

[www.mientayvn.com](http://www.mientayvn.com)

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

[http://mientayvn.com/Tai\\_lieu\\_da\\_dich.html](http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html)

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: [thanhlam1910\\_2006@yahoo.com](mailto:thanhlam1910_2006@yahoo.com)

Gmail: [frbwrthes@gmail.com](mailto:frbwrthes@gmail.com)

**Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây**

**DỊCH VỤ  
DỊCH  
TIẾNG  
ANH  
CHUYÊN  
NGÀNH  
NHANH  
NHẤT VÀ  
CHÍNH  
XÁC  
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.

# **BÀI 1: KÊNH TRUYỀN VÔ TUYẾN (Wireless Channel)**

Đặng Lê Khoa

Email:danglekhoa@yahoo.com

dlkhoa@fetel.hcmuns.edu.vn

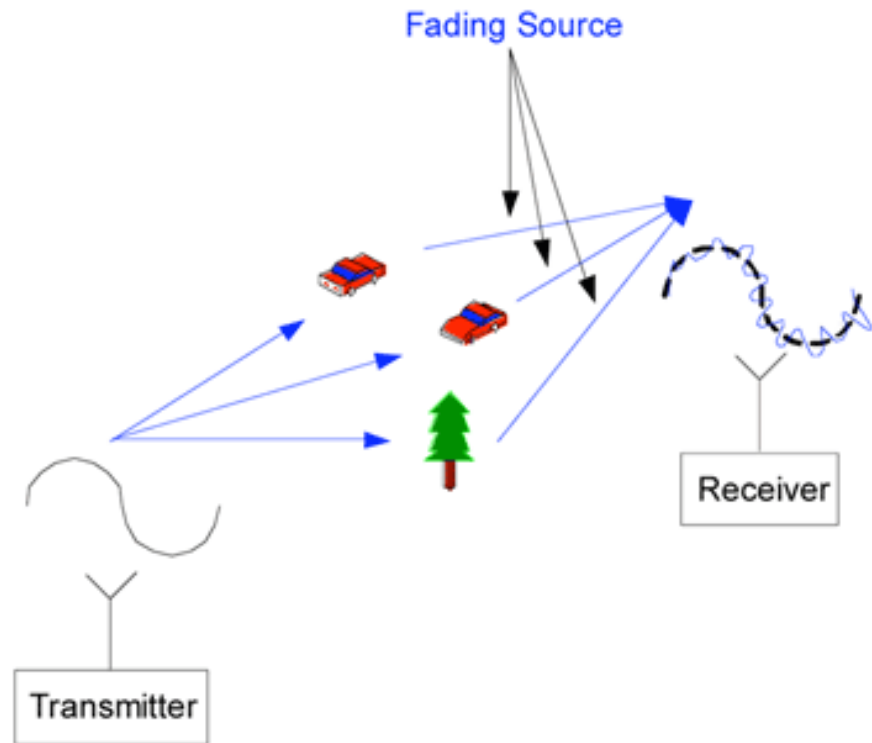
# Nội dung trình bày

- Định nghĩa kênh truyền
- Các tác động của kênh truyền vô tuyến
- Kênh truyền large scale fading
- Kênh truyền small scale fading
- Mô hình hóa kênh truyền

# Kênh truyền

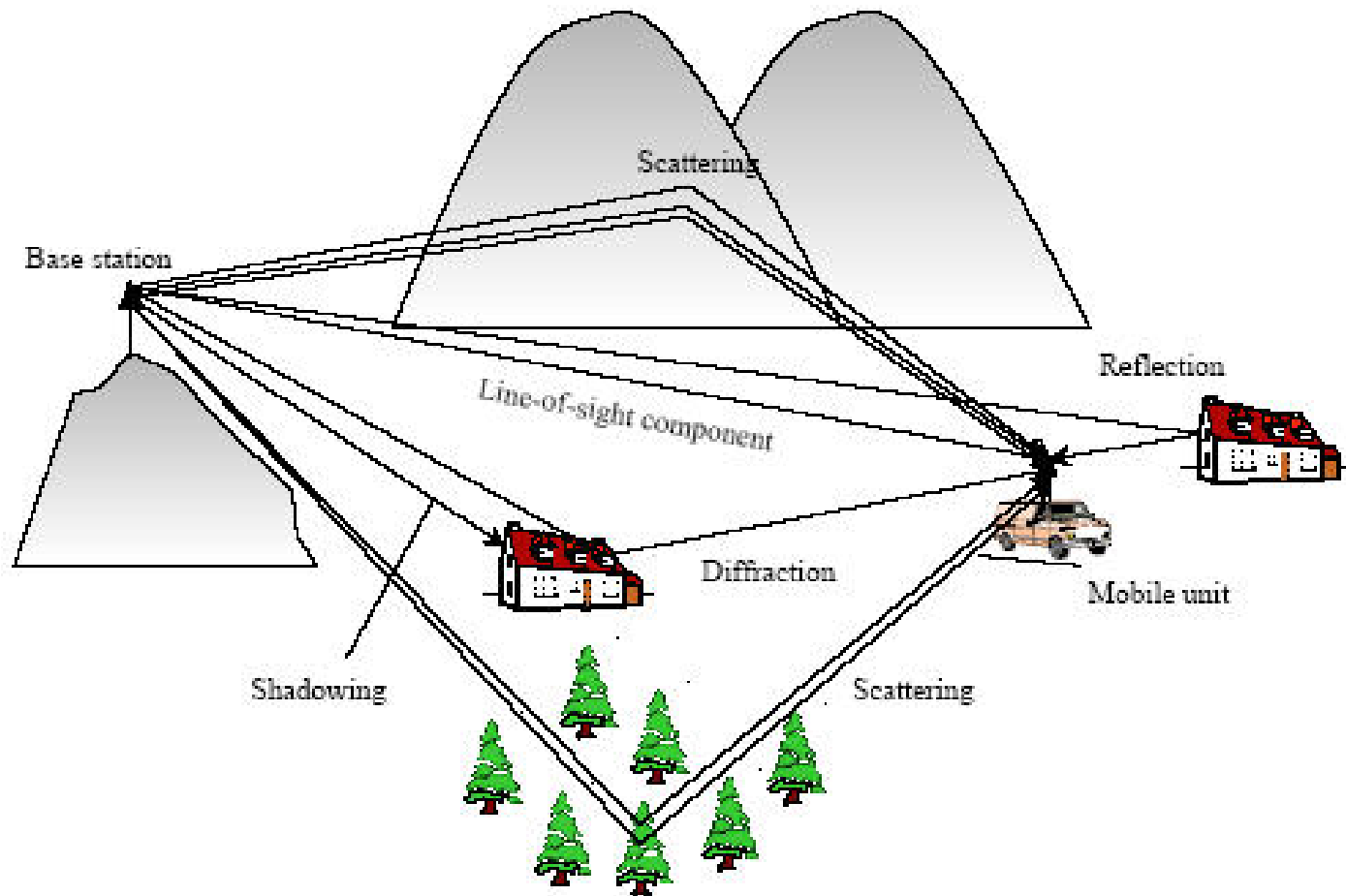
Là môi trường giữa đầu phát và đầu thu

- Hữu tuyến: Cáp, cáp đồng trục, cáp quang
- Vô tuyến: Dùng sóng điện từ
  - + Kênh truyền vô tuyến có thể biến đổi từ đơn giản đến phức tạp
  - + Kênh truyền có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả trong truyền tín hiệu.

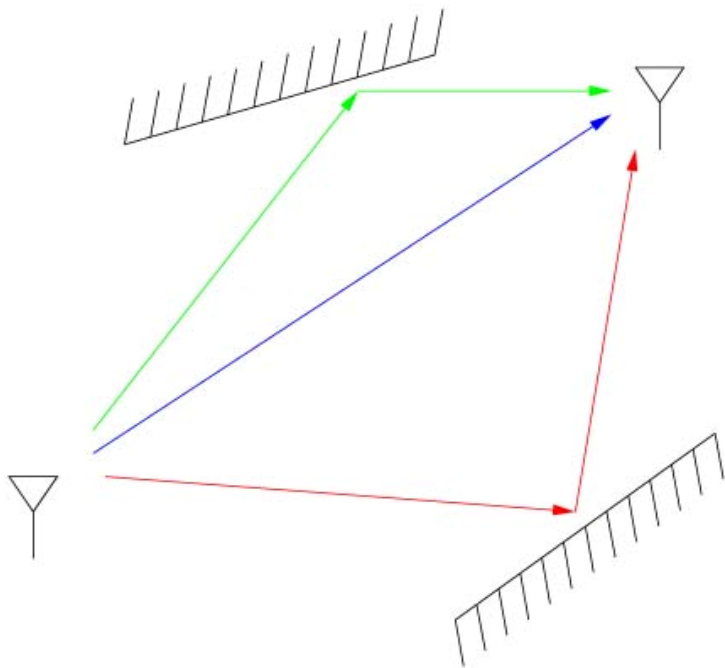


## Kênh truyền vô tuyến

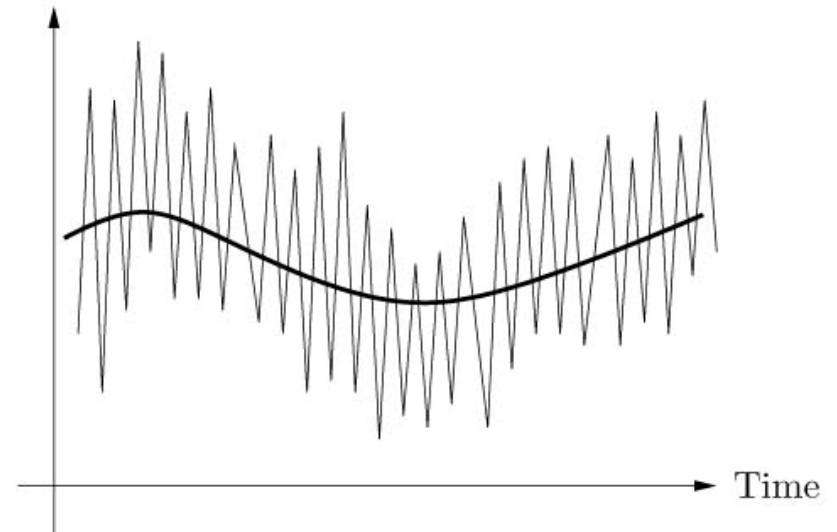
# Các tác động của kênh truyền vô tuyến



# Phân loại kênh truyền



Channel Quality



Dựa vào tác động của môi trường chia làm 2 loại:

- + Large scale fading
- + Small scale fading

## Mô hình free-space

- Free-space là điều kiện lý tưởng
- Free-space là môi trường chỉ có
  - + Đường truyền thẳng
  - + Không có vật chắn ở giữa
  - + Đầu phát ở rất cao so với mặt đất để không có tia phản xạ
  - + Môi trường gần như đồng nhất.

Ví dụ: truyền thông vệ tinh, truyền thông vô tuyến chỉ sử dụng thành phần LOS.

## Mô hình free-space

- Suy giảm khi truyền của thành phần LOS theo khoảng cách theo phương trình Friis:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

$P_r$  là năng lượng nhận,

$P_t$  là năng lượng phát,

$G_r$  và  $G_t$  là độ lợi của antenna thu và phát,

$\lambda$  là bước sóng của sóng truyền,

$d$  là khoảng cách từ đầu phát đến đầu thu,

$L$  là hệ số suy giảm của hệ thống



## Mô hình free-space

- Hệ số suy giảm khi truyền (PL: Path Loss) khi  $d \gg \lambda$  :

$$PL(dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \left[ \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] = -10 \log \left[ \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \Big|_{G_t=G_r=1}$$

- Với khoảng cách  $d$  nhỏ, phương trình Friis đổi lại thành:

$$P_r(d) = P_r(d_0) \left( \frac{d_0}{d} \right)^2$$

Với  $d_0$  là khoảng cách qui chiếu được chọn tùy môi trường (1m với môi trường trong nhà, 100m hoặc 1km với môi trường ngoài trời)

## Mô hình free-space

- Trong truyền thông, năng lượng thường được biểu diễn ở dạng dB hoặc dBm do sự suy giảm thường theo hàm mũ. Phương trình trên có thể được diễn tả lại như sau:

$$P_r(d)dBm = 10 \log \left[ \frac{P_r(d_0)}{0.001W} \right] + 20 \log \left( \frac{d_0}{d} \right)$$

- Trong đó  $P_r(d_0)$  được đo bằng *Watt*.

## Ví dụ với mô hình free-space

### **Example 3.2**

If a transmitter produces 50 watts of power, express the transmit power in units of (a) dBm, and (b) dBW. If 50 watts is applied to a unity gain antenna with a 900 MHz carrier frequency, find the received power in dBm at a free space distance of 100 m from the antenna. What is  $P_r$  (10 km) ? Assume unity gain for the receiver antenna.

## Solution to Example 3.2

Given:

Transmitter power,  $P_t = 50$  W.

Carrier frequency,  $f_c = 900$  MHz

Using equation (3.9),

(a) Transmitter power,

$$\begin{aligned} P_t (\text{dBm}) &= 10 \log [P_t (\text{mW}) / (1 \text{ mW})] \\ &= 10 \log [50 \times 10^3] = 47.0 \text{ dBm}. \end{aligned}$$

(b) Transmitter power,

$$\begin{aligned} P_t (\text{dBW}) &= 10 \log [P_t (\text{W}) / (1 \text{ W})] \\ &= 10 \log [50] = 17.0 \text{ dBW}. \end{aligned}$$

The received power can be determined using equation (3.1).

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L} = \frac{50 (1) (1) (1/3)^2}{(4\pi)^2 (100)^2 (1)} = 3.5 \times 10^{-6} \text{ W} = 3.5 \times 10^{-3} \text{ mW}$$

$$P_r (\text{dBm}) = 10 \log P_r (\text{mW}) = 10 \log (3.5 \times 10^{-3} \text{ mW}) = -24.5 \text{ dBm}.$$

The received power at 10 km can be expressed in terms of dBm using equation (3.9), where  $d_0 = 100$  m and  $d = 10$  km

$$\begin{aligned} P_r (10 \text{ km}) &= P_r (100) + 20 \log \left[ \frac{100}{10000} \right] = -24.5 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} \\ &= -64.5 \text{ dBm}. \end{aligned}$$

# Mô hình suy giảm log-normal

- Trong thực tế, sự suy giảm năng lượng theo khoảng cách thường theo hàm mũ bậc  $n$

$$\overline{PL}(d) \propto \left(\frac{d}{d_0}\right)^n \text{ hay } \overline{PL}(d)dB = \overline{PL}(d_0) + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

Hệ số  $n$  được thống kê như sau:

Môi trường	Hệ số suy giảm, $n$
Free-space	2
Đô thị	2.7 $\rightarrow$ 3.5
Đô thị với nhiều nhà cao tầng	3 $\rightarrow$ 5
Trong nhà (LOS)	1.6 $\rightarrow$ 1.8
Trong nhà có vật cản	4 $\rightarrow$ 6

# Kênh truyền small-scale fading

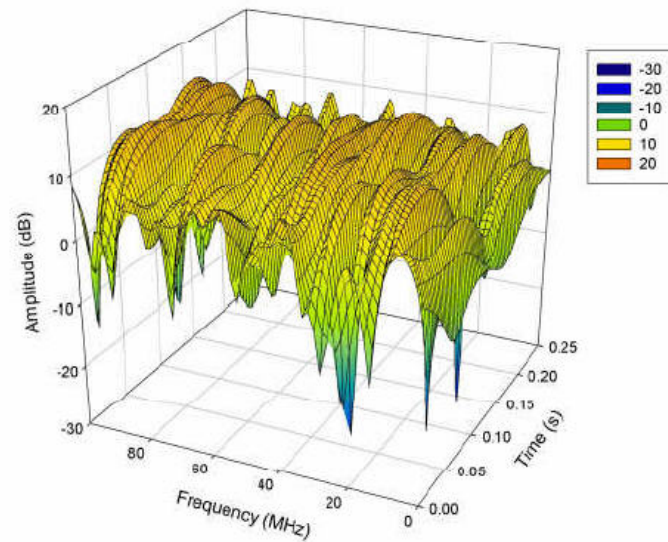
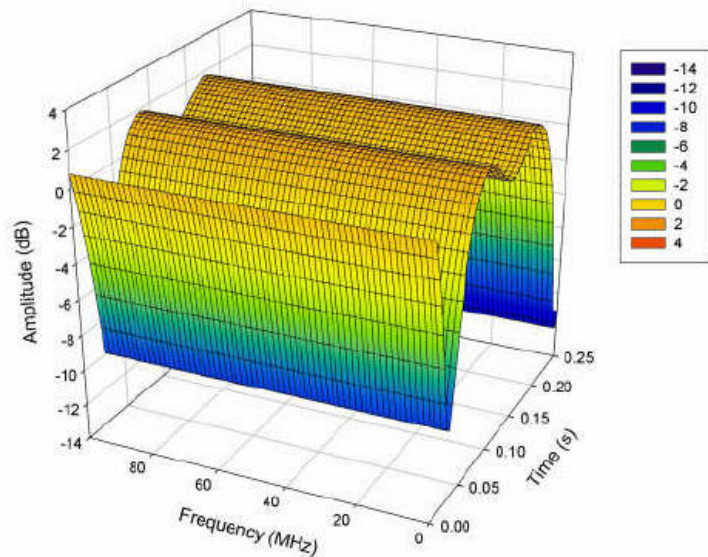
- Truyền thông vô tuyến sử dụng tần số sóng mang cao
- Tín hiệu nhận được ở đầu thu là tín hiệu phát đi theo nhiều đường khác nhau
- Phía đầu thu luôn di động làm thay đổi kênh truyền (khoảng 0.3m đối với mạng 900MHz)
- Khi MS hoặc BS hoặc các vật chắn sóng và dẫn sóng giữa MS và BS chuyển động, hiện tượng Doppler xảy ra và làm cho phổ tần số tín hiệu nhận được bị dịch chuyển.

# Coherence bandwidth

- Coherence bandwidth là khoảng tần số mà kênh truyền gây ra tác động gần như giống nhau.
- Nếu băng thông của tín hiệu nhỏ hơn coherence bandwidth ta gọi kênh truyền là flat fading (non-selective fading), ngược lại ta có kênh truyền frequency selective fading.

# Coherent time

Ta định nghĩa coherent time là thời gian mà kênh truyền thay đổi không đáng kể. Nếu coherent time nhỏ hơn 1 chu kỳ tín hiệu dải gốc ta gọi kênh truyền đó là fast fading, ngược lại ta gọi kênh truyền là slow fading.

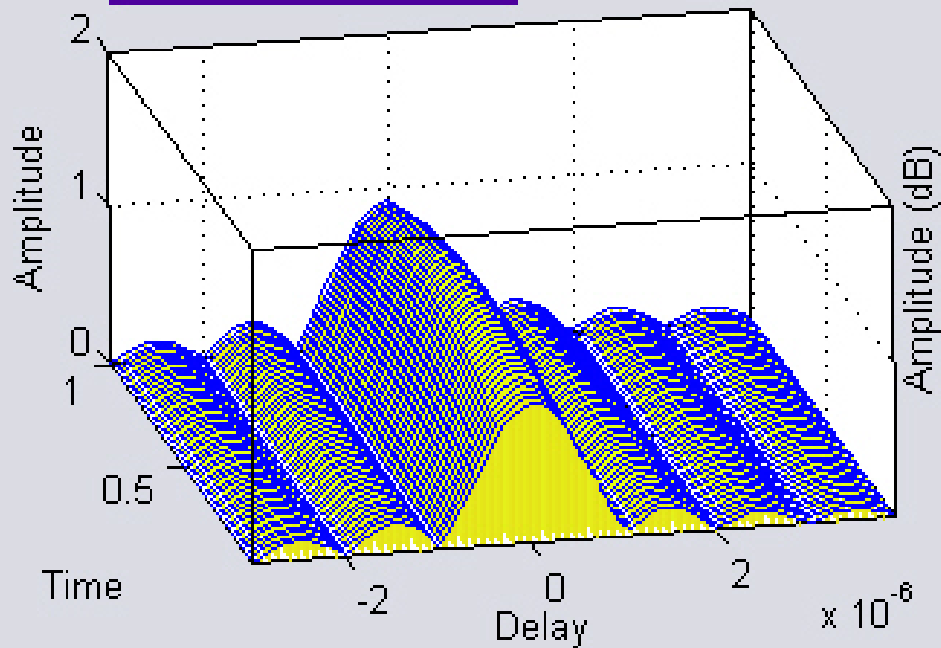


## Flat fading và Frequency selective fading

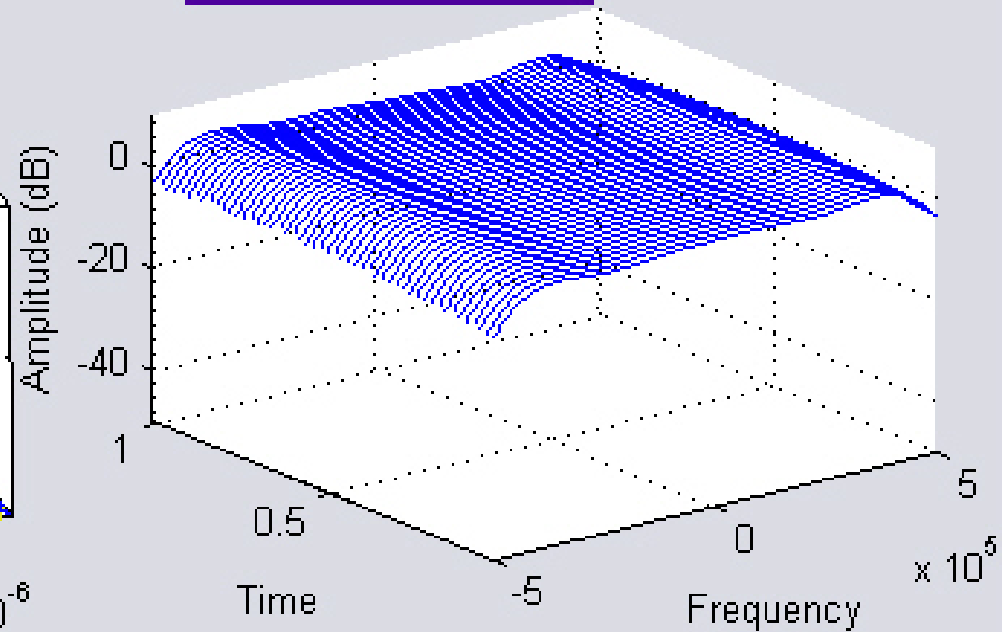


# Flat fading - Slow fading

Impulse Response

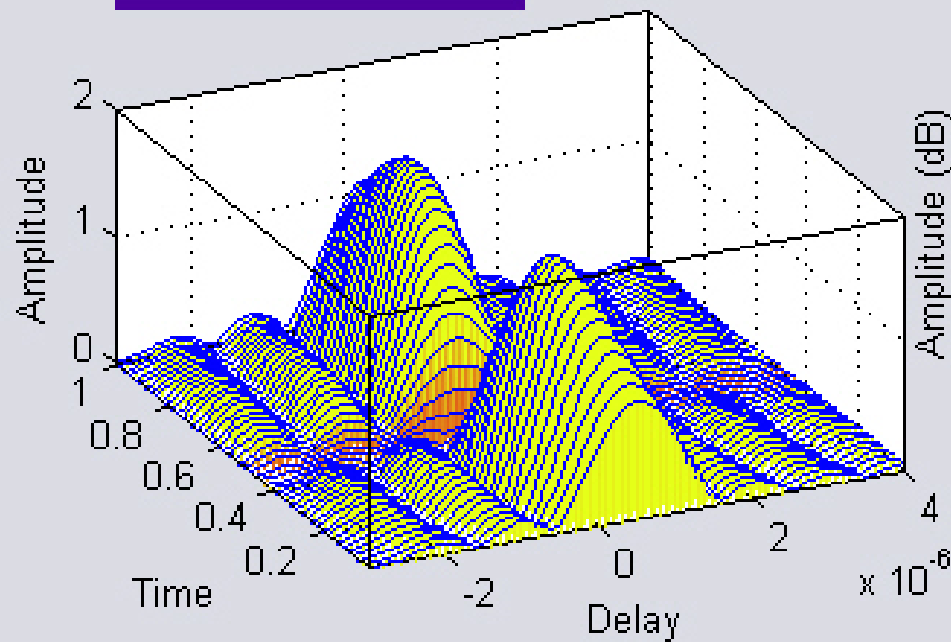


Frequency Response

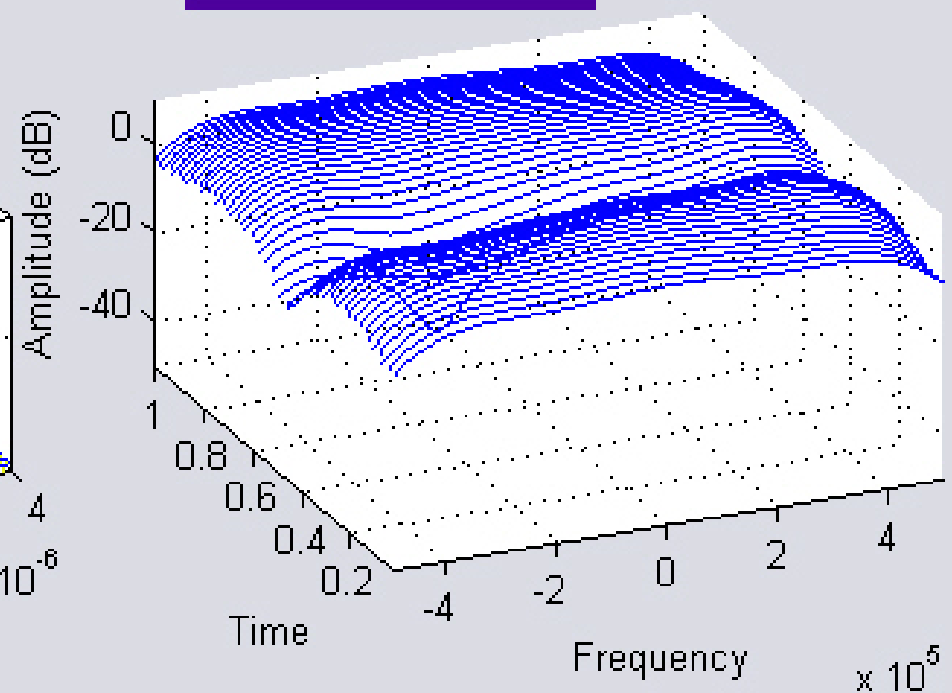


# Flat fading – Fast fading

Impulse Response

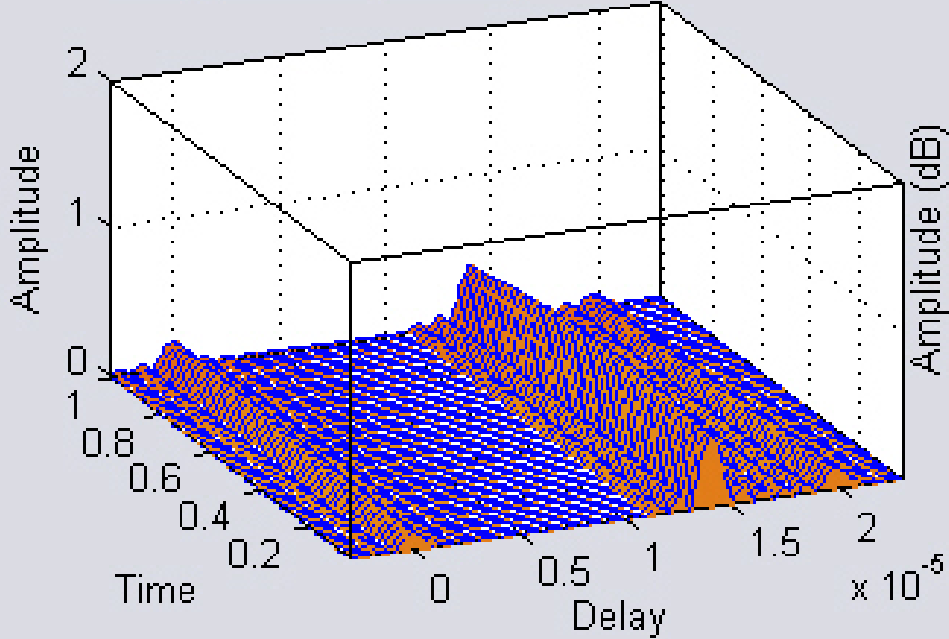


Frequency Response

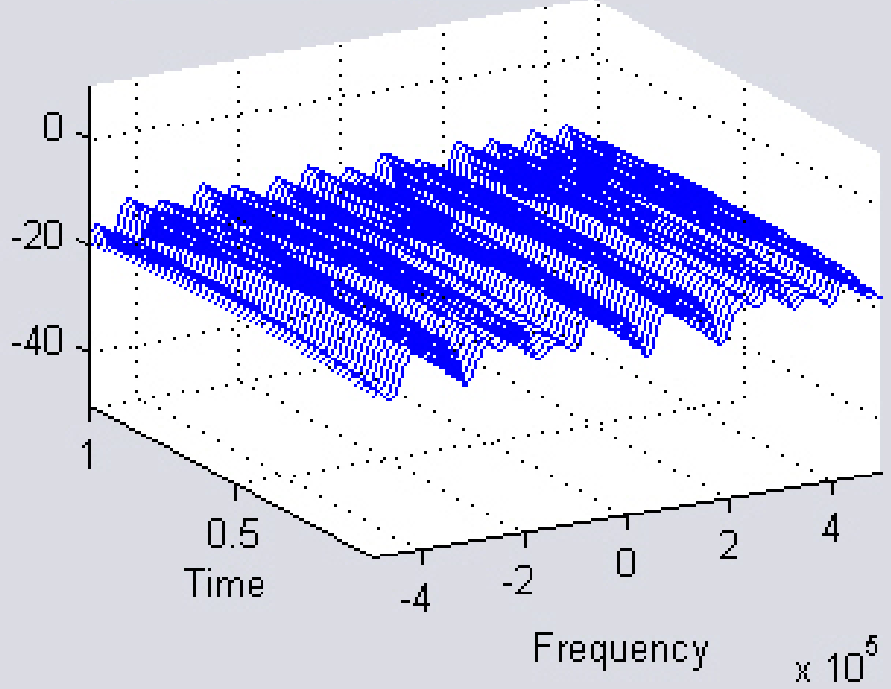


# Frequency selective fading – slow fading

Impulse Response

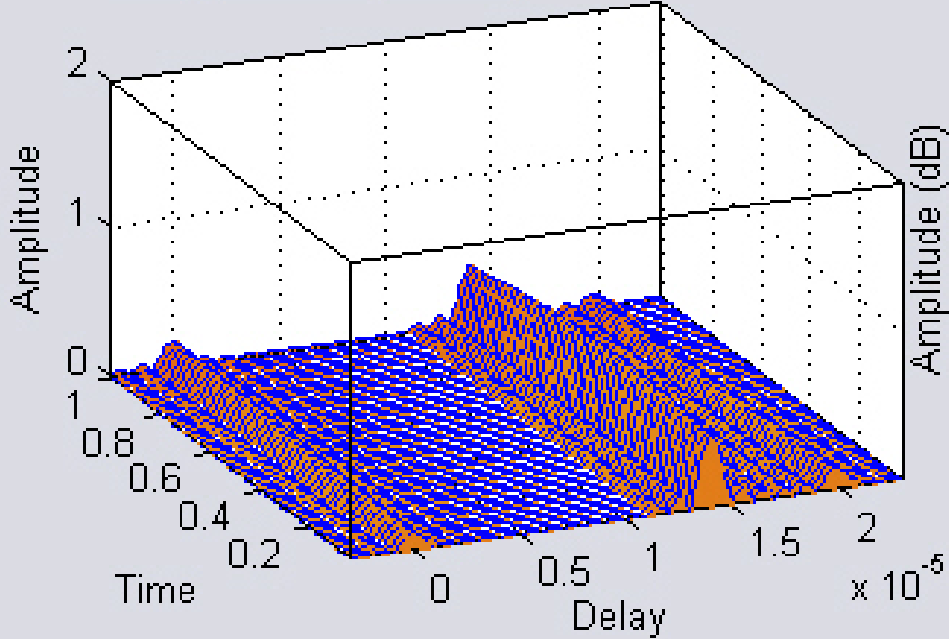


Frequency Response

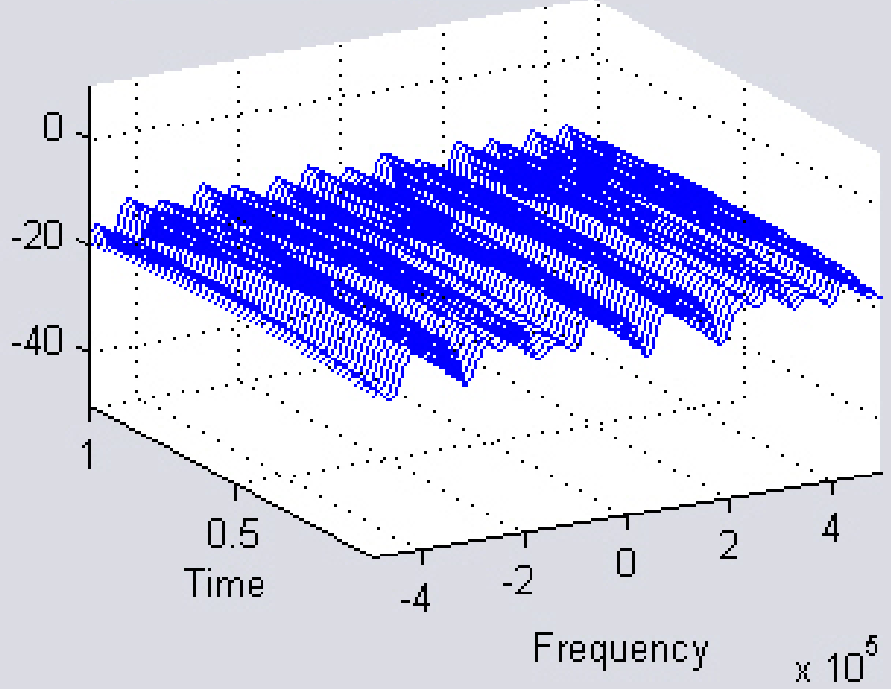


# Frequency selective fading – slow fading

Impulse Response

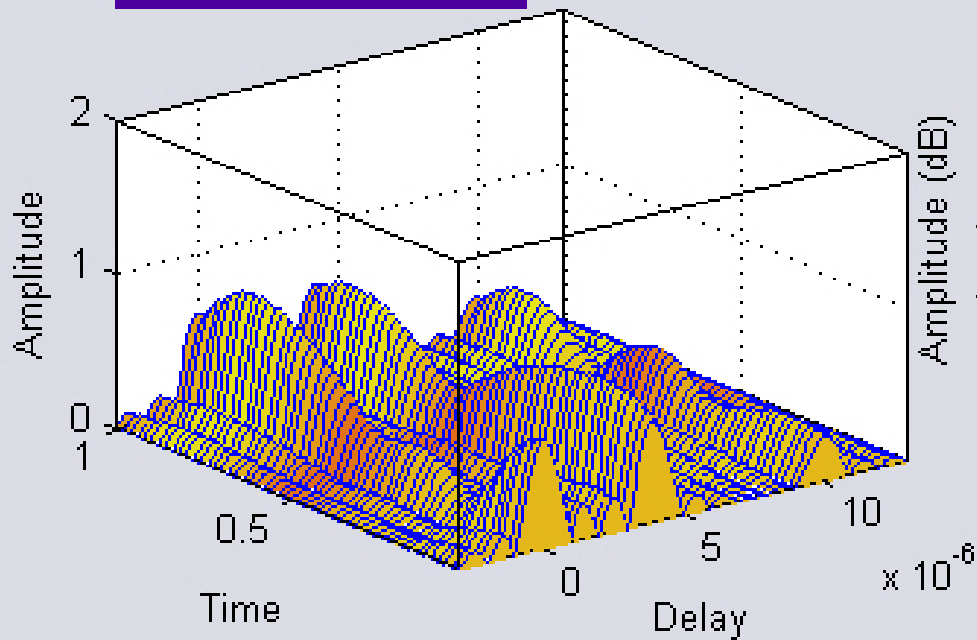


Frequency Response

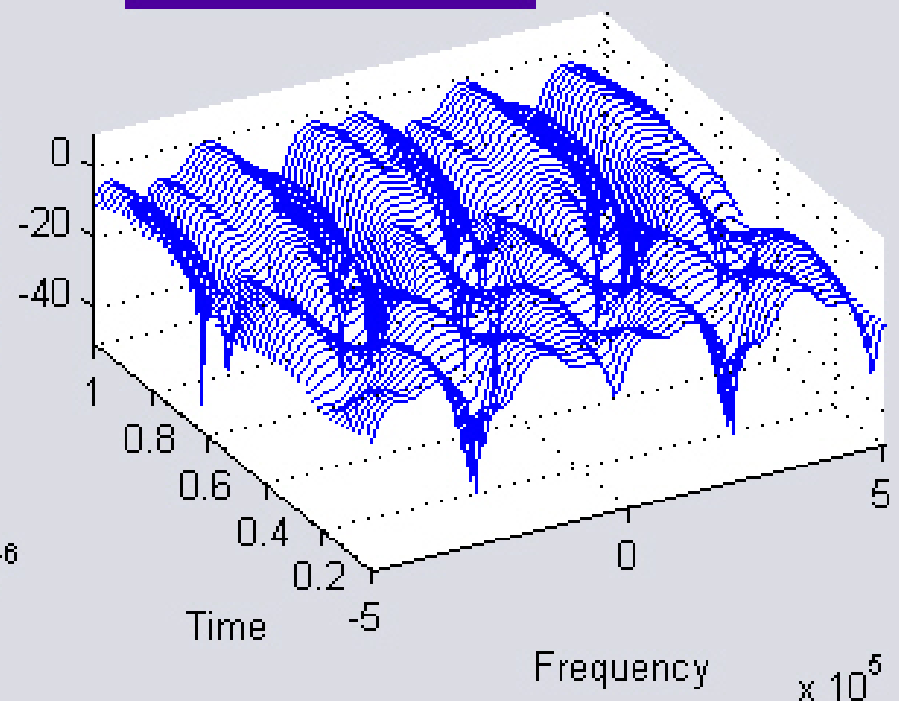


# Frequency selective fading – fast fading

Impulse Response



Frequency Response



# Bài tập

Sách: Thông tin vô tuyến – Nguyễn Văn Đức  
Bài 1, 2, 3, 5 – Chương 2

# **BÀI 1: KÊNH TRUYỀN VÔ TUYẾN (Wireless Channel)**

Đặng Lê Khoa

Email:danglekhoa@yahoo.com

dlkhoa@fetel.hcmuns.edu.vn

# Nội dung trình bày

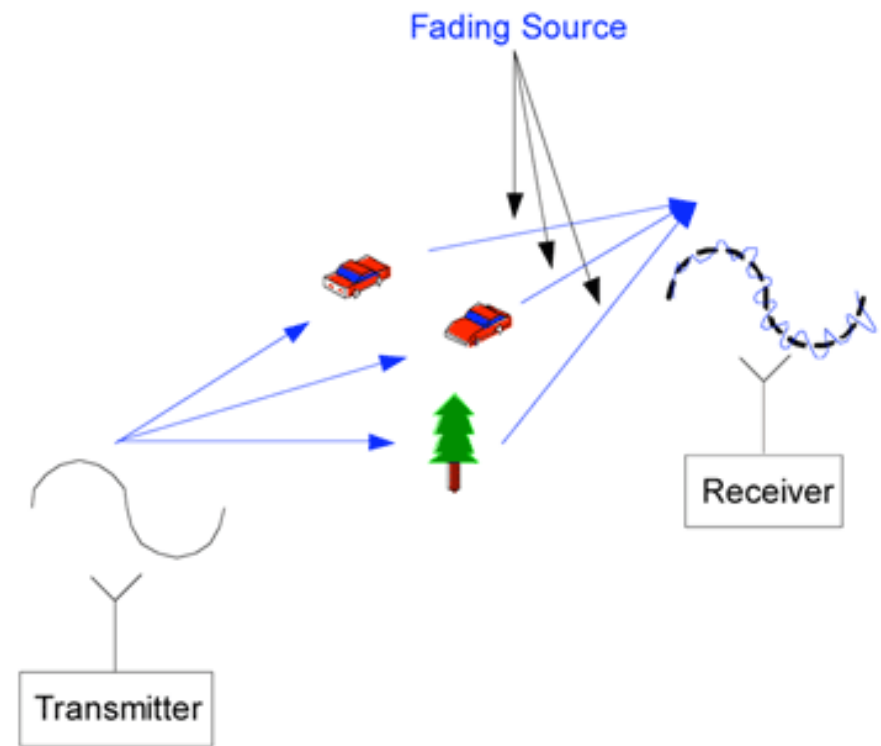
- Định nghĩa kênh truyền
- Các tác động của kênh truyền vô tuyến
- Kênh truyền large scale fading
- Kênh truyền small scale fading
- Mô hình hóa kênh truyền



# Kênh truyền

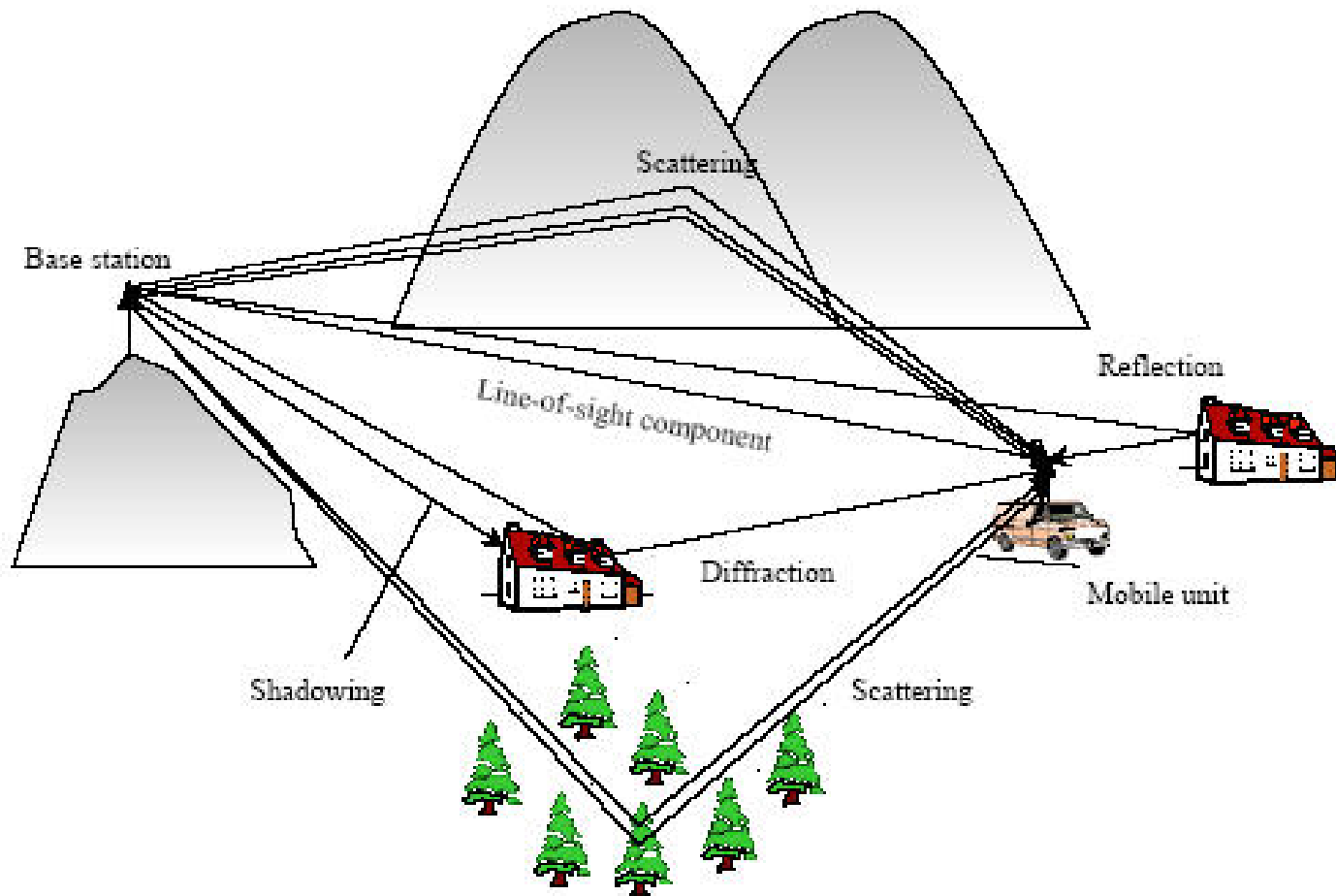
Là môi trường giữa đầu phát và đầu thu

- Hữu tuyến: Cáp, cáp đồng trục, cáp quang
- Vô tuyến: Dùng sóng điện từ
  - + Kênh truyền vô tuyến có thể biến đổi từ đơn giản đến phức tạp
  - + Kênh truyền có ảnh hưởng lớn đến hiệu quả trong truyền tín hiệu.

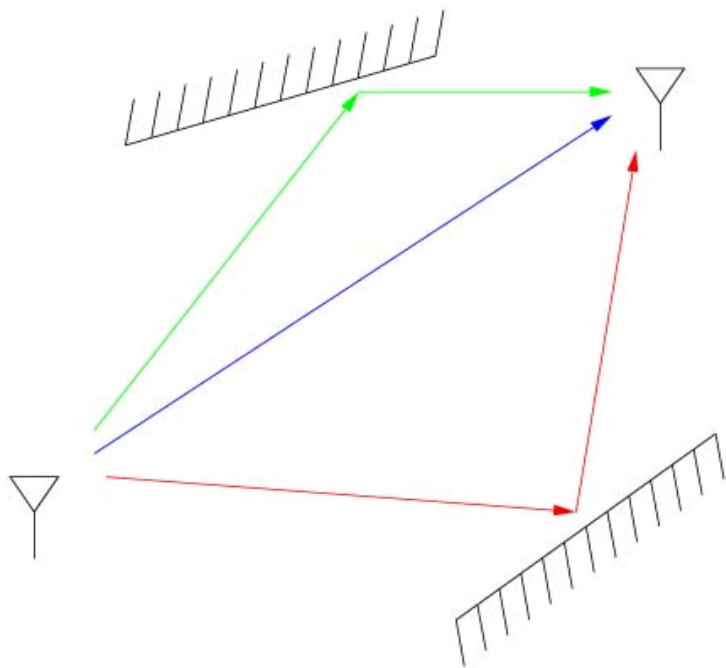


## Kênh truyền vô tuyến

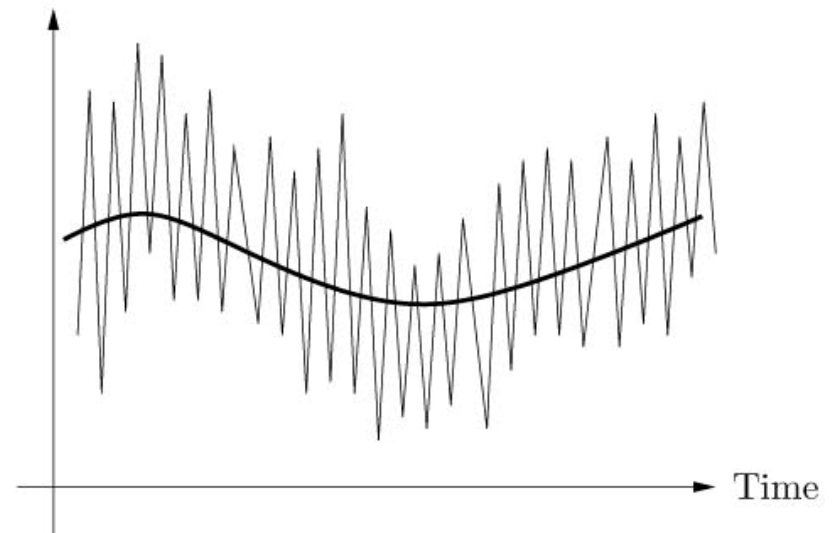
# Các tác động của kênh truyền vô tuyến



# Phân loại kênh truyền



Channel Quality



Dựa vào tác động của môi trường chia làm 2 loại:

- + Large scale fading
- + Small scale fading

## Mô hình free-space

- Free-space là điều kiện lý tưởng
- Free-space là môi trường chỉ có
  - + Đường truyền thẳng
  - + Không có vật chắn ở giữa
  - + Đầu phát ở rất cao so với mặt đất để không có tia phản xạ
  - + Môi trường gần như đồng nhất.

Ví dụ: truyền thông vệ tinh, truyền thông vô tuyến chỉ sử dụng thành phần LOS.

## Mô hình free-space

- Suy giảm khi truyền của thành phần LOS theo khoảng cách theo phương trình Friis:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

$P_r$  là năng lượng nhận,

$P_t$  là năng lượng phát,

$G_r$  và  $G_t$  là độ lợi của antenna thu và phát,

$\lambda$  là bước sóng của sóng truyền,

$d$  là khoảng cách từ đầu phát đến đầu thu,

$L$  là hệ số suy giảm của hệ thống

## Mô hình free-space

- Hệ số suy giảm khi truyền (PL: Path Loss) khi  $d \gg \lambda$  :

$$PL(dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \left[ \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] = -10 \log \left[ \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \Big|_{G_t=G_r=1}$$

- Với khoảng cách  $d$  nhỏ, phương trình Friis đổi lại thành:

$$P_r(d) = P_r(d_0) \left( \frac{d_0}{d} \right)^2$$

Với  $d_0$  là khoảng cách qui chiếu được chọn tùy môi trường (1m với môi trường trong nhà, 100m hoặc 1km với môi trường ngoài trời)

## Mô hình free-space

- Trong truyền thông, năng lượng thường được biểu diễn ở dạng dB hoặc dBm do sự suy giảm thường theo hàm mũ. Phương trình trên có thể được diễn tả lại như sau:

$$P_r(d)dBm = 10 \log \left[ \frac{P_r(d_0)}{0.001W} \right] + 20 \log \left( \frac{d_0}{d} \right)$$

- Trong đó  $P_r(d_0)$  được đo bằng *Watt*.

## Ví dụ với mô hình free-space

### **Example 3.2**

If a transmitter produces 50 watts of power, express the transmit power in units of (a) dBm, and (b) dBW. If 50 watts is applied to a unity gain antenna with a 900 MHz carrier frequency, find the received power in dBm at a free space distance of 100 m from the antenna. What is  $P_r$  (10 km) ? Assume unity gain for the receiver antenna.



### Solution to Example 3.2

Given:

Transmitter power,  $P_t = 50$  W.

Carrier frequency,  $f_c = 900$  MHz

Using equation (3.9),

(a) Transmitter power,

$$\begin{aligned} P_t(\text{dBm}) &= 10 \log [P_t(\text{mW}) / (1 \text{ mW})] \\ &= 10 \log [50 \times 10^3] = 47.0 \text{ dBm}. \end{aligned}$$

(b) Transmitter power,

$$\begin{aligned} P_t(\text{dBW}) &= 10 \log [P_t(\text{W}) / (1 \text{ W})] \\ &= 10 \log [50] = 17.0 \text{ dBW}. \end{aligned}$$

The received power can be determined using equation (3.1).

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L} = \frac{50 (1) (1) (1/3)^2}{(4\pi)^2 (100)^2 (1)} = 3.5 \times 10^{-6} \text{ W} = 3.5 \times 10^{-3} \text{ mW}$$

$$P_r(\text{dBm}) = 10 \log P_r(\text{mW}) = 10 \log (3.5 \times 10^{-3} \text{ mW}) = -24.5 \text{ dBm}.$$

The received power at 10 km can be expressed in terms of dBm using equation (3.9), where  $d_0 = 100$  m and  $d = 10$  km

$$\begin{aligned} P_r(10 \text{ km}) &= P_r(100) + 20 \log \left[ \frac{100}{10000} \right] = -24.5 \text{ dBm} - 40 \text{ dB} \\ &= -64.5 \text{ dBm}. \end{aligned}$$

# Mô hình suy giảm log-normal

- Trong thực tế, sự suy giảm năng lượng theo khoảng cách thường theo hàm mũ bậc  $n$

$$\overline{PL}(d) \propto \left(\frac{d}{d_0}\right)^n \text{ hay } \overline{PL}(d)dB = \overline{PL}(d_0) + 10n \log\left(\frac{d}{d_0}\right)$$

Hệ số  $n$  được thống kê như sau:

Môi trường	Hệ số suy giảm, $n$
Free-space	2
Đô thị	2.7 → 3.5
Đô thị với nhiều nhà cao tầng	3 → 5
Trong nhà (LOS)	1.6 → 1.8
Trong nhà có vật cản	4 → 6

# Kênh truyền small-scale fading

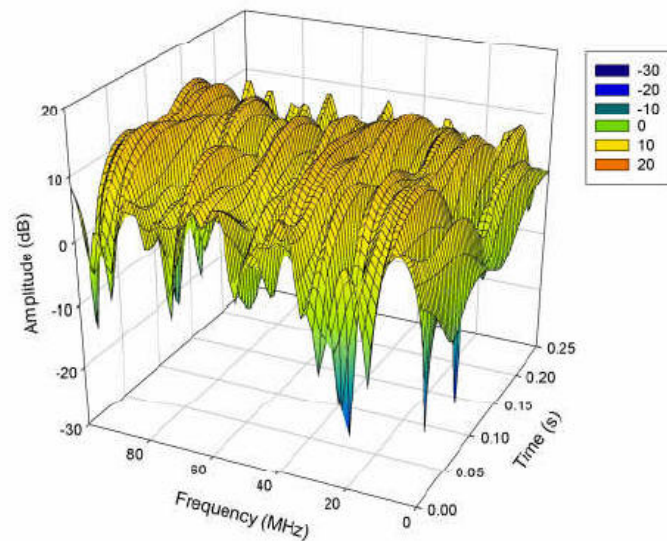
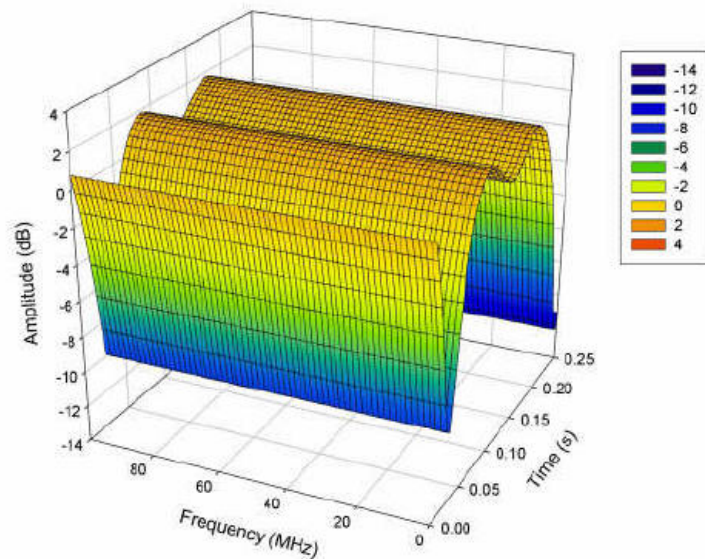
- Truyền thông vô tuyến sử dụng tần số sóng mang cao
- Tín hiệu nhận được ở đầu thu là tín hiệu phát đi theo nhiều đường khác nhau
- Phía đầu thu luôn di động làm thay đổi kênh truyền (khoảng 0.3m đối với mạng 900MHz)
- Khi MS hoặc BS hoặc các vật chắn sóng và dẫn sóng giữa MS và BS chuyển động, hiện tượng Doppler xảy ra và làm cho phổ tần số tín hiệu nhận được bị dịch chuyển.

# Coherence bandwidth

- Coherence bandwidth là khoảng tần số mà kênh truyền gây ra tác động gần như giống nhau.
- Nếu băng thông của tín hiệu nhỏ hơn coherence bandwidth ta gọi kênh truyền là flat fading (non-selective fading), ngược lại ta có kênh truyền frequency selective fading.

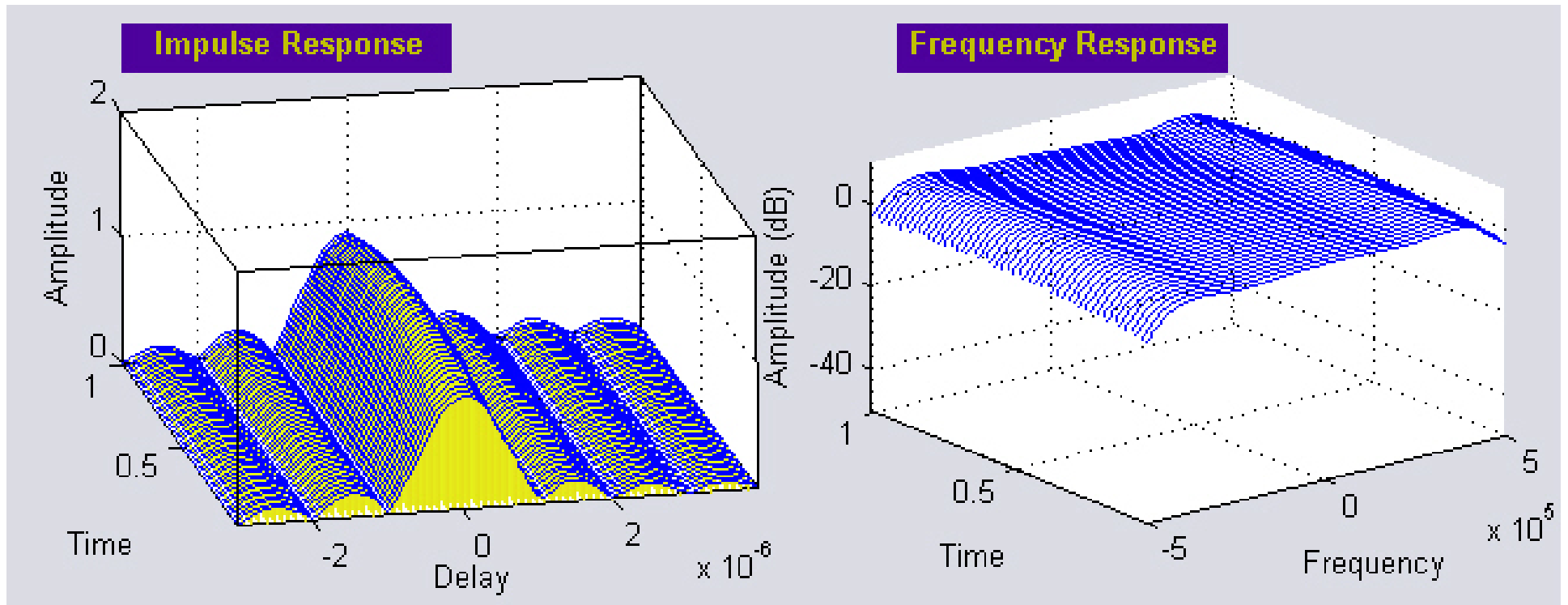
# Coherent time

Ta định nghĩa coherent time là thời gian mà kênh truyền thay đổi không đáng kể. Nếu coherent time nhỏ hơn 1 chu kỳ tín hiệu dải gốc ta gọi kênh truyền đó là fast fading, ngược lại ta gọi kênh truyền là slow fading.



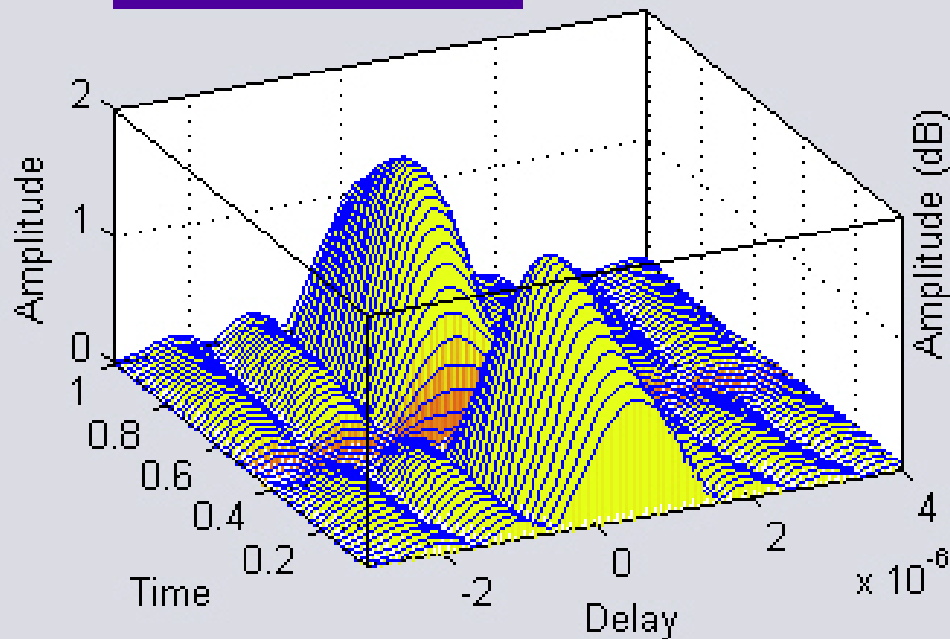
## Flat fading và Frequency selective fading

# Flat fading - Slow fading

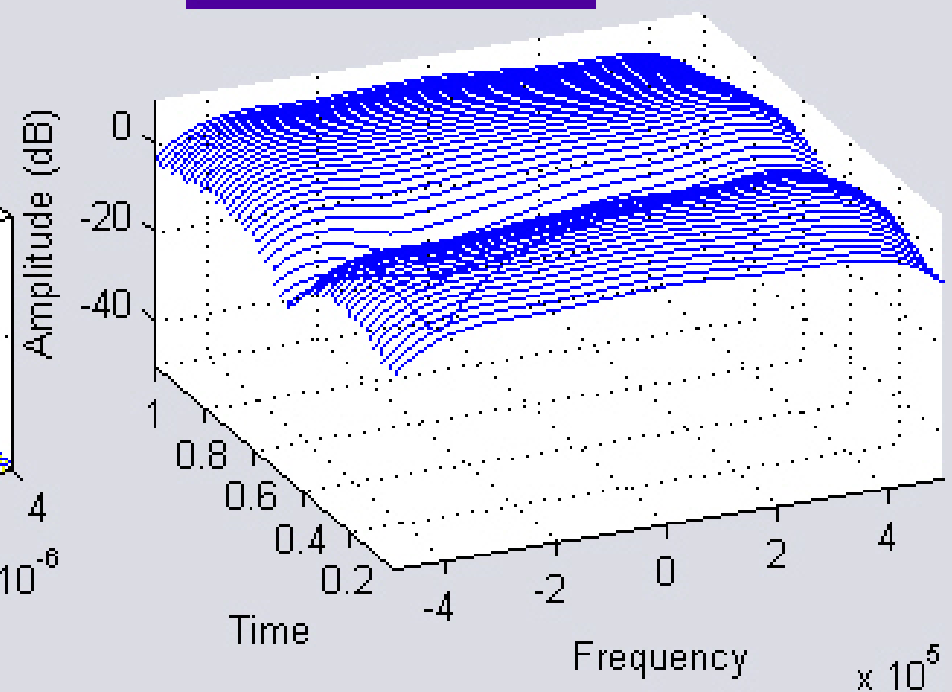


# Flat fading – Fast fading

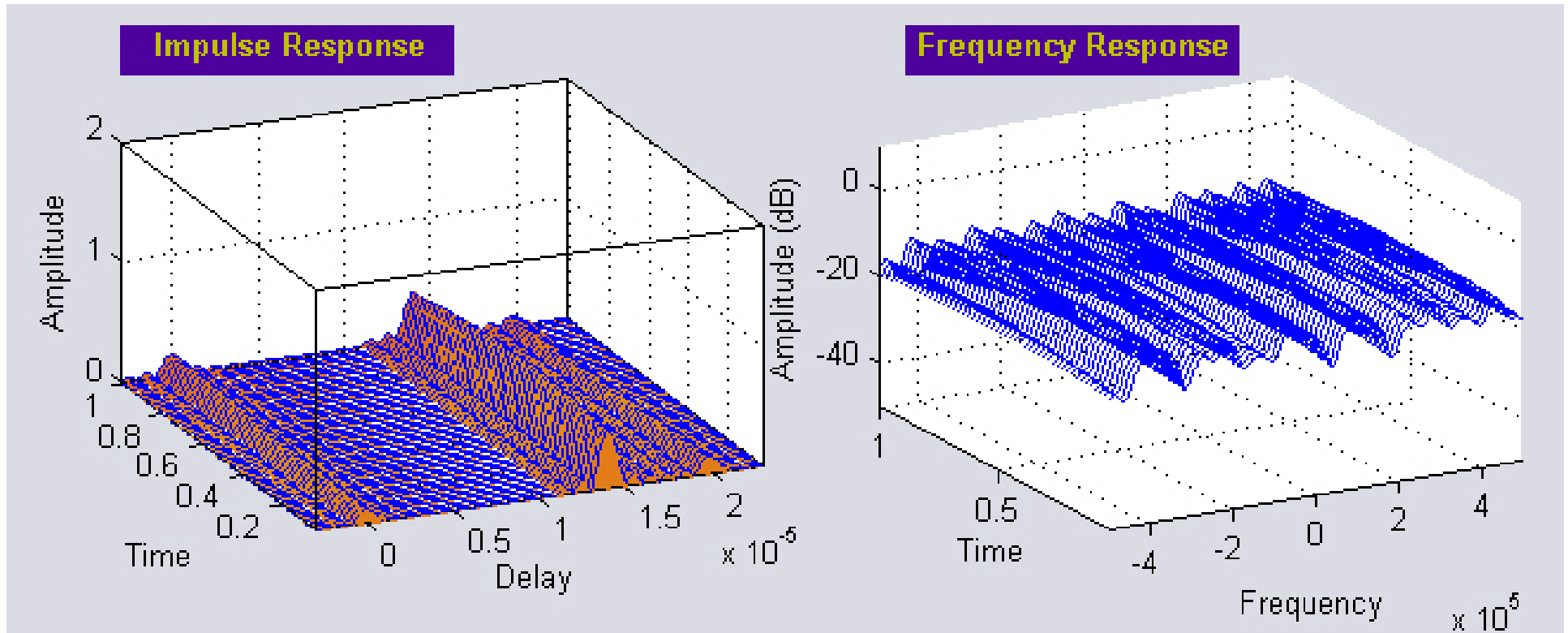
Impulse Response



Frequency Response

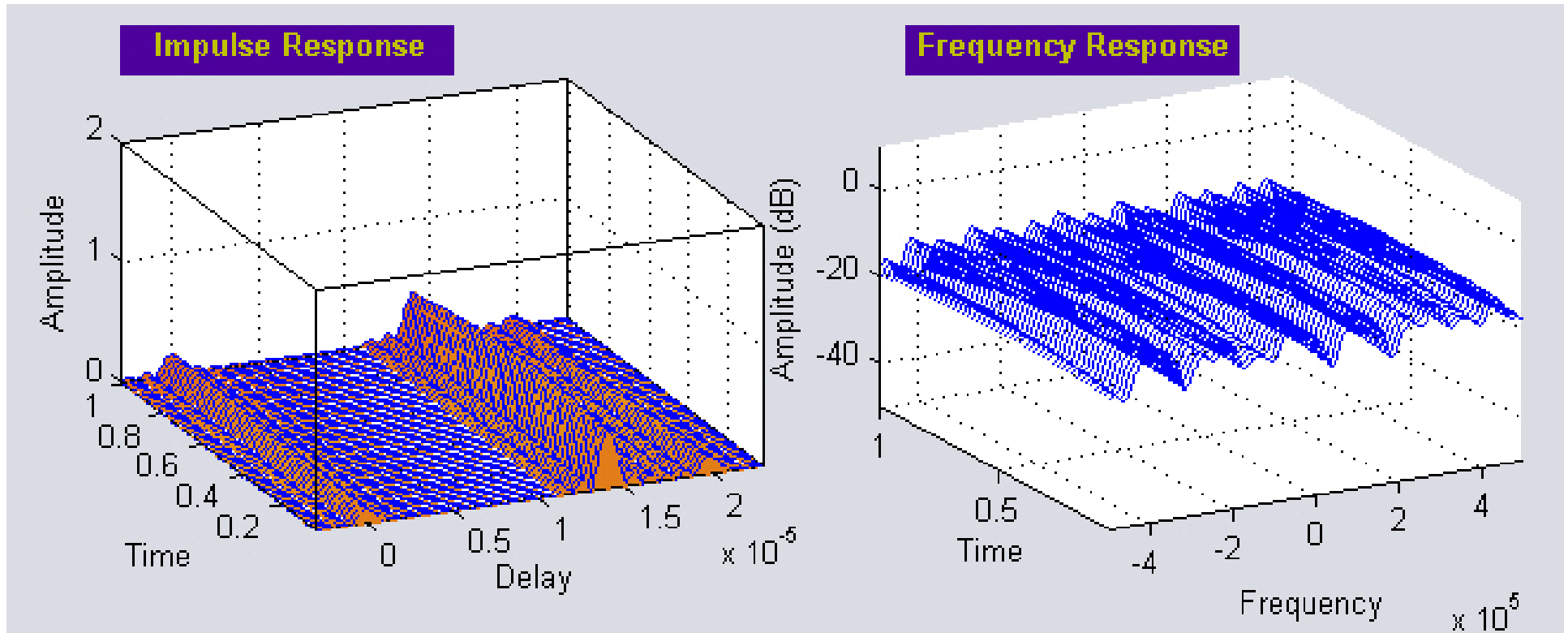


# Frequency selective fading – slow fading



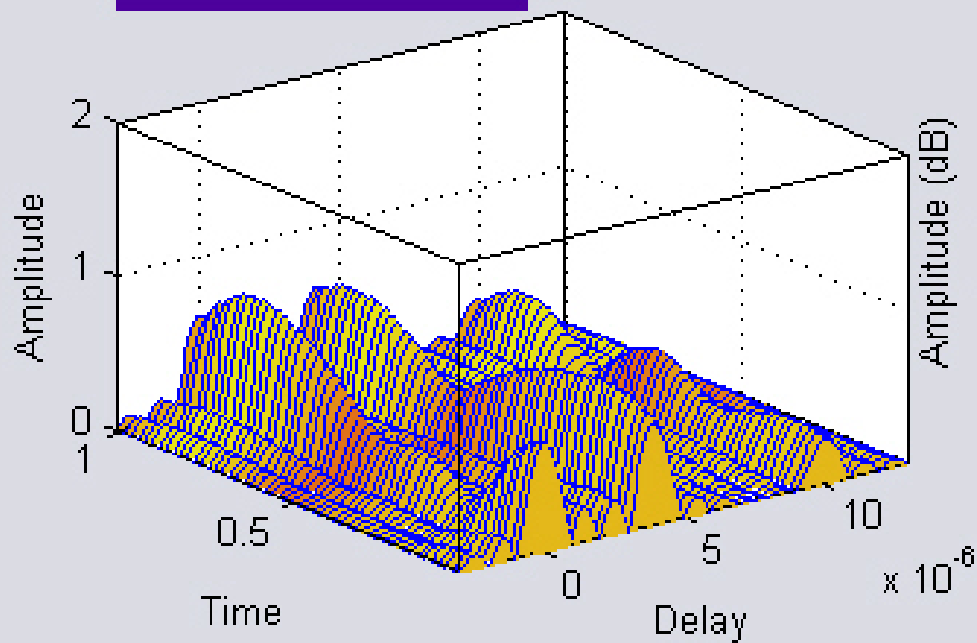


# Frequency selective fading – slow fading

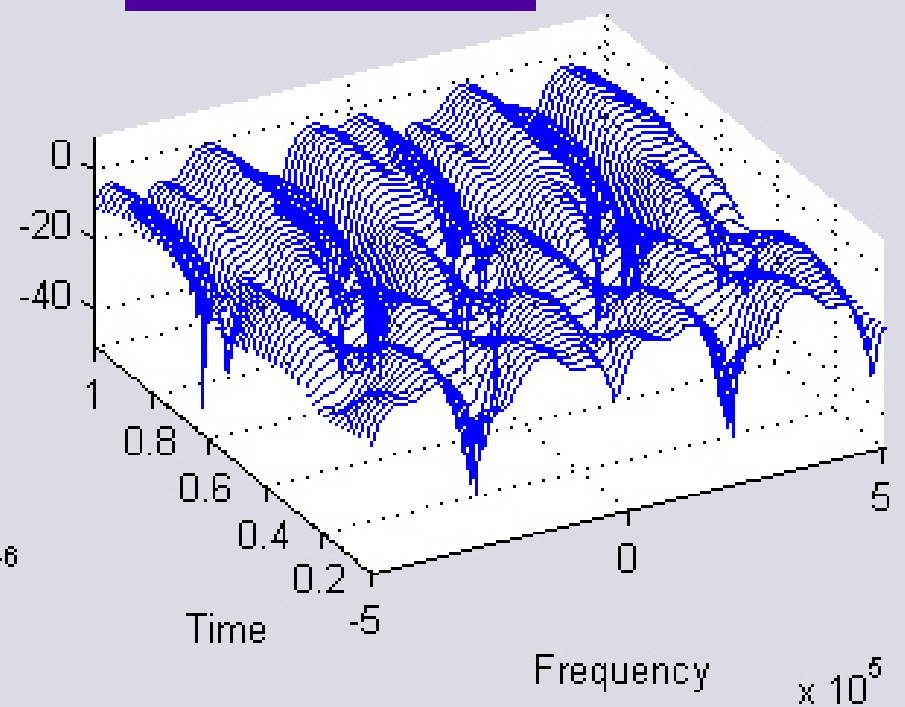


# Frequency selective fading – fast fading

Impulse Response



Frequency Response



# Bài tập

Sách: Thông tin vô tuyến – Nguyễn Văn Đức  
Bài 1, 2, 3, 5 – Chương 2

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**TRUNG TÂM ĐÀO TẠO TÀI NĂNG**



**BÀI TẬP LỚN**

*Đề tài:*

*Mô phỏng hệ thống thu phát vô tuyến số*

**Giảng viên hướng dẫn:**

PGS.TS Vũ Văn Yên

**Thực hiện:**

Nhóm 9 - KSTN – ĐTVT – K53

**Họ và tên**

**Email**

**Số điện thoại**

Nguyễn Xuân Thắng

[xuanthang0210@gmail.com](mailto:xuanthang0210@gmail.com)

097 333 9634

Lê Đình Hân

[bksa.mywish@gmail.com](mailto:bksa.mywish@gmail.com)

097 334 1156

**Lớp:**

KSTN – ĐTVT – K53

Hà Nội, 11/2011

## Mục lục

<b>Phần 1: LÝ THUYẾT</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Giới thiệu về các hệ thống thu phát vô tuyến</b> .....	<b>6</b>
1.1. Máy phát trực tiếp (Direct-Conversion Transmitters).....	6
1.2. Máy phát qua trung tần (Two-step Transmitters).....	7
1.3. Máy thu giải điều chế trực tiếp (Homodyne Receivers) .....	7
1.4. Máy thu đôi tần (Hetrodyne Receivers) .....	8
1.5. Máy thu hoàn toàn số (All Digital Receivers).....	9
1.6. Máy thu trung tần số (Digital-IF Receivers) .....	9
<b>2. Các phương thức điều chế</b> .....	<b>10</b>
2.1. Phương thức điều chế PSK.....	10
2.2. Phương thức điều chế MPSK .....	10
2.3. Phương thức điều chế QPSK .....	11
<b>Phần II: MÔ PHỎNG</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Phạm vi mô phỏng</b> .....	<b>17</b>
<b>2. Giới thiệu chung về phần mềm mô phỏng</b> .....	<b>17</b>
<b>3. Giới thiệu các khối</b> .....	<b>18</b>
3.1. Khối đọc dữ liệu và chuyển thành chuỗi nhị phân .....	18
3.2. Khối phát .....	18
3.3. Khối kênh truyền.....	18
3.4. Khối thu .....	19
3.5. Khối chuyển đổi nhị phân thành dữ liệu và lưu kết quả .....	19
<b>4. Giao diện chương trình</b> .....	<b>20</b>
4.1. Giao diện phát.....	20
4.2. Giao diện thu.....	21
<b>5. Kết quả mô phỏng</b> .....	<b>24</b>
5.1. Bên phát.....	24
5.2. Bên thu .....	26
5.2.1. Thu qua kênh AWGN lý tưởng .....	26

5.2.2. Thu qua kênh fading Rayleigh..... 28

**PHẦN 3: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI..... 31**

1. Kết luận ..... 31

2. Hạn chế đề tài..... 31

3. Hướng phát triển của đề tài..... 31

**TÀI LIỆU THAM KHẢO..... 32**

## Mục lục hình

Hình 1: Sơ đồ nguyên lý máy phát trực tiếp .....	6
Hình 2: Sơ đồ nguyên lý máy phát qua trung tần (Two-step Transmitters) .....	7
Hình 3: Sơ đồ nguyên lý máy thu giải điều chế trực tiếp (Homodyne Receivers) .....	7
Hình 4: Sơ đồ nguyên lý máy thu đổi tần (Hetrodyne Receivers) .....	8
Hình 5: Sơ đồ nguyên lý máy thu hoàn toàn số.....	9
Hình 6: Sơ đồ nguyên lý máy thu trung tần số.....	9
Hình 7: Giảm đồ pha .....	12
Hình 8: Mapping.....	12
Hình 9: Ví dụ về điều chế QPSK.....	13
Hình 10: Bộ điều chế QPSK.....	13
Hình 11: Bộ giải điều chế QPSK.....	14
Hình 12: Hàm phân bố Gauss theo lý thuyết và mô phỏng. ....	15
Hình 13: Hàm phân bố Rayleigh .....	16
Hình 14: Sơ đồ khối tổng quan về thu phát vô tuyến qua kênh chỉ có AWGN .....	17
Hình 15: Sơ đồ khối tổng quan về thu phát vô tuyến qua kênh fading phẳng.....	18
Hình 16: Giao diện của chương trình khi bắt đầu chạy .....	20
Hình 17: giao diện của chương trình khi phát thành công .....	21
Hình 18: Giao diện chương trình sau khi thu thành công .....	23
Hình 19: File gui.txt dùng làm tín hiệu phát .....	24
Hình 20: Chòm sao tín hiệu phát đi .....	25
Hình 21: Tín hiệu phát đi ( vẽ demo 20 bit tín hiệu) .....	25
Hình 22: file thu được khi tín hiệu truyền qua kênh AWGN lý tưởng .....	26
Hình 23: Chòm sao tín hiệu thu được qua kênh AWGN lý tưởng .....	27
Hình 24: BER của tín hiệu thu được qua kênh AWGN lý tưởng ( mô phỏng và lý thuyết) .....	27
Hình 25: file thu được khi tín hiệu truyền qua kênh fading Rayleigh .....	28
Hình 26: chòm sao tín hiệu thu được qua kênh fading Rayleigh .....	29
Hình 27: BER của tín hiệu thu được qua kênh fading Rayleigh (mô phỏng và lý thuyết) .....	30

## LỜI MỞ ĐẦU

Hiện nay các hệ thống thu phát thông tin vô tuyến được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Các hệ thống xuất hiện hầu hết trong các lĩnh vực của cuộc sống: trong các hộ gia đình ví dụ như vô tuyến truyền hình, điện thoại di động, các hệ thống Wifi gia đình; trong các cơ quan, công ty như các trạm BTS hoặc các hệ thống viễn thông xuyên quốc gia và quốc tế.

Các hệ thống thông tin vô tuyến vì vậy có vai trò quan trọng trong hệ thống hiện nay. Vì vậy, chúng em đã quyết định chọn đề tài “*Mô phỏng hệ thống thu phát vô tuyến số bằng Matlab*” để thực hiện cho bài tập lớn của môn ‘Thông tin vô tuyến’.

Bài tiểu luận của chúng em gồm 2 phần:

- **Phần 1:** Lý thuyết

Phần này trình bày cơ sở lý thuyết về các hệ thống thu phát vô tuyến nói chung, bao gồm: kiến trúc máy phát, kiến trúc máy thu, các loại điều chế (chủ yếu nói về QPSK), các loại mô hình kênh (kênh AWGN và kênh Fading Rayleigh)

- **Phần 2:** Mô phỏng

Phần này trình bày về phần mềm mô phỏng mà nhóm thực hiện được bằng Matlab.

Chúng em xin cảm ơn PGS.TS Vũ Văn Yên đã tận tình chỉ bảo và giúp đỡ chúng em để chúng em hoàn thành tốt bài tập lớn này.



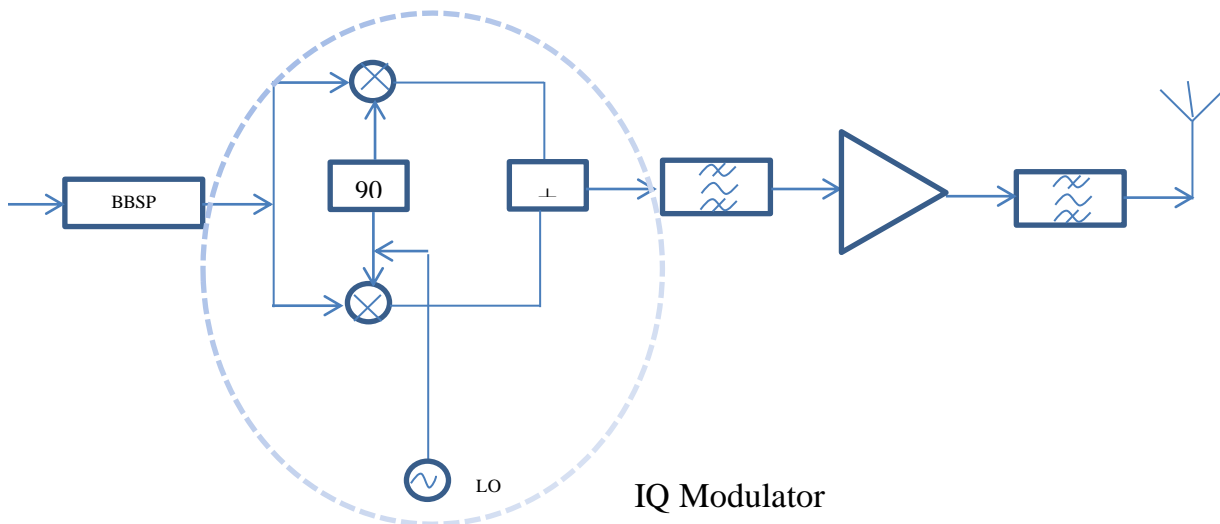
## Phần 1: LÝ THUYẾT

### 1. Giới thiệu về các hệ thống thu phát vô tuyến

Có rất nhiều loại hệ thống thu phát vô tuyến với các loại kiến trúc máy thu và kiến trúc máy phát khác nhau. Sau đây là một vài loại kiến trúc máy thu và kiến trúc máy phát điển hình.

#### 1.1. Máy phát trực tiếp (Direct-Conversion Transmitters)

Sơ đồ nguyên lý:

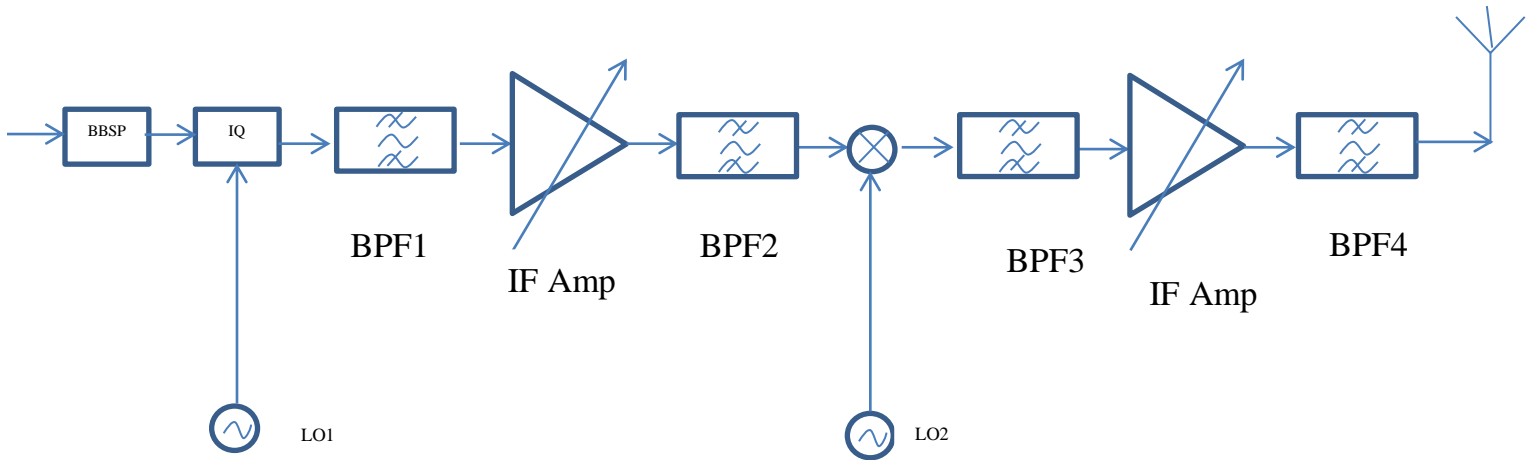


**Hình 1: Sơ đồ nguyên lý máy phát trực tiếp**

Máy phát trực tiếp có ưu điểm là đơn giản vì thế giá thành rẻ. Nhưng nó có nhược điểm là tần số của bộ dao động nội LO chính là tần số cao tần phát, khi bị phản xạ từ anten gây nhiễu cho LO.

### 1.2. Máy phát qua trung tần (Two-step Transmitters)

Sơ đồ nguyên lý:



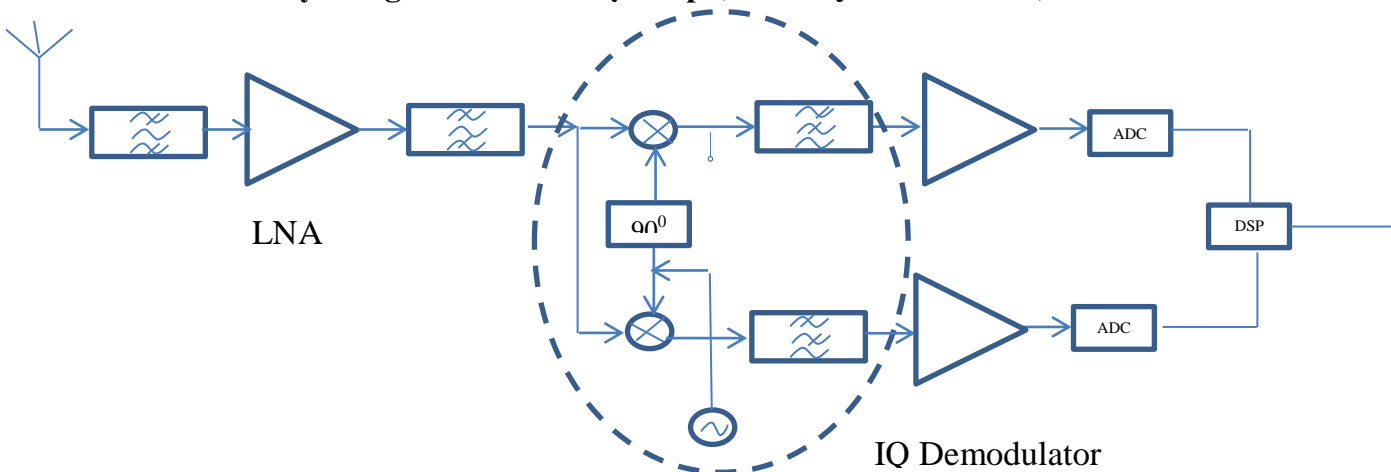
**Hình 2: Sơ đồ nguyên lý máy phát qua trung tần (Two-step Transmitters)**

Để khắc phục nhược điểm của máy phát trực tiếp người ta sử dụng máy phát qua trung tần. Loại kiến trúc máy phát này có ưu điểm là tránh được nhiễu LO do phản xạ.

Tuy nhiên, kiến trúc này có nhược điểm là cần có bộ lọc để lọc tín hiệu không mong muốn ở đầu ra của bộ trộn tần. Và đương nhiên do dùng thêm nhiều thiết bị hơn nên chi phí sẽ đắt hơn.

Ngoài ra cấu trúc này có thể dùng số lần nâng tần nhiều hơn, ví dụ 2 lần. Thông thường vì nâng tần càng nhiều lần thiết bị càng cồng kềnh và chi phí tốn kém. Vì thế người ta thường chỉ nâng tần 2, 3 lần.

### 1.3. Máy thu giải điều chế trực tiếp (Homodyne Receivers)



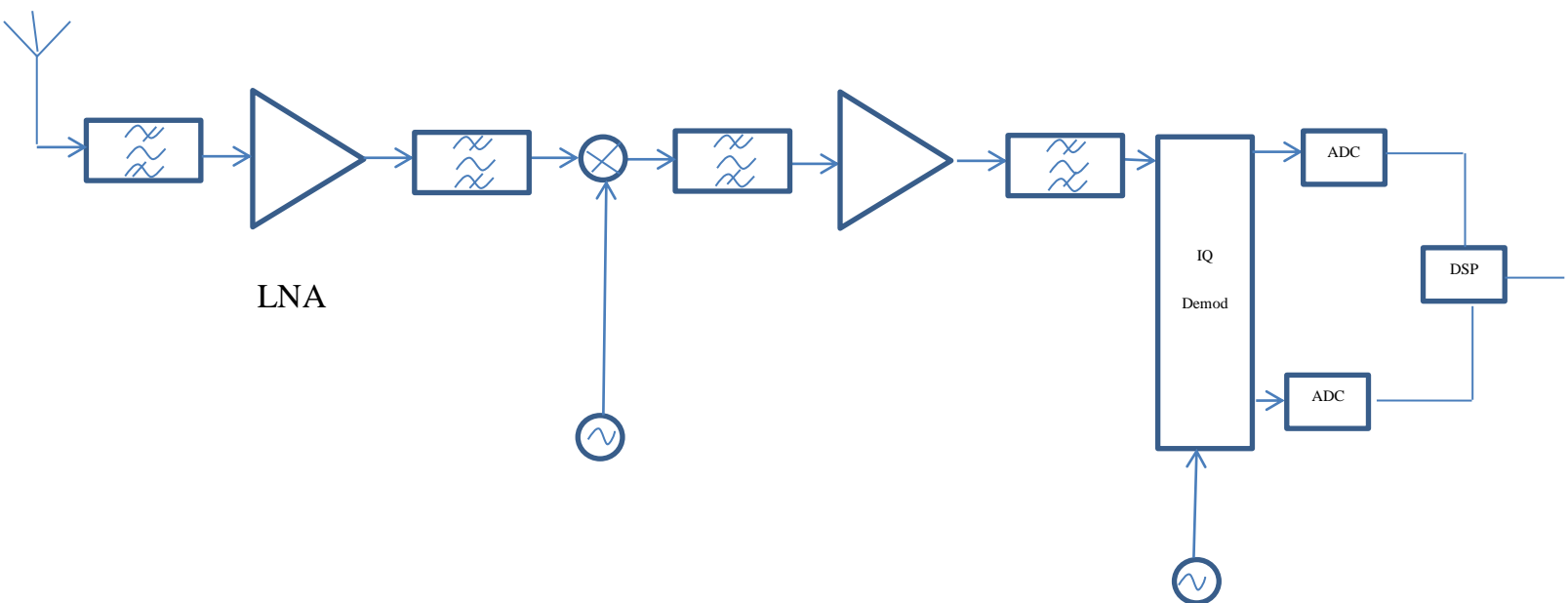
**Hình 3: Sơ đồ nguyên lý máy thu giải điều chế trực tiếp (Homodyne Receivers)**

Loại kiến trúc máy thu này có ưu điểm là đơn giản, dễ tích hợp, công suất thấp. Tuy nhiên, nó có nhược điểm là:

- Xuất hiện thành phần một chiều DC offset. Nguyên nhân là do cách ly giữa 2 cổng của bộ trộn tần.
- I/Q mismatch: do bộ IQ Demodulator hoạt động ở tần số cao nên bộ vuông pha 90 hoạt động không chính xác hoàn toàn và độ suy giảm của nó làm cho biên độ và pha của các tín hiệu không hoàn toàn bằng nhau.
- Độ nhạy kém do bộ lọc băng có dải thông rộng.

#### 1.4. Máy thu đổi tần (Hetrodyne Receivers)

Sơ đồ nguyên lý:



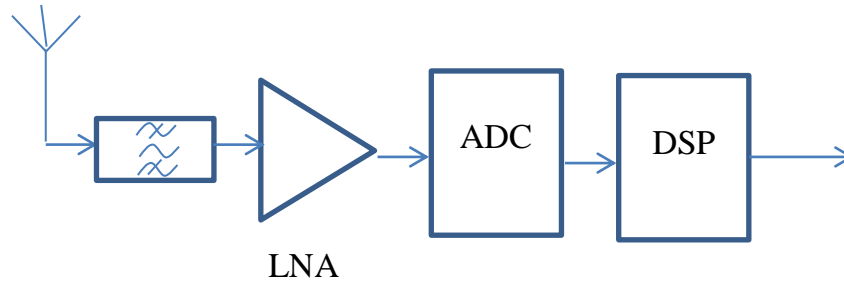
**Hình 4: Sơ đồ nguyên lý máy thu đổi tần (Hetrodyne Receivers)**

Kiến trúc máy thu này có ưu điểm là hạn chế được các nhược điểm của kiến trúc máy thu trực tiếp do tín hiệu là trung tần trước khi vào bộ giải điều chế IQ. Và băng thông BW của tín hiệu hẹp hơn nên chất lượng của máy thu này tốt hơn.

Tuy nhiên cũng giống như máy phát trực tiếp. Nhược điểm của kiến trúc này là công kênh và chi phí cao. Số lần hạ tần khoảng 2, 3 lần do giá thành sản phẩm cao.

### 1.5. Máy thu hoàn toàn số (All Digital Receivers)

Sơ đồ nguyên lý:



**Hình 5:** Sơ đồ nguyên lý máy thu hoàn toàn số

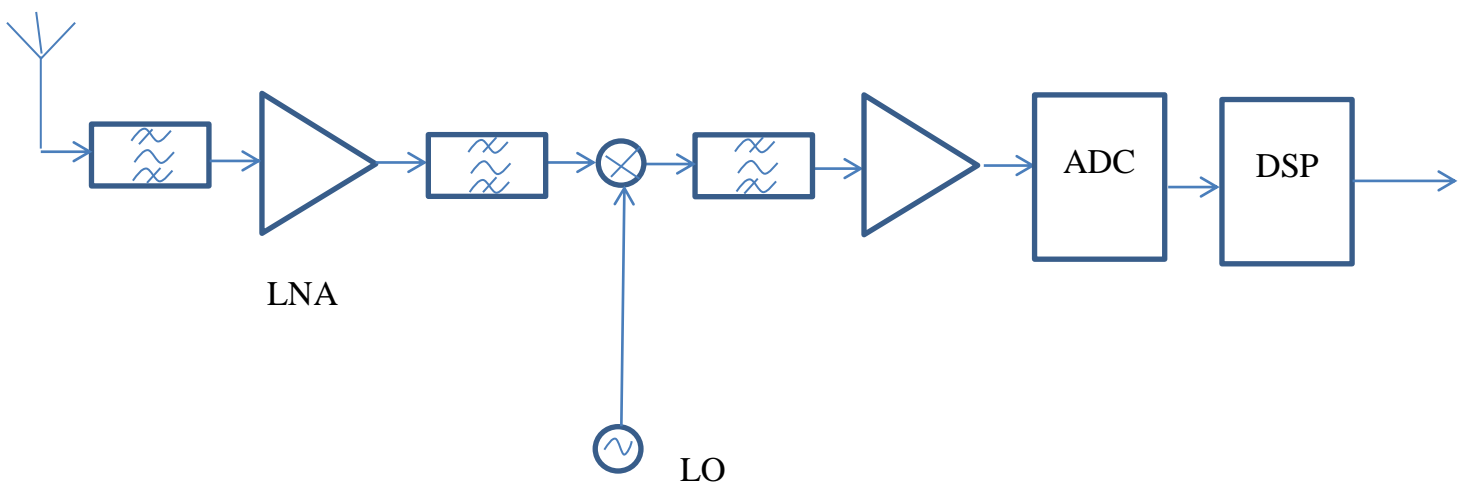
Ưu điểm:

- Kiến trúc đơn giản.
- Linh hoạt có thể tự cấu hình bằng phần mềm.
- Hoạt động ở nhiều băng, nhiều mode (DSP/FPGA)

Nhược điểm:

- Tần số lấy mẫu rất lớn:  $f_s$  phụ thuộc vào B và  $f_0$ . Vì thế dữ liệu đi vào DSP sẽ lớn dẫn tới giá thành DSP sẽ cao và sinh ra hiện tượng Jitter (sai pha do lấy mẫu tần số cao)
- DSP tốc độ xử lý rất cao cũng dẫn tới sai số.

### 1.6. Máy thu trung tần số (Digital-IF Receivers)



**Hình 6:** Sơ đồ nguyên lý máy thu trung tần số

Ưu điểm:

Vì máy thu này thiết kế để hạn chế nhược điểm của máy thu hoàn toàn số nên nó có những ưu điểm như:

- Đầu vào của ADC là tín hiệu tần số thấp hơn do đã hạ tần vì thế tránh được hiện tượng Jitter.
- Giá thành ADC rẻ hơn do tần số làm việc thấp hơn

Nhược điểm:

- Vì có thêm bộ trộn tần nên sẽ bị nhiễu tần số ảnh.

## 2. Các phương thức điều chế

Hiện nay có rất nhiều phương thức điều chế khác nhau được sử dụng trong các hệ thống thu phát vô tuyến ví dụ như ASK, PSK, FSK, QAM ... Các loại điều chế này cũng được chia thành các loại nhỏ hơn: MPSK, MFSK, MQAM, ...

Trong hệ thống chúng em chọn để mô phỏng chúng em sử dụng phương thức điều chế là QPSK. Phương thức này có 1 số ưu điểm hơn các phương pháp khác mà chúng em sẽ trình bày trong phần kế tiếp.

### 2.1. Phương thức điều chế PSK

PSK (Phase-shift keying) là điều chế pha số (điều chế khóa dịch pha). Phương pháp này sử dụng duy nhất một tần số sóng mang và thay đổi pha của sóng mang này để mã hóa tín hiệu.

$$s_i(t) = \begin{cases} A * \cos(2\pi f_c t + \pi) & ; \text{binary } 1 \\ A * \cos(2\pi f_c t) & ; \text{binary } 0 \end{cases}$$

Phương thức điều chế này thường được sử dụng trong truyền dữ liệu ở tốc độ khoảng 2400 bps.

### 2.2. Phương thức điều chế MPSK

MPSK là phương pháp điều chế pha số. Tương tự như PSK hay BPSK, phương pháp này cũng sử dụng duy nhất một tần số sóng mang và thay đổi pha của sóng mang này để mã hóa tín hiệu. Tuy nhiên ở đây sử dụng  $M = 2^n$  pha của tín hiệu để mã hóa.

$$\begin{aligned} s_i(t) &= A * \cos(2\pi f_c t + \theta_i) \\ (0 \leq t \leq T; i &= 1, 2, 3, 4, \dots) \\ \theta_i &= \frac{(2 * i - 1) * \pi}{4} \end{aligned}$$

Phương pháp này có ưu điểm là tận dụng được nhiều băng thông hơn và tăng tốc độ so với phương pháp BPSK. Tuy nhiên nhược điểm của nó là tỉ số tín hiệu trên tạp âm SNR giảm và sẽ dẫn đến tỉ số BER tăng.

### 2.3. Phương thức điều chế QPSK

QPSK là 1 phương pháp MPSK với  $M = 2^2 = 4$ . Phương pháp này cũng chỉ sử dụng một tần số sóng mang duy nhất và sử dụng 4 pha để mã hóa các kí tự.

Nguyên tắc: ở điều chế bpsk thì mỗi sự đảo pha của sóng mang đại diện cho 1 bit thông tin. Còn đối với qpsk thì mỗi sự thay đổi pha của sóng mang sẽ đại diện cho 2 bit thông tin cụ thể:

- ✓ 00:  $5\pi/4$
- ✓ 01:  $3\pi/4$
- ✓ 10:  $7\pi/4$
- ✓ 11:  $\pi/4$

$$s_i(t) = \frac{A}{\sqrt{2}} * I(t) * \cos(2\pi f_c t) - \frac{A}{\sqrt{2}} * Q(t) * \sin(2\pi f_c t)$$

với:

$$-\infty < t < +\infty$$

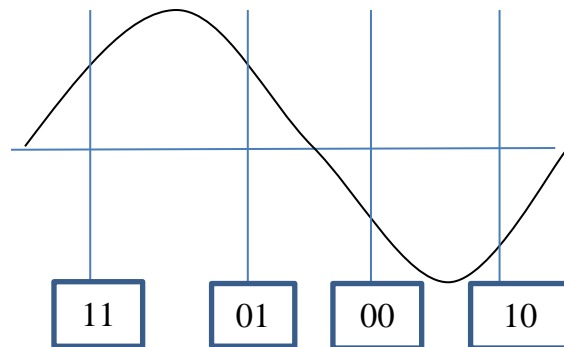
$$I(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} I_k * p(t - kT)$$

$$Q(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} Q_k * p(t - kT)$$

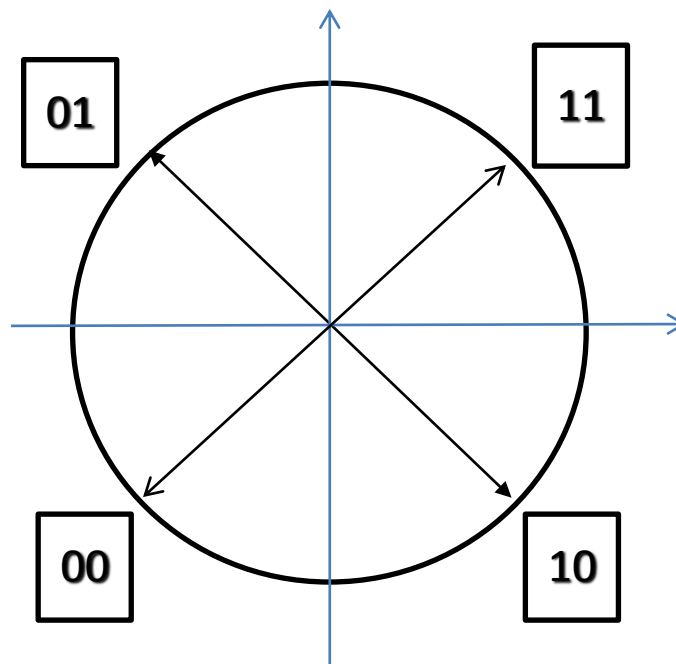
$$I_k \text{ và } Q_k = \pm 1$$

$p(t - kT)$  là các cửa sổ chữ nhật có độ rộng T

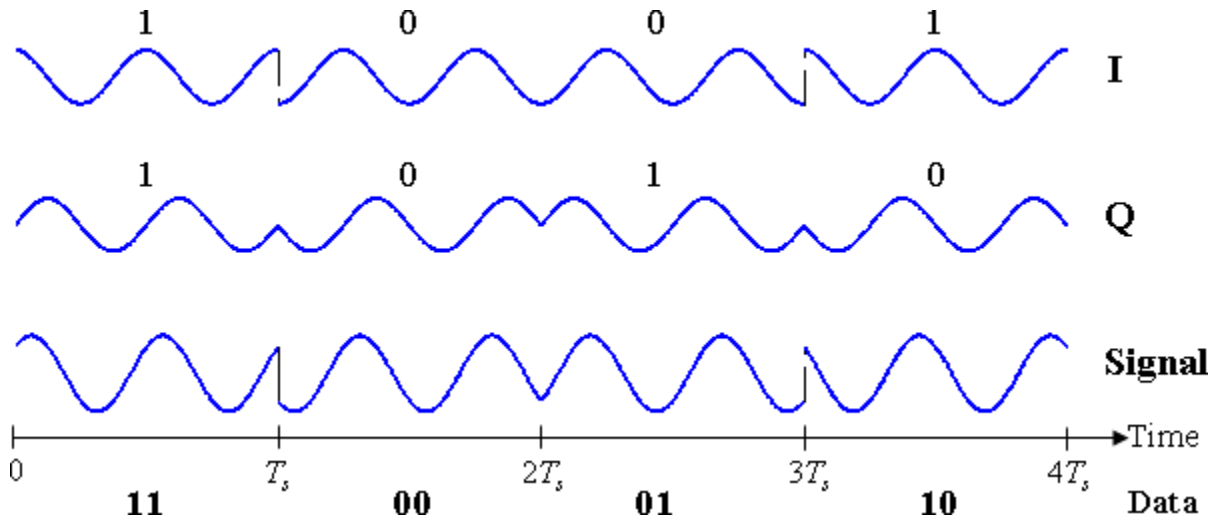
Giản đồ pha và mapping:



**Hình 7: Giảm độ pha**

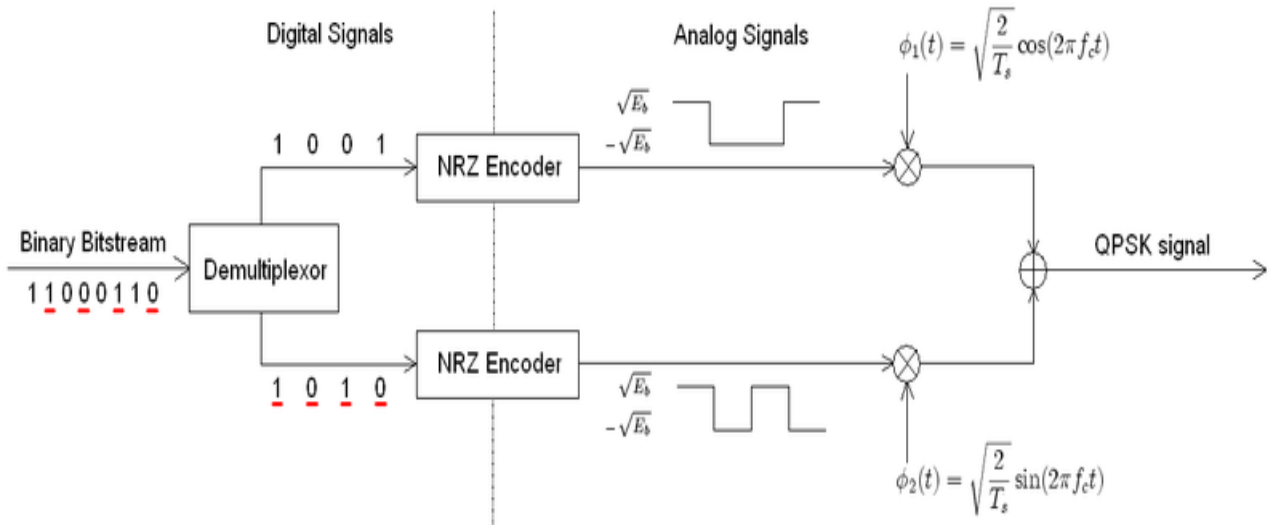


**Hình 8: Mapping**



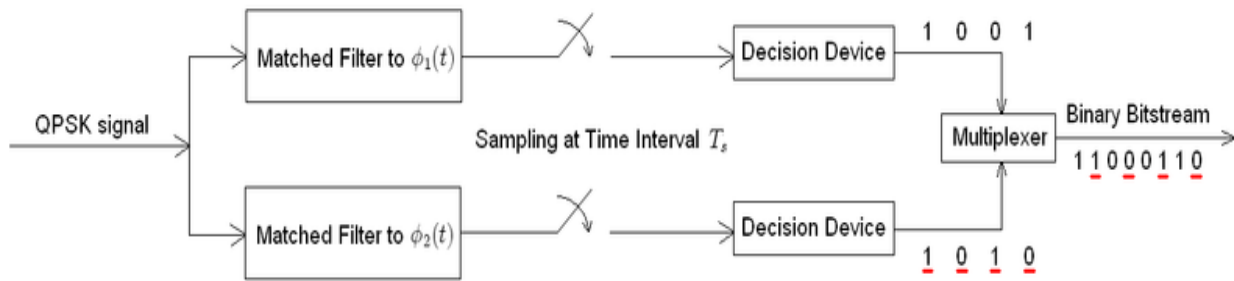
**Hình 9: Ví dụ về điều chế QPSK**

So với các phương pháp MPSK khác thì phương thức điều chế QPSK thường được sử dụng bởi nó tăng được tốc độ so với phương pháp BPSK tuy nhiên tỉ số lỗi bit BER tăng không nhiều.



**Hình 10: Bộ điều chế QPSK**



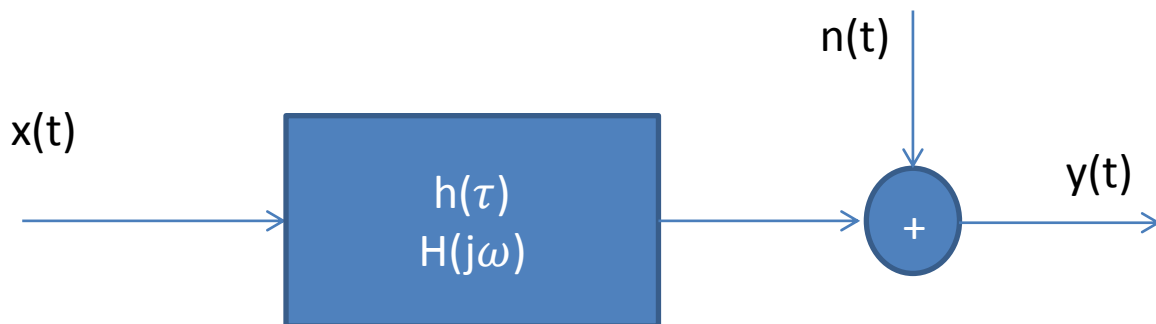


**Hình 11: Bộ giải điều chế QPSK**

### 3. Các mô hình kênh

#### 3.1. Mô hình nhiễu trắng cộng AWGN

Là một mô hình đơn giản chỉ xét đến tạp âm trắng cộng mà chưa xét đến các hiệu ứng của môi trường truyền sóng ví dụ như Fading, hiệu ứng Doppler.



$$y(t) = x(t) * h(t) + n(t)$$

$y(t)$  là tín hiệu nhận được ở máy thu

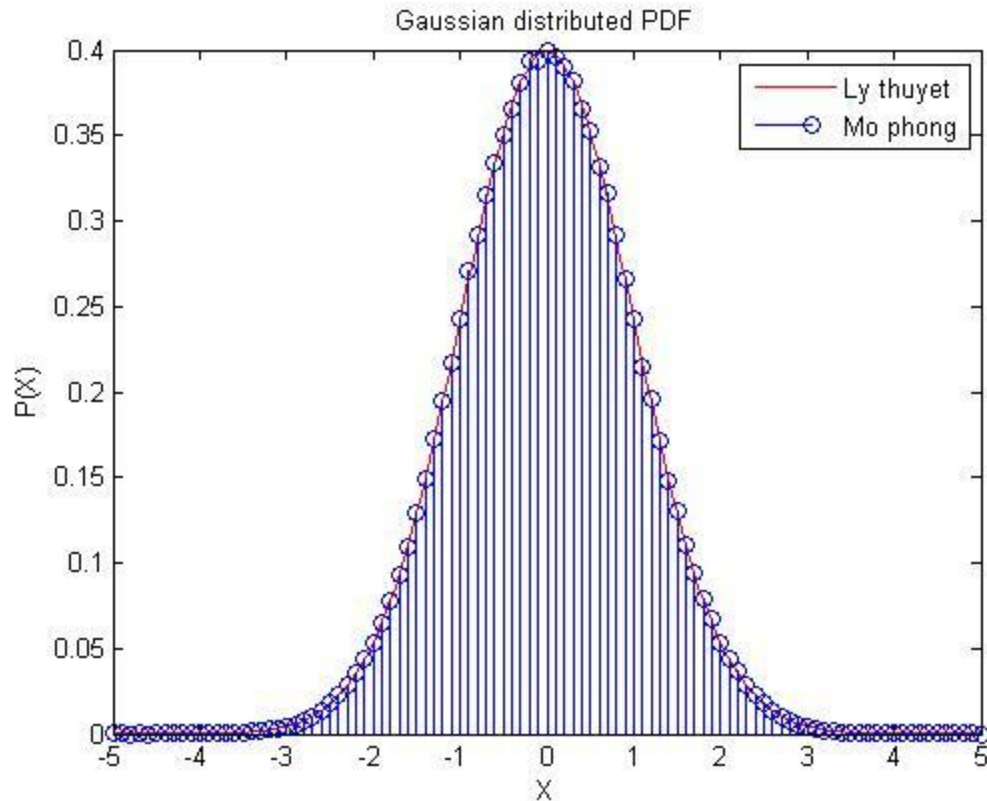
$x(t)$  là tín hiệu phát

$h(\tau) = \sigma(\tau)$

$n(t)$  là nhiễu

Nhiễu trắng là nhiễu có mật độ phổ công suất là hằng số trải dài từ  $-\infty$  đến  $+\infty$  và có hàm mật độ xác suất của biên độ nhiễu là hàm Gauss:

$$p_{\mu}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



**Hình 12: Hàm phân bố Gauss theo lý thuyết và mô phỏng.**

### 3.2. Mô hình kênh Rayleigh:

Hàm truyền đạt của kênh thực chất là một quá trình xác suất phụ thuộc vào cả thời gian và tần số

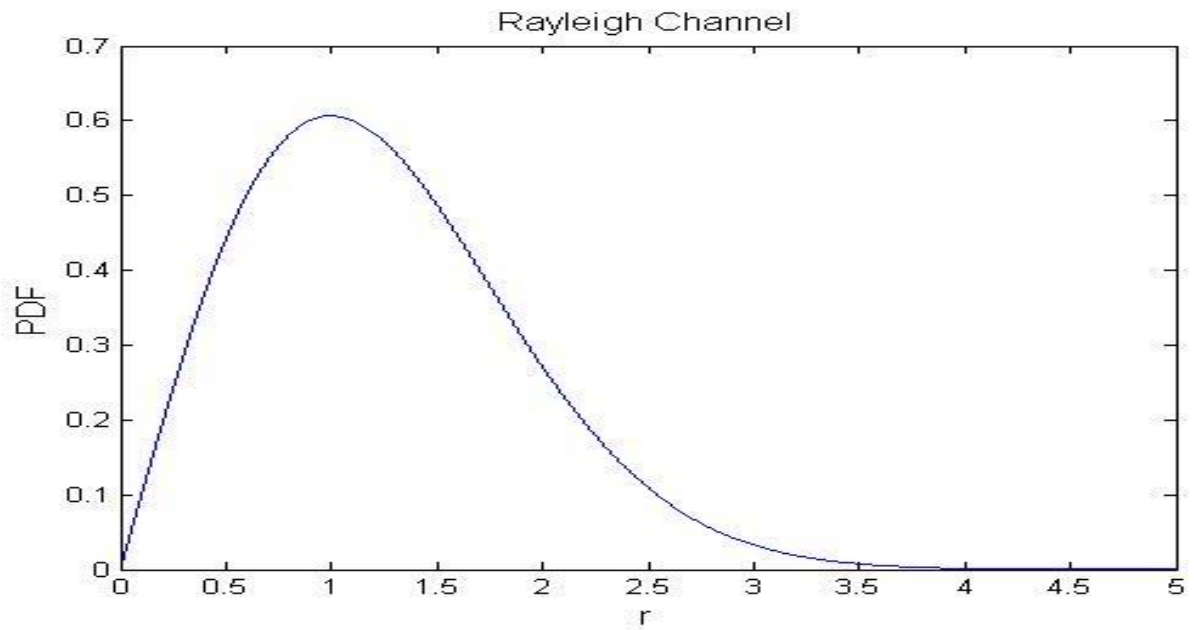
Biên độ hàm truyền đạt của kênh sẽ tuân theo phân bố Rayleigh nếu môi trường truyền dẫn thỏa mãn một số điều kiện:

- ✓ Môi trường truyền dẫn không có tuyến trong tầm nhìn thẳng
- ✓ Tín hiệu nhận được ở máy thu từ vô số hướng phân xạ và khúc xạ khác nhau

Phân bố Rayleigh của biên độ hàm truyền đạt được đưa ra như ở phương trình sau:

$$f_{|y|}(r) = \begin{cases} \frac{r}{\sigma_R^2} * e^{-\frac{r^2}{2\sigma_R^2}} & ; r \geq 0 \\ 0 & ; r = 0 \end{cases}$$

Hình vẽ bằng Matlab:



**Hình 13: Hàm phân bố Rayleigh**

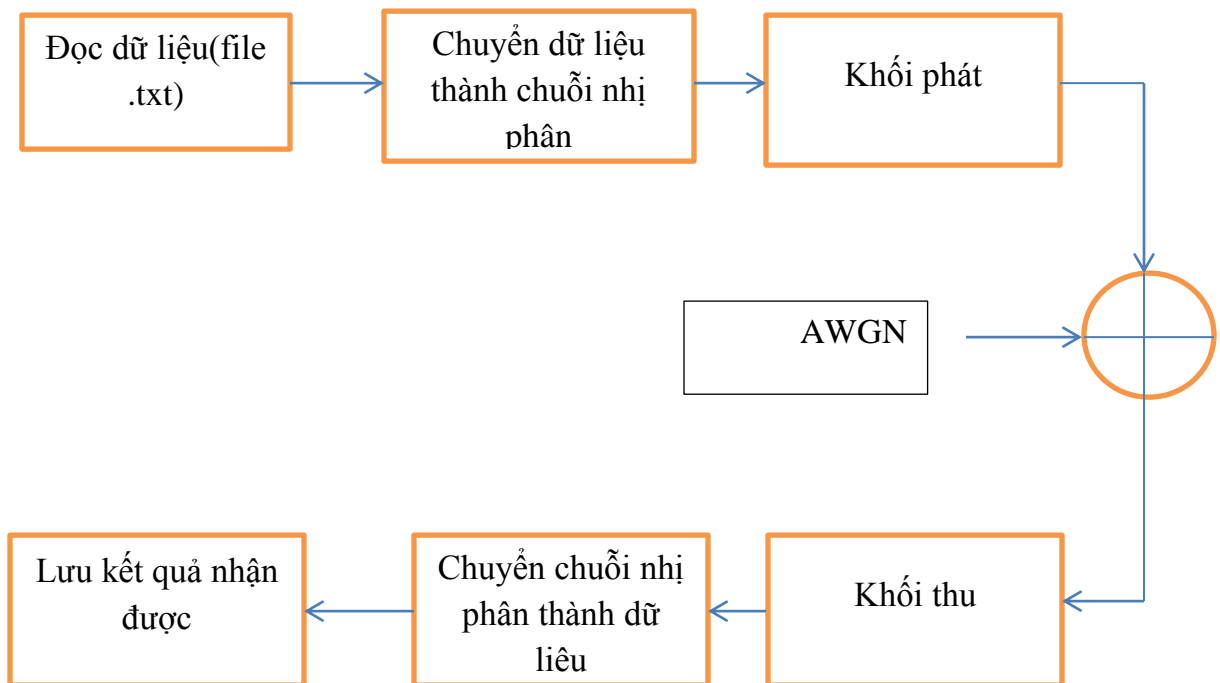
## Phần II: MÔ PHỎNG

### 1. Phạm vi mô phỏng

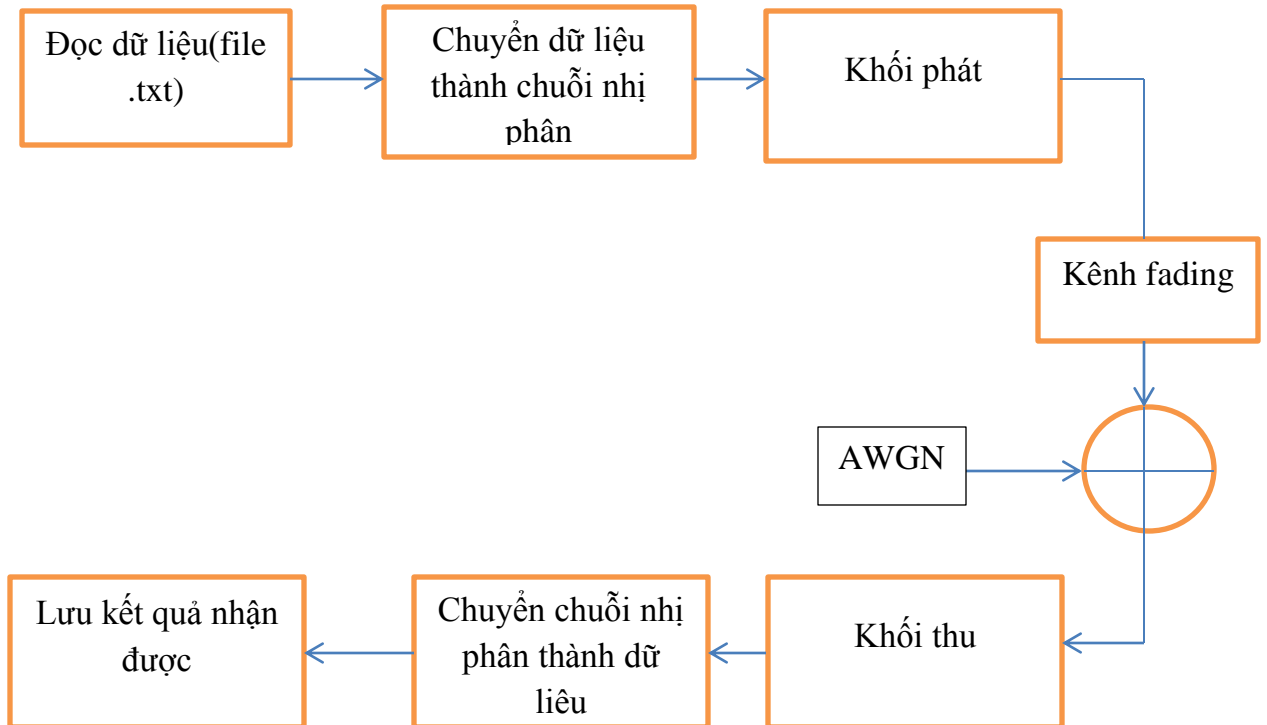
Phần mềm mô phỏng hệ thống thu phát vô tuyến. Hai môi trường truyền dẫn được mô phỏng để so sánh là kênh truyền chỉ có nhiễu trắng (AWGN) và kênh truyền có AWGN và thêm fading phẳng, hiệu ứng Doppler. Tuy nhiên, do hạn chế về thời gian cũng như hạn chế về kiến thức, trong khuôn khổ bài tập lớn này chúng em mới chỉ tạm dừng ở việc mô phỏng phát và thu tín hiệu ở băng tần cơ sở.

### 2. Giới thiệu chung về phần mềm mô phỏng

Phần mềm mô phỏng Matlab 7.0 dùng để mô phỏng hệ thống thu phát vô tuyến với sự hỗ trợ của lập trình giao diện GUIDE tích hợp trong Matlab. Lập trình giao diện GUIDE được chọn bởi tính trực quan của nó với người sử dụng. Trong phần mềm mô phỏng, tín hiệu phát đi là file văn bản dạng .txt. mô hình khối của hệ thống thu phát trong mô phỏng như sau:



**Hình 14: Sơ đồ khối tổng quan về thu phát vô tuyến qua kênh chỉ có AWGN**



**Hình 15: Sơ đồ khối tổng quan về thu phát vô tuyến qua kênh fading phẳng**

### 3. Giới thiệu các khối

#### 3.1. Khối đọc dữ liệu và chuyển thành chuỗi nhị phân

Khối này có nhiệm vụ đọc file văn bản .txt sau đó chuyển dữ liệu thành chuỗi nhị phân nối tiếp. Các tín hiệu này được mã hóa 8 bit.

✓ Ví dụ: xét chuỗi “KSTN” gồm 4 ký tự, mã hóa 8 bit sẽ tạo thành chuỗi nhị phân 32 bit nối tiếp.

KSTN → Mã ASCII: 75 83 84 78 → Mã nhị phân:  $A = [0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0]$

#### 3.2. Khối phát

Dữ liệu đầu vào là chuỗi bit nhị phân nối tiếp, dữ liệu ra là tín hiệu được điều chế QPSK (như phần lý thuyết đã trình bày – tín hiệu ở dạng phức) ở băng tần cơ sở. Sau đó dữ liệu này được đưa đến kênh truyền.

#### 3.3. Khối kênh truyền

Bài mô phỏng thực hiện với 2 mô hình kênh là kênh truyền chỉ có AWGN (không tính đến fading, Doppler) và kênh có nhiễu AWGN và có tính đến fading phẳng, hiệu ứng Doppler.

Trong kênh truyền thứ nhất, tín hiệu sau khi phát được cộng với nhiễu Gauss rồi cho vào khối thu.

Ở kênh truyền thứ 2 có xét đến ảnh hưởng của multipath Rayleigh fading, với tần số lấy mẫu là 270800 Hz và tần số Doppler cực đại là 91Hz. Kênh truyền này cũng chịu ảnh hưởng của nhiễu Gauss.

ở cả 2 trường hợp mô phỏng, tỉ số tín hiệu trên tạp âm đều được lấy mặc định là  $SNR = 8dB$ .

### **3.4. Khối thu**

Tùy thuộc vào loại kênh truyền mà có thuật toán thu thích hợp.

Trường hợp kênh chỉ có nhiễu AWGN thì khá đơn giản, tín hiệu thu giải điều chế bằng thuật toán ra quyết định để thu được chuỗi bit đầu ra.

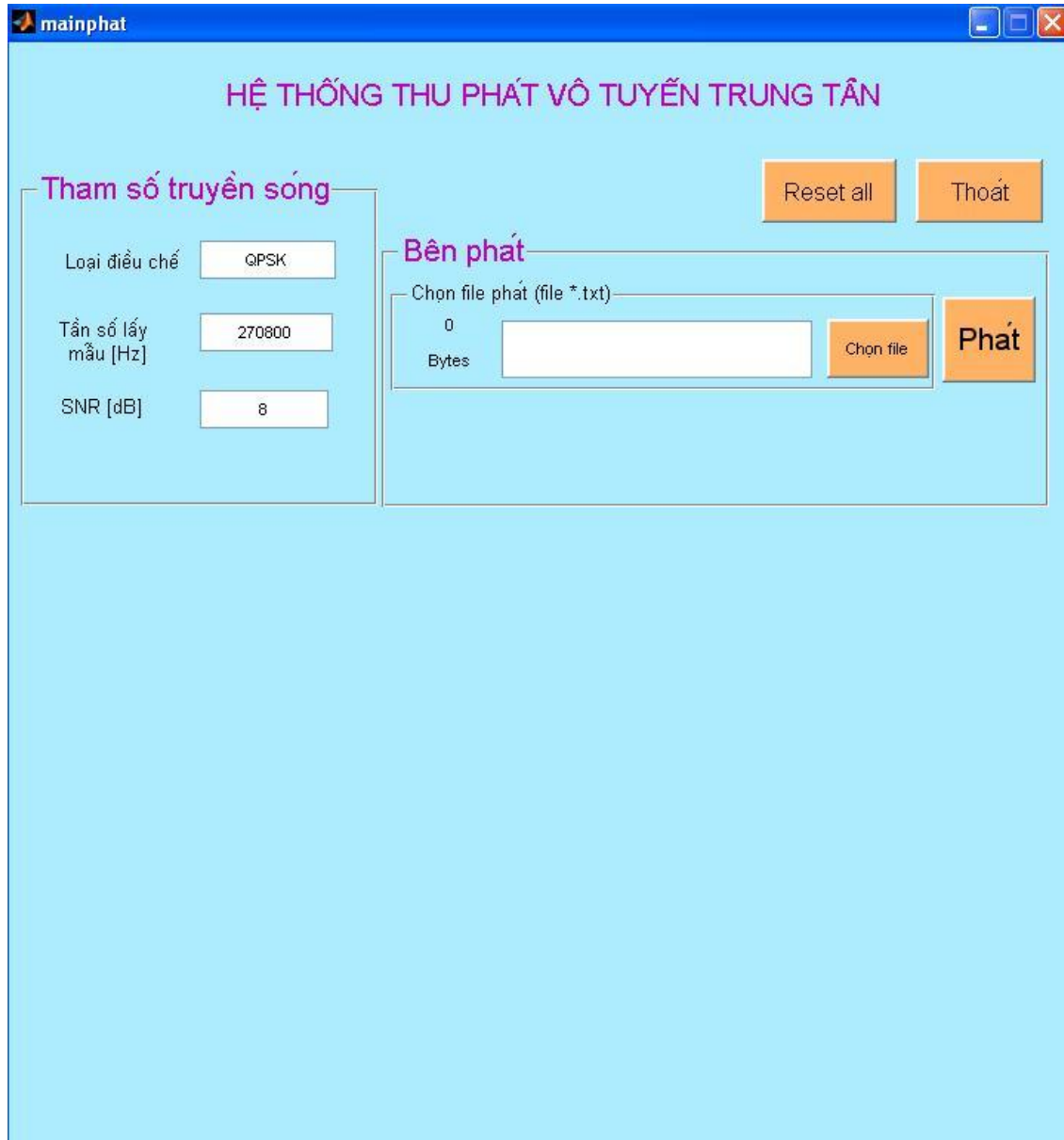
Trường hợp kênh có tính đến fading phẳng, do kênh truyền bị ảnh hưởng của fading nên tín hiệu phát qua kênh truyền bị quay pha và biên độ cũng bị thay đổi do nhiễu. Do đó, trước khi tín hiệu được cho vào khối giải điều chế thì nó được xử lý bởi phương pháp cân bằng cân. Sau đó tín hiệu sẽ được vào khối giải điều chế và thu được chuỗi bit đầu ra.

### **3.5. Khối chuyển đổi nhị phân thành dữ liệu và lưu kết quả**

Chuỗi nhị phân thu được từ khối giải điều chế được gom lại thành 8 bit một và chuyển sang mã ASCII rồi dùng hàm 'luufile.m' lưu dữ liệu vào file .txt đã được chọn.

## 4. Giao diện chương trình

### 4.1. Giao diện phát



**Hình 16: Giao diện của chương trình khi bắt đầu chạy**

- ❖ Box tham số truyền sóng: hiển thị các thông số liên quan đến truyền tín hiệu.

Loại điều chế: phương pháp QPSK (không thay đổi được)

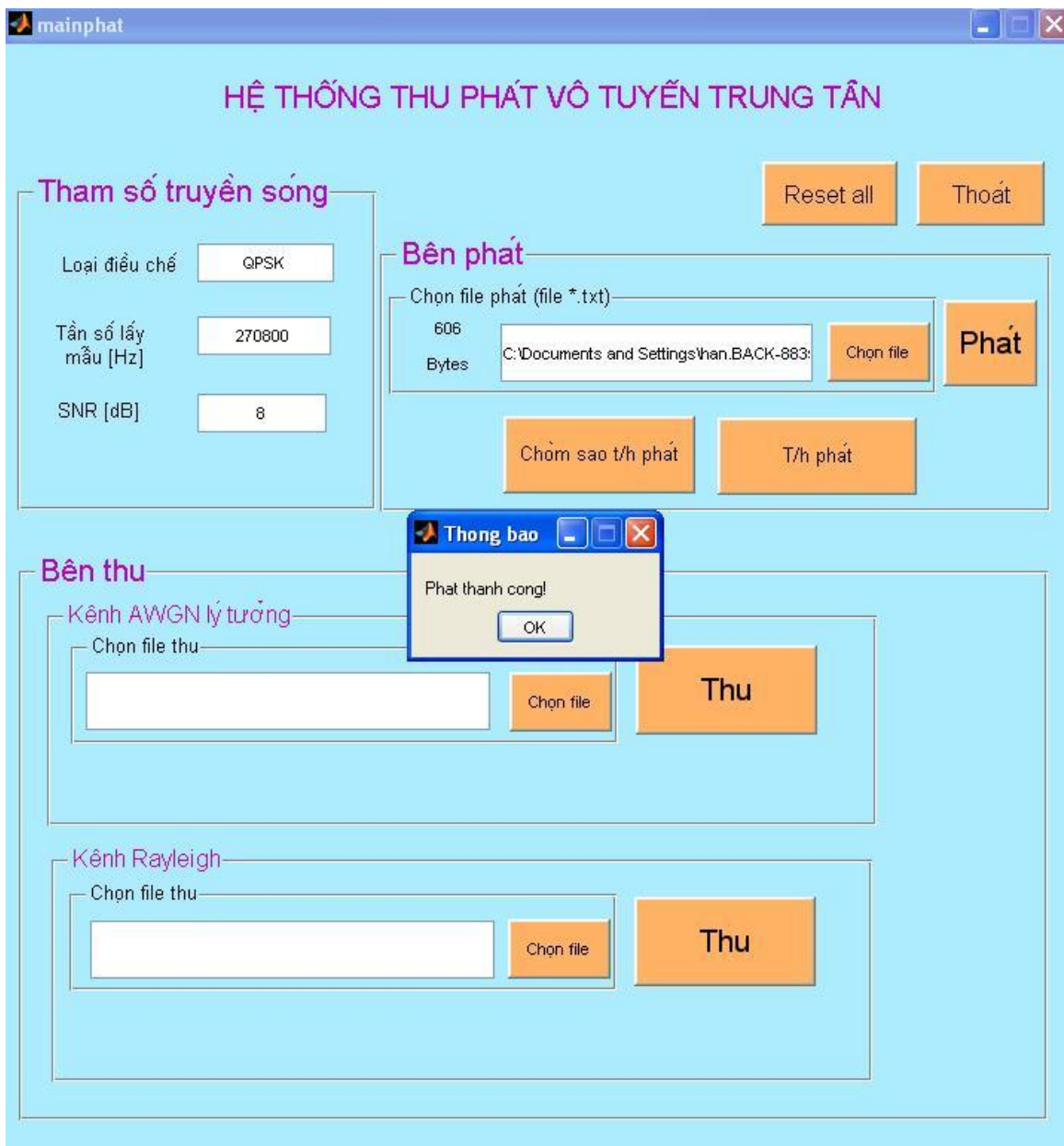
Tần số lấy mẫu: giá trị này có thể thay đổi được

SNR: tỉ số tín hiệu trên tạp âm ( có thể thay đổi giá trị)

- ❖ Box bên phát: cho phép lựa chọn file \*.txt để phát
- ❖ Nút Reset all: cho phép người dùng bắt đầu lại từ đầu
- ❖ Nút thoát: cho phép người dùng thoát khỏi chương trình mô phỏng

#### 4.2. Giao diện thu

Sau khi chọn file để truyền xong, bấm Phát, file dữ liệu sẽ được truyền đi. Kết thúc bằng thông báo “phat thanh cong” và hiển thị các Box bên thu.



Hình 17: giao diện của chương trình khi phát thành công



Nút chòm sao tín hiệu phát : hiển thị chòm sao của tín hiệu được phát đi

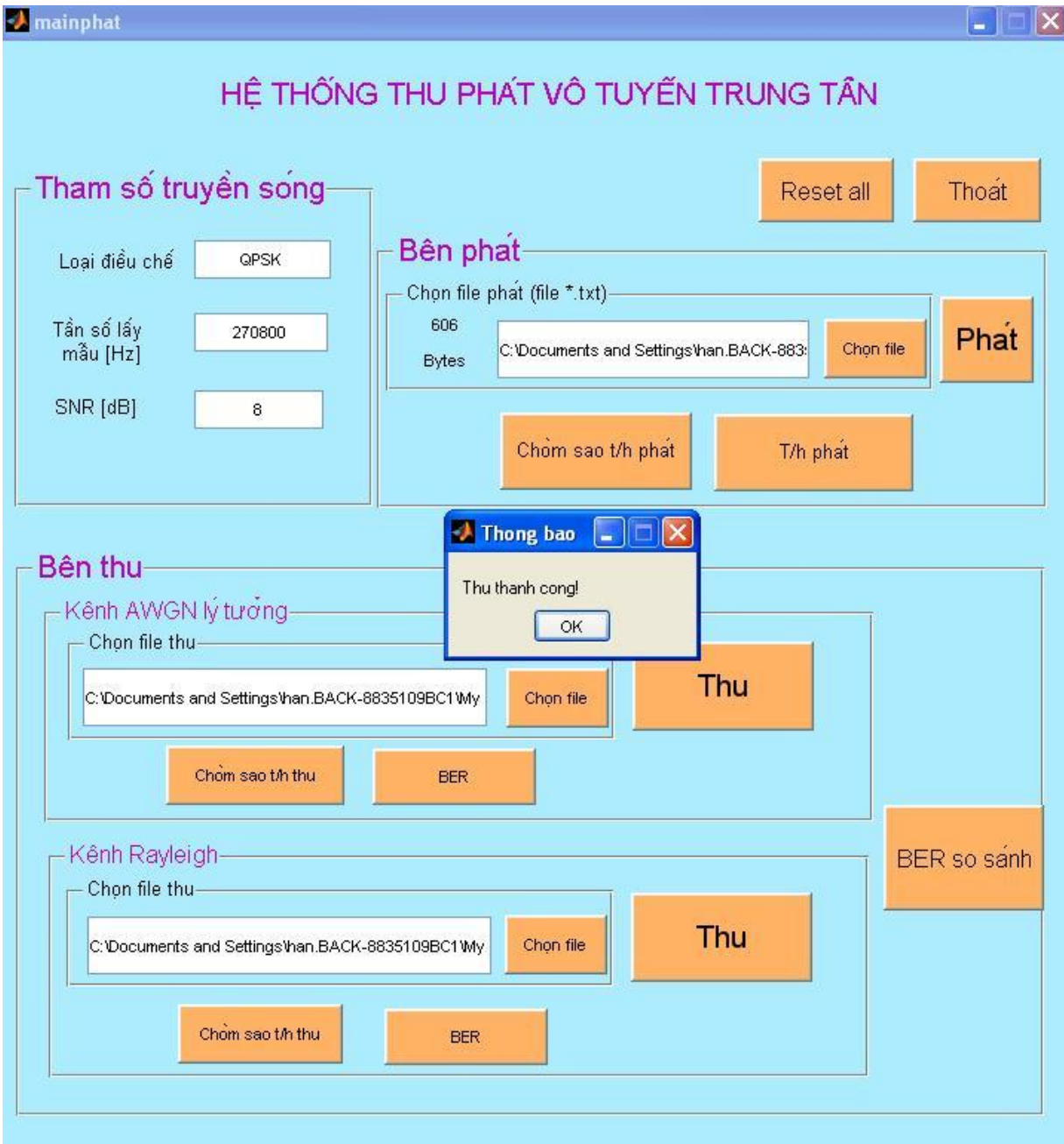
- ❖ Nút t/h phát: vẽ tín hiệu dạng nhị phân của tín hiệu được phát đi (vẽ demo 20 bit tín hiệu)

Sau khi phát thành công, ta bắt đầu lựa chọn file để thu tín hiệu:

Phía bên thu được thiết kế thành 2 box riêng biệt, 1 box dùng cho mô phỏng tín hiệu được truyền qua kênh AWGN lý tưởng( không có fading, Doppler), box còn lại được dùng cho mô phỏng khi tín hiệu truyền qua kênh fading Rayleigh. Tuy nhiên , tính năng của các nút là tương tự nhau:

- ❖ Nút chọn file: cho phép chọn file để lưu dữ liệu thu được (dạng file .txt)
- ❖ Nút Thu: được sử dụng sau khi đã chọn đường dẫn đến file lưu. Nút này dùng để bắt đầu quá trình lưu dữ liệu
- ❖ Nút chòm sao t/h thu: vẽ chòm sao tín hiệu thu được ( đối với kênh trường hợp 1) và tín hiệu thu được sau khi thực hiện cân bằng kênh ( đối với kênh trường hợp 2).
- ❖ Nút BER: vẽ tỉ lệ lỗi bit của tín hiệu thu được ; vẽ theo BER theo lý thuyết ( công thức toán học) và BER theo thực tế ( từ tỷ lệ lỗi bit tín hiệu sau giải điều chế và tín hiệu phát đi).

Sau khi thực hiện thu thành công với cả 2 trường hợp thì sẽ có thông báo thu thành công và xuất hiện nút “BER so sánh” dùng để so sánh tỉ lệ lỗi bit khi truyền qua 2 kênh.

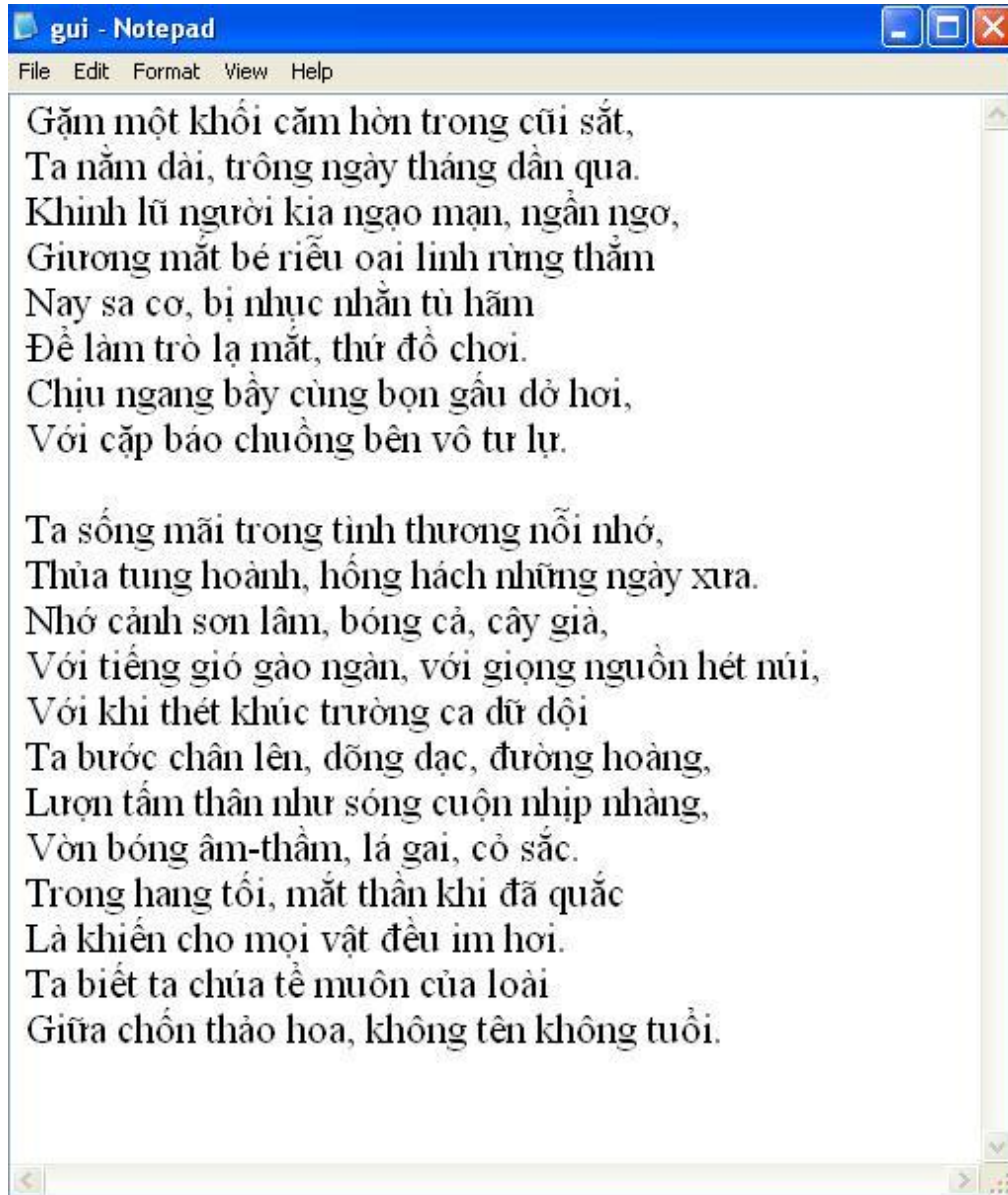


Hình 18: Giao diện chương trình sau khi thu thành công

## 5. Kết quả mô phỏng

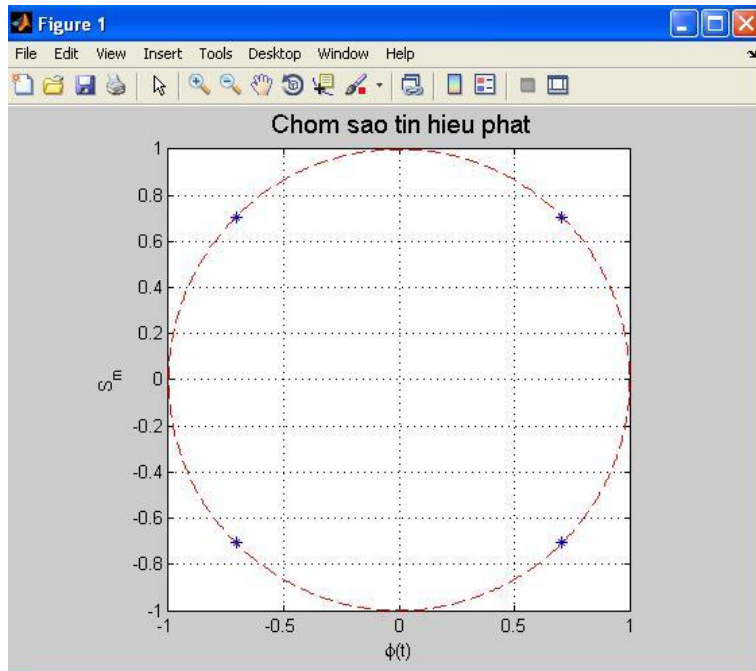
### 5.1. Bên phát

Phía bên phát file “gui.txt” được chọn để phát

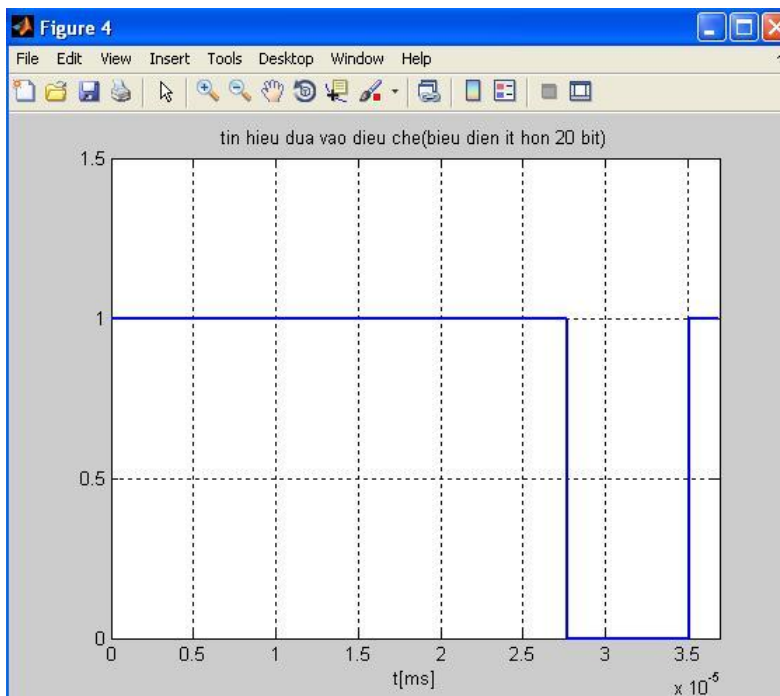


Hình 19: File gui.txt dùng làm tín hiệu phát

Sau khi phát thành công, sử dụng nút chòm sao t/h phát cho ta xem chòm sao tín hiệu được phát đi



Hình 20: Chòm sao tín hiệu phát đi

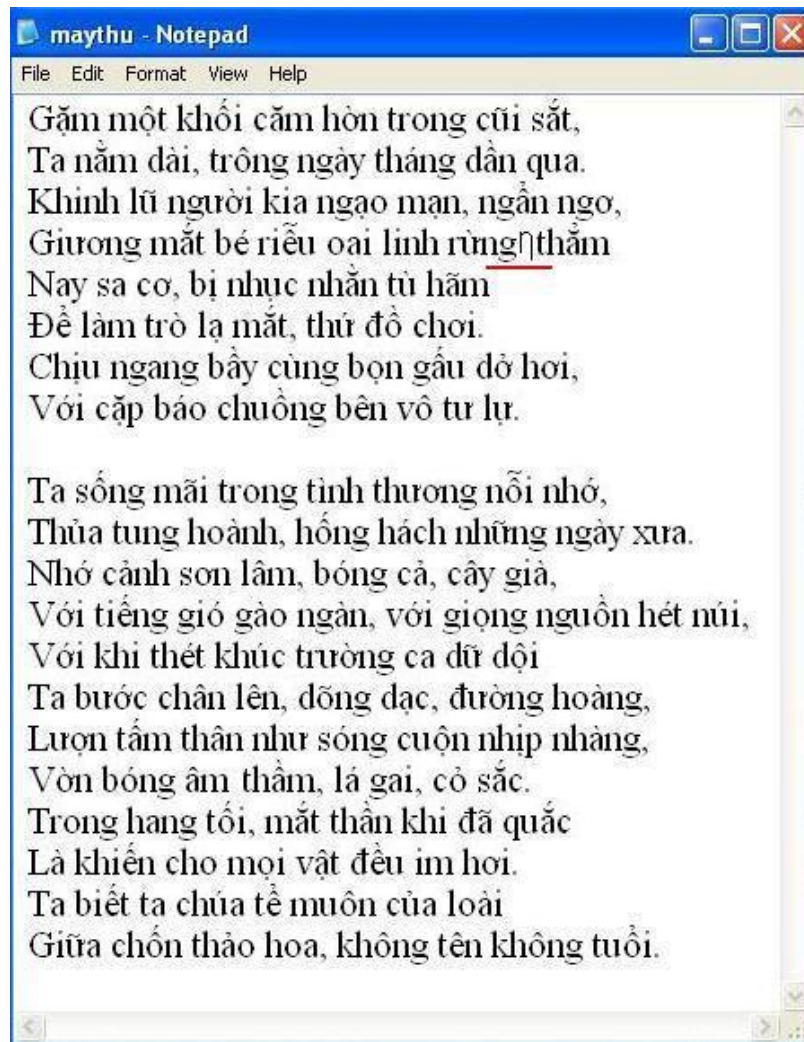


Hình 21: Tín hiệu phát đi ( vẽ demo 20 bit tín hiệu)

## 5.2. Bên thu

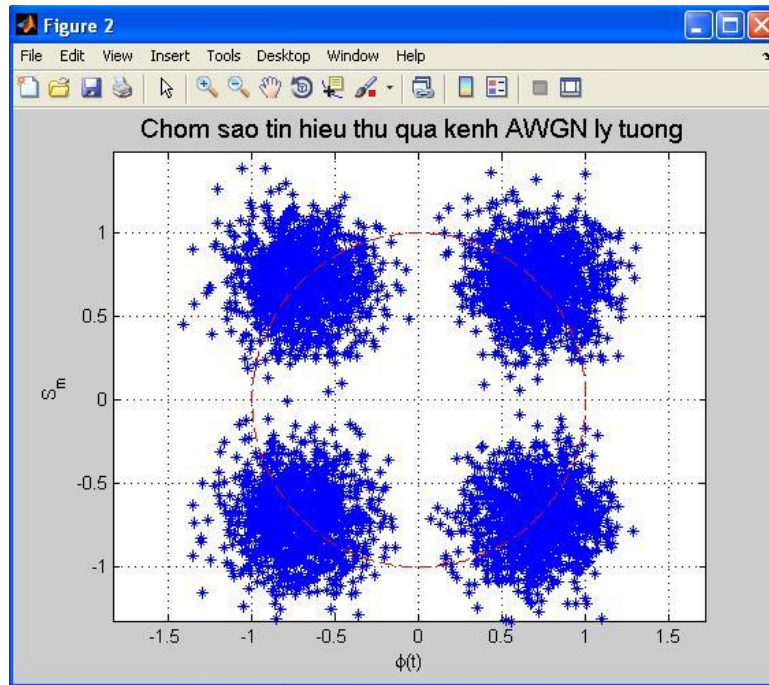
### 5.2.1. Thu qua kênh AWGN lý tưởng

Sau khi chọn file lưu, bấm nút thu để bắt đầu thu. Trong chương trình mô phỏng tín hiệu thu được sẽ được lưu vào file “maythu.txt”. Sau khi thu xong, ta mở file “maythu.txt” xem kết quả thu được

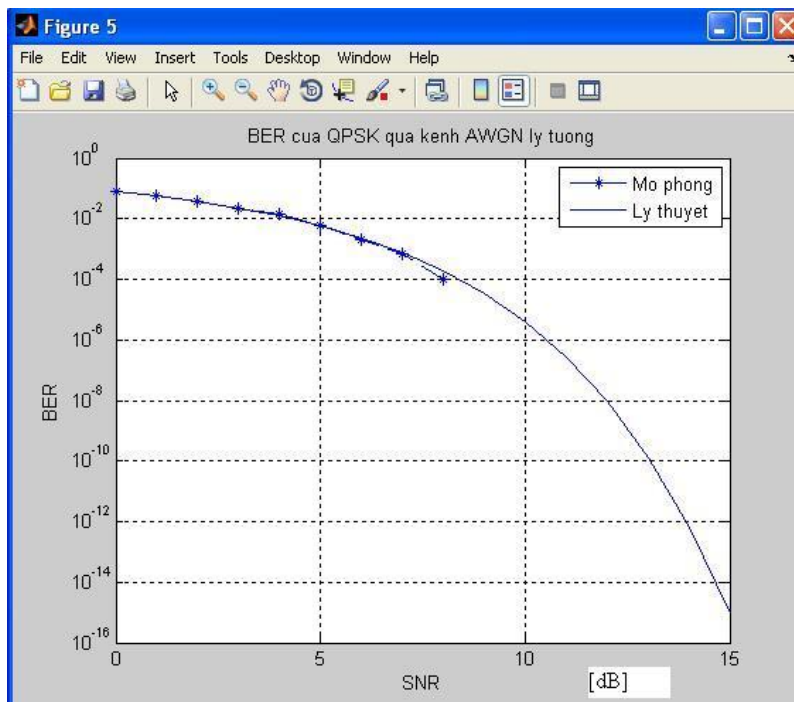


Hình 22: file thu được khi tín hiệu truyền qua kênh AWGN lý tưởng

Ta có thể xem chòm sao tín hiệu thu được trước khi giải điều chế cũng như tỉ số lỗi bit (BER)



Hình 23: Chòm sao tín hiệu thu được qua kênh AWGN lý tưởng



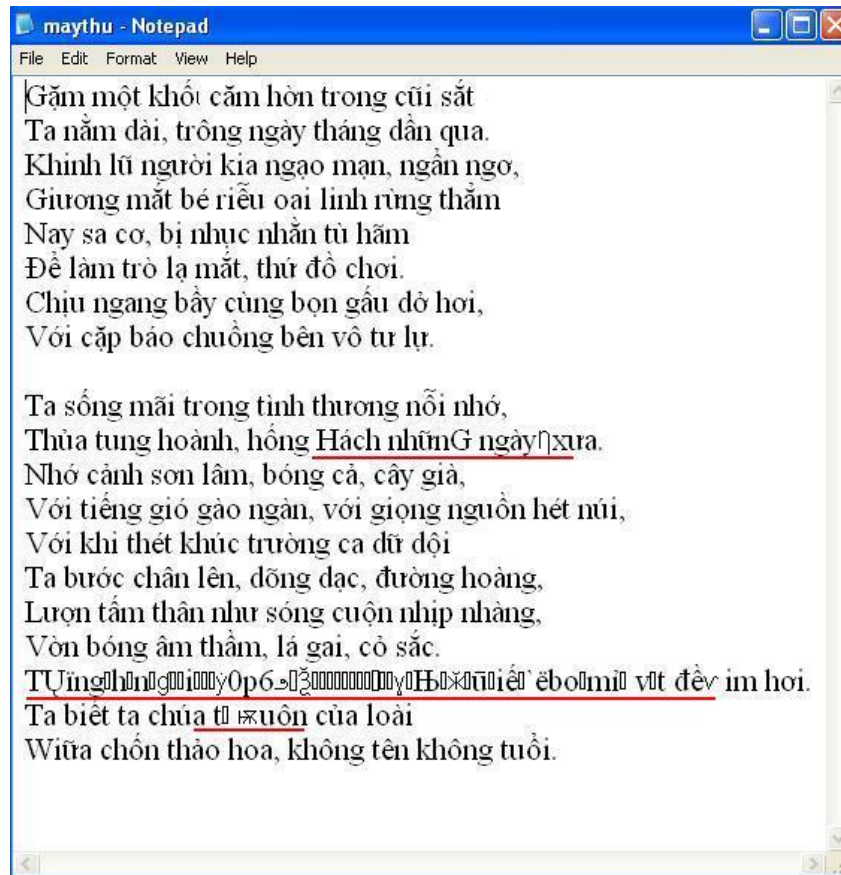
Hình 24: BER của tín hiệu thu được qua kênh AWGN lý tưởng ( mô phỏng và lý thuyết)

Nhận xét:

- ✓ Từ file “maythu.txt” thu được ta thấy tín hiệu qua kênh AWGN lý tưởng có tỉ lệ lỗi bit khá nhỏ. Chỉ có 1 vài kí tự bị lỗi. Đó là do tín hiệu truyền đi chỉ bị ảnh hưởng của nhiễu Gauss mà chưa xét đến ảnh hưởng của fading cũng như dịch phổ Doppler
- ✓ Chòm sao tín hiệu thu được mặc dù có sự dịch pha so với tín hiệu gốc nhưng sự dịch pha đó là không đáng kể để ảnh hưởng nhiều đến quá trình giải điều chế
- ✓ BER được mô phỏng trong kênh truyền này khá phù hợp với kết quả lý thuyết.

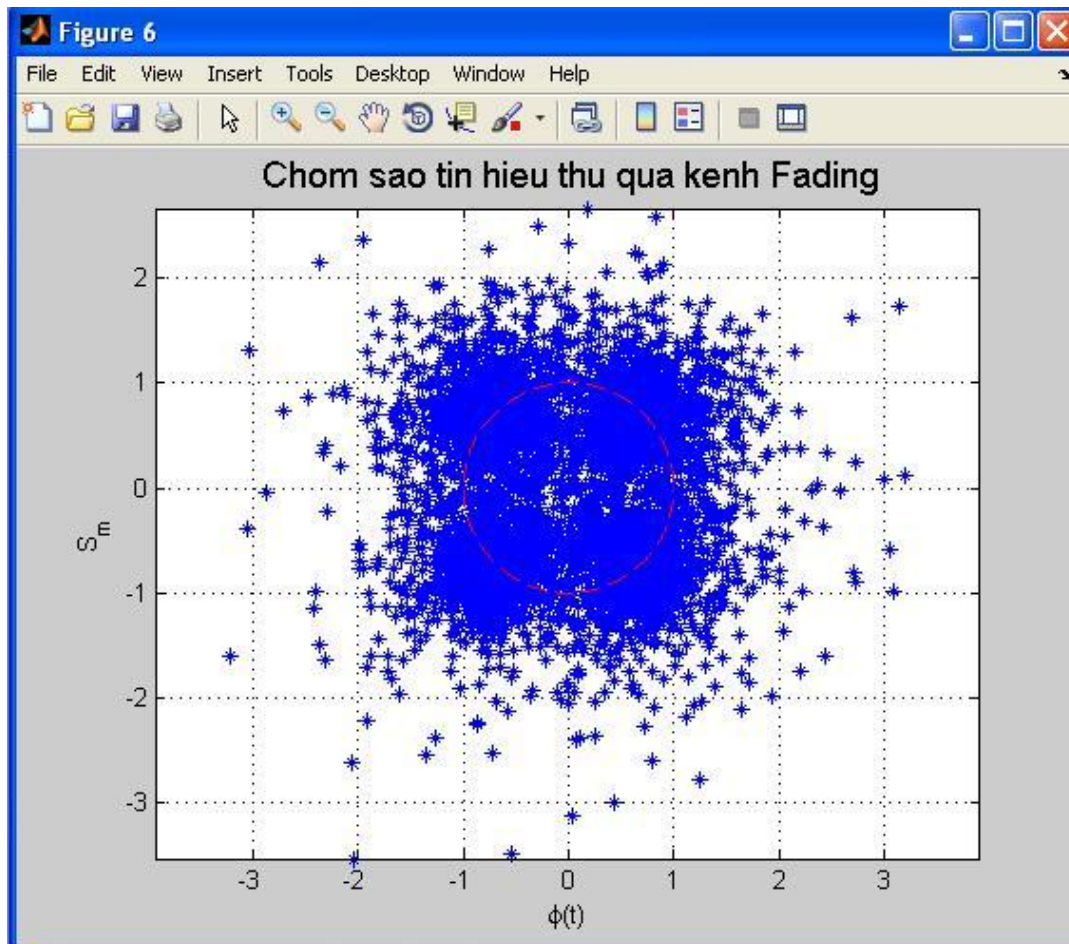
### 5.2.2. Thu qua kênh fading Rayleigh

Sau khi chọn file lưu, bấm nút thu để bắt đầu thu. Trong chương trình mô phỏng tín hiệu thu được sẽ được lưu vào file “ maythu.txt”. Sau khi thu xong, ta mở file “maythu.txt” xem kết quả thu được



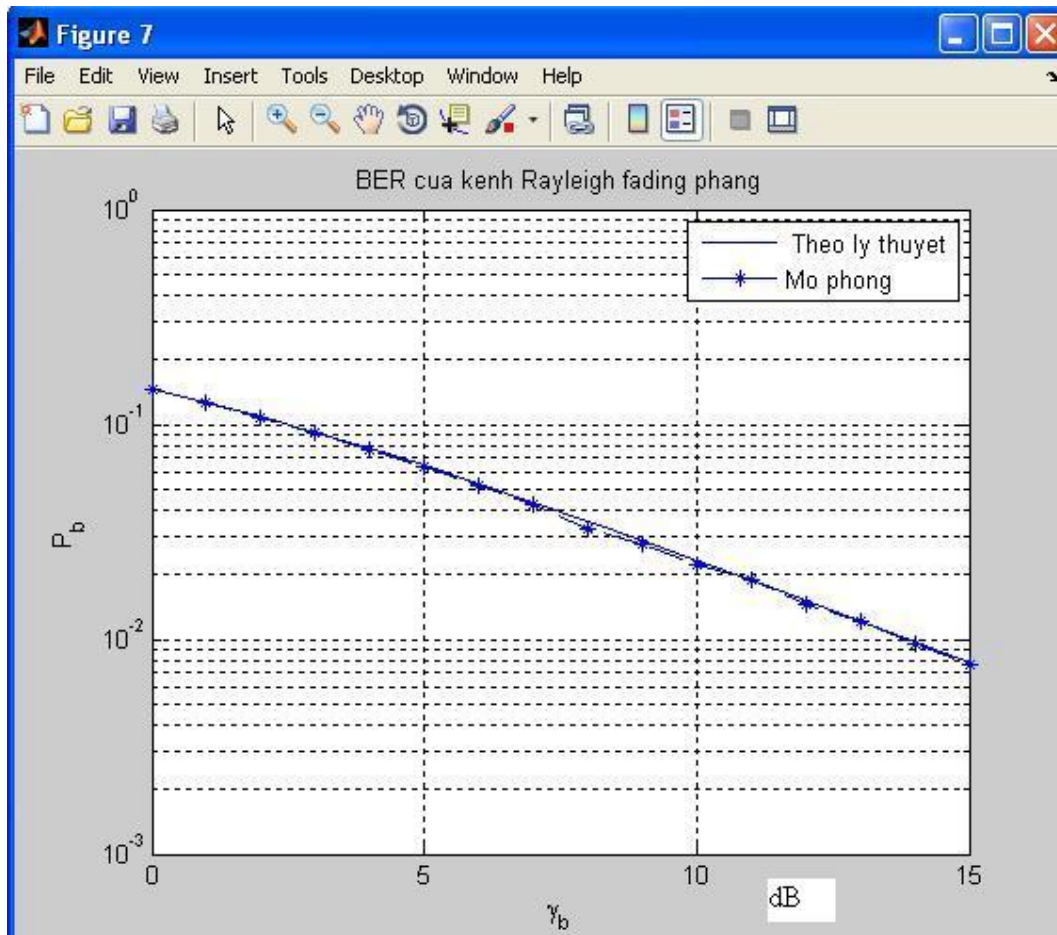
**Hình 25: file thu được khi tín hiệu truyền qua kênh fading Rayleigh**

Ta có thể xem chòm sao tín hiệu thu được trước khi giải điều chế cũng như tỉ số lỗi bit (BER)



Hình 26: chòm sao tín hiệu thu được qua kênh fading Rayleigh





**Hình 27: BER của tín hiệu thu được qua kênh fading Rayleigh (mô phỏng và lý thuyết)**

Nhận xét:

- ✓ Từ file “maythu.txt” thu được ta thấy tín hiệu qua kênh fading có tỉ lệ lỗi bit khá lớn. Điều này là do tín hiệu ngoài ảnh hưởng của nhiễu Gauss còn chịu ảnh hưởng của multipath fading và hiệu ứng Doppler.
- ✓ Chòm sao tín hiệu thu được có sự dịch pha đáng kể, có nhiều symbol bị dịch pha đến gần ranh giới giữa 2 vùng khác nhau gây nhầm lẫn trong quá trình giải điều chế.
- ✓ BER được mô phỏng trong kênh truyền này có giá trị khá lớn tuy nhiên vẫn khá phù hợp với lý thuyết.

### **PHẦN 3: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI**

#### **1. Kết luận**

Qua thời gian ít ỏi nghiên cứu tìm tòi, thông qua bài báo cáo này chúng em đã trình bày vắn tắt về ưu nhược điểm của một số cấu trúc thu phát dùng trong thông tin vô tuyến số, lý thuyết cơ bản về điều chế QPSK, bên cạnh đó là 2 loại mô hình kênh truyền và ảnh hưởng của nó đối với tín hiệu truyền qua. Trong phần mô phỏng chúng em đã tiến hành truyền dạng tín hiệu ở dạng file .txt sau ở phía thu sẽ thu lại và đánh giá chòm sao tín hiệu thu cũng như tỉ lệ lỗi bit. Ở mỗi trường hợp có rút ra nhận xét đánh giá chất lượng kênh truyền.

#### **2. Hạn chế đề tài**

Trong phần lý thuyết có thể còn một số nội dung trình bày chưa được rõ ràng, chi tiết, hợp lý. Trong phần mô phỏng chúng em mới chỉ dừng lại ở việc truyền tín hiệu ở dạng file .txt.

#### **3. Hướng phát triển của đề tài**

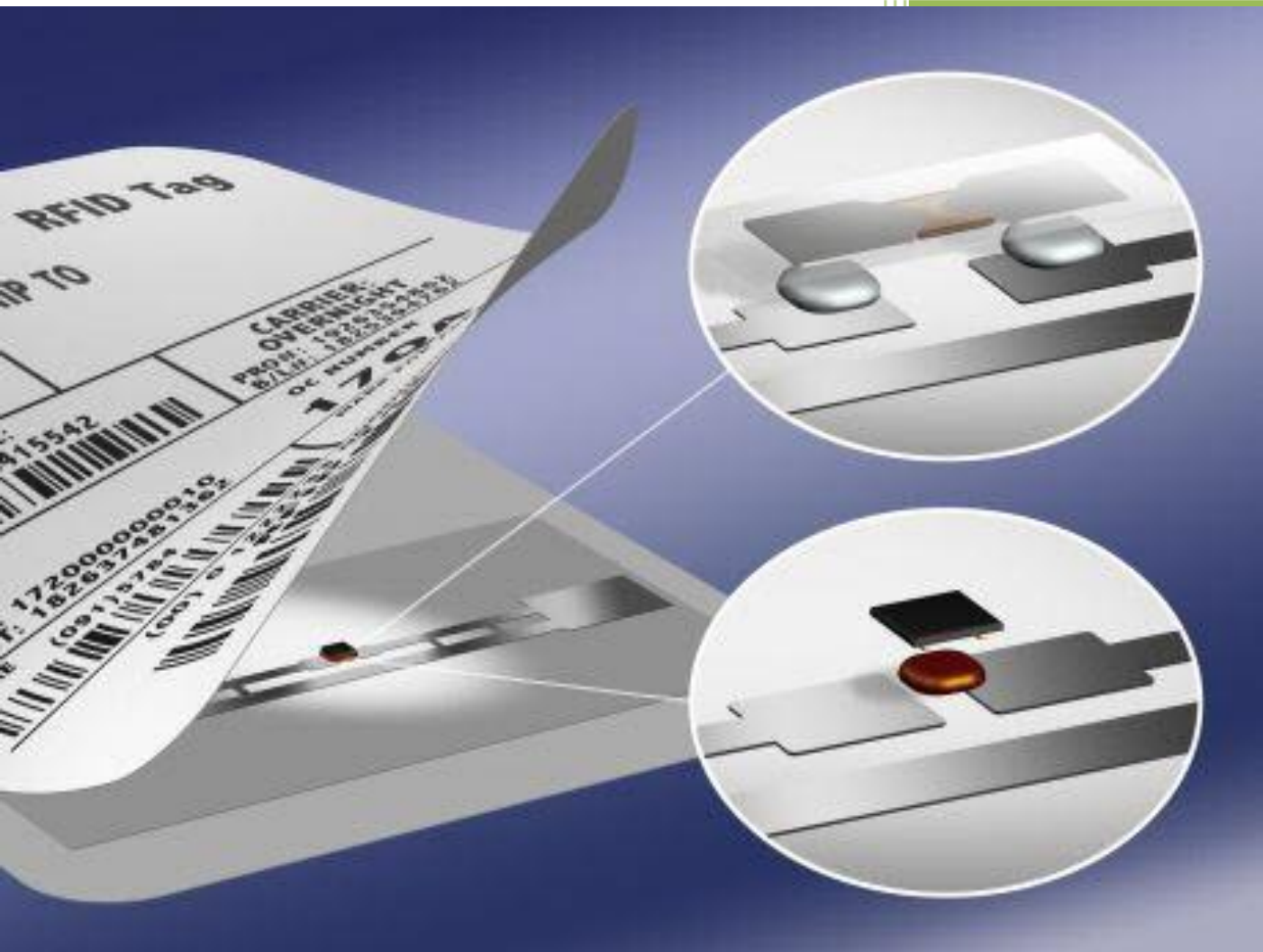
Tiến hành khắc phục những hạn chế mà trong khuôn khổ bài tập lớn chưa thực hiện được. Cụ thể là tiến hành tìm hiểu để truyền được nhiều dạng tín hiệu hơn như âm thanh, hình ảnh, ... Đồng thời có thể nghiên cứu phương pháp điều chế mới nhằm nâng cao chất lượng truyền đặc biệt là phương pháp điều chế đa sóng mang trực giao OFDM.

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- ✚ [1] Fuqin Xiong- ‘Digital Modulation Techniques’
- ✚ [2] Cheng-Xiang Wang, Nguyễn Văn Đức– ‘Bộ sách thông tin vô tuyến –tập 1’
- ✚ [3] Nguyễn Quốc Bình, Nguyễn Huy Quân–’Các hệ thống thông tin hiện nay trình bày thông qua sử dụng Matlab’ – bản dịch.

# 2010

## CÔNG NGHỆ NHẬN DẠNG BẰNG SÓNG VÔ TUYẾN Radio Frequency Identification



THS. NGUYỄN VĂN HIỆP  
ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP HCM  
17/06/2010

# MỤC LỤC

	Trang
<b>Lời nói đầu</b>	4
<b>Chương 1: Tổng quan về công nghệ RFID</b>	5
1.1 Những khái niệm cơ bản	5
1.2 Hệ thống RFID	11
1.3 Kết luận	56
<b>Chương 2: Ưu điểm của công nghệ RFID</b>	57
2.1 Ưu điểm của công nghệ RFID	57
2.2 Kết luận	64
<b>Chương 3: Hạn chế của công nghệ RFID</b>	65
3.1 Hạn chế của RFID	65
3.2 Kết luận	67
<b>Chương 4: Ứng dụng của công nghệ RFID</b>	68
4.1 Các ứng dụng phổ biến	68
4.2 Các ứng dụng mới nổi	98
4.3 Kết luận	109
<b>Chương 5: Vấn đề riêng tư</b>	111
5.1 Vấn đề cốt lõi	111
5.2 Quyền riêng tư là gì?	113
5.3 Các nỗ lực giải pháp	114
5.4 Kết luận	122
<b>Chương 6: So sánh RFID với mã vạch</b>	123

6.1 Mã vạch	123
6.2 Ưu điểm của RFID so với mã vạch	135
6.3 Ưu điểm của mã vạch so với RFID	140
6.4 Nhược điểm của RFID và mã vạch	143
6.5 RFID sẽ sớm thay thế mã vạch	143
6.6 Kết luận	147
<b>Chương 7: Chiến lược RFID</b>	
7.1 Tại sao phải làm chiến lược RFID	149
7.2 Nguyên tắc chiến lược	151
7.3 Từ chiến lược RFID tới triển khai	154
7.4 Kết luận	155
<b>Chương 8: Tạo sự biện giải kinh doanh đối với RFID</b>	157
8.1 Ứng dụng loại Slap và Ship	158
8.2 Hình thành đội ngũ biện giải kinh doanh	159
8.3 Xác định các phạm vi ứng dụng tiềm năng	159
8.4 Xây dựng tình huống kinh doanh	160
8.5 Xác định thứ tự ưu tiên	175
8.6 Xây dựng quy trình thực hiện	178
8.7 Kết luận	179
<b>Chương 9: Thiết kế và thực thi một giải pháp RFID</b>	
9.1 Cấu trúc hệ thống	181
9.2 Yếu tố kỹ thuật	183
9.3 Những chú ý khi thực hiện	220
9.4 Kết luận	225

<b>Chương 10: Tiêu chuẩn</b>	226
10.1 Tiêu chuẩn ANSI	228
10.2. Tiêu chuẩn AIAG	228
10.3 Tiêu chuẩn EAN *UCC	229
10.4. Chi dẫn kỹ thuật EPCglobal	229
10.5. Bộ Quốc phòng U.S (DoD)	236
10.6. ISO (Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế)	237
10.7. Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu ETSI	241
10.9. Tổ chức The Open Services Gateway Initiative (OSGi)	247
10.10. Thông tin liên hệ của các Hiệp hội Tiêu chuẩn	248
<b>Chương 11 Tổng kết</b>	
11.1. Rào cản cho việc sử dụng RFID	249
11.2. Ý kiến và quan sát	253
11.3. Kết luận	261

# Lời nói đầu

Ngày nay với những ứng dụng của khoa học kỹ thuật tiên tiến vào đời sống, thế giới đã và đang ngày một thay đổi, văn minh, hiện đại hơn. Sự phát triển của các công nghệ điện tử mới tạo ra hàng loạt các thiết bị với các đặc điểm nổi bật như: độ chính xác cao, tốc độ nhanh, gọn nhẹ, khả năng ứng dụng cao góp phần nâng cao năng suất lao động của con người, mang đến sự thỏa mãn, chất lượng cuộc sống chúng ta ngày một tốt hơn.

Sự ra đời công nghệ RFID (Radio Frequency Identification - công nghệ nhận dạng đối tượng bằng sóng radio) là một ý tưởng độc đáo. Trên thế giới công nghệ RFID đã được áp dụng và phát triển ở rất nhiều lĩnh vực như: an ninh, quân sự, y học, giải trí, thương mại, bưu chính viễn thông... và đem lại nhiều lợi ích to lớn. Nhiều tập đoàn hàng đầu thế giới như: hãng sản xuất máy bay Airbus, Tập đoàn điện tử Samsung, Sony, Motorola, ...cũng như các hệ thống siêu thị, thu phí giao thông cũng áp dụng công nghệ này. Công nghệ RFID được xem như cánh tay phải đắc lực trong lĩnh vực kinh doanh.

Với những kết quả đạt được và khả năng phát triển gần như vô hạn, công nghệ RFID thật sự đã tạo mới bước đột phá trong khoa học! Quyển sách này được giới thiệu đến các bạn, mong muốn phần nào mang những kiến thức hữu ích để chúng ta có thể tiếp cận một công nghệ đã và đang rất phát triển – công nghệ RFID.

Sách được biên dịch và tổng hợp từ tài liệu chính là: RFID Sourcebook, Tác giả Sandip Lahiri, nhà xuất bản Prentice Hall PTR.

Xin chân thành cảm ơn quý thầy cô, các bạn sinh viên, bạn bè và gia đình đã hỗ trợ hoàn thành quyển sách này.

Mọi đóng góp xin liên hệ : Ths. Nguyễn Văn Hiệp, khoa Điện – Điện tử, ĐH SPKT TPHCM, Số 1 Võ Văn Ngân, Thủ Đức, TP HCM. Email: thewind030282@gmail.com



# Chương 1

## Tổng quan về công nghệ RFID

Công nghệ RFID sử dụng sóng vô tuyến (radio) để nhận dạng một cách tự động những đối tượng vật lý như những vật thể sống và vật thể thụ động... Vì thế phạm vi mà RFID sẽ nhận dạng bao gồm toàn bộ vật thể sống và không sống trên trái đất và ở xa hơn. Do đó, có thể xem công nghệ RFID là một trường hợp của kỹ thuật nhận dạng tự động (Auto – ID). Một số ví dụ của công nghệ Auto – ID như: mã vạch, sinh trắc(những bộ phận của cơ thể người như dấu vân tay, võng mạc...), nhận dạng giọng nói.....

Ta dùng từ “nhận dạng” cho gần gũi và dễ hiểu hơn. Ví dụ, ta có 2 thùng đựng dầu động cơ A và B trong kho, trông chúng có vẻ là giống nhau, nhưng thực chất giữa chúng có những khác biệt cơ bản như:

- Số hiệu trong hóa đơn bán hàng khác nhau.
- Có thể xuất sứ từ 2 nơi khác nhau.
- Do người khác nhau vận chuyển tới kho.
- 2 sản phẩm có thể được nhập vào kho vào những ngày khác nhau.....

Tóm lại A, B có thể trông giống nhau (về chất liệu, màu sắc, khối lượng, nhà sản xuất...) nhưng thực tế giữa chúng vẫn có những điểm khác biệt, chính vì thế mà mỗi sản phẩm đều là sản phẩm duy nhất. Và khi xem xét về công nghệ RFID, thuật ngữ “nhận dạng” có ngụ ý nói đến tính chất duy nhất của một đối tượng.

Các ngụ ý liên quan đến khái niệm nhận dạng đối tượng là rất phức tạp, trở lại ví dụ trước về nhận dạng hai thùng dầu, ta có thể mở rộng việc nhận dạng cho những đối tượng khác, hãy xem xét thử xem công nghệ RFID có thể được ứng dụng để nhận dạng những đối tượng sau hay không:

- Mỗi hạt gạo tiêu thụ hàng năm trên toàn thế giới.
- Mỗi hạt cát tại các bãi biển trên toàn thế giới.
- Mỗi lá trên các cây trên toàn thế giới.
- Mỗi giọt mưa rơi trên toàn thế giới mỗi năm.

Những đối tượng trên chỉ là sự tương tượng cho tương lai. Còn công nghệ RFID hiện nay không thể nhận dạng được những đối tượng này. Thậm chí với sự phát triển của khoa học công nghệ như hiện nay thì trong 10 năm nữa một vài hoặc tất cả những đối tượng này vẫn không được nhận dạng. Tóm lại làm thế nào để nhận dạng được hạt mưa, một sự sống vô cùng ngắn, một trạng thái động (như việc chia nhỏ hạt mưa khi nó lớn hơn 5mm)....

Để nghiên cứu sâu về công nghệ RFID bạn cần hiểu các nền tảng cơ bản và các khái niệm có liên quan đến RFID. Sau đây là các nền tảng cơ bản về công nghệ RFID

## 1.1. Những khái niệm cơ bản

**Sóng** là một sự nhiễu loạn và có sự vận chuyển năng lượng từ điểm này đến điểm khác.

**Sóng điện từ** được tạo ra bởi những điện tử chuyển động bao gồm dao động điện và từ. Những sóng này có thể truyền qua một số loại vật liệu khác nhau.

Điểm cao nhất của sóng gọi là **đỉnh** và điểm thấp nhất gọi là **bụng**.

Khoảng cách giữa hai đỉnh hoặc hai bụng liên tiếp gọi là **bước sóng**.

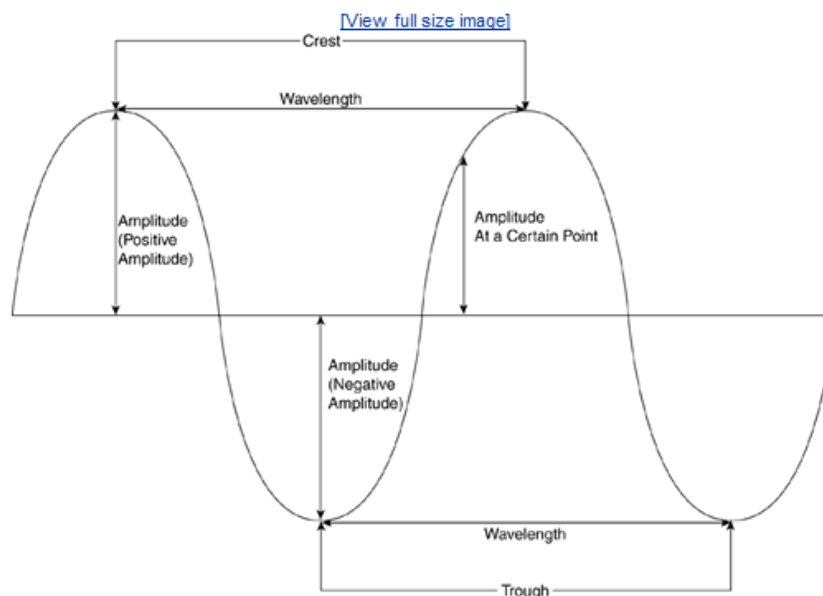
Một bước sóng đầy đủ của sự dao động được gọi là **chu kỳ**.

Thời gian để sóng hoàn thành một chu kỳ làm việc được gọi là **chu kỳ dao động**.

Số chu kỳ làm việc trong 1s được gọi là **tần số** của sóng và được đo là Hertz (tên của nhà vật lý Đức). Nếu tần số sóng là 1Hz nghĩa là sóng dao động định mức 1 chu kỳ trong 1s.

**Biên độ** là chiều cao của đỉnh (gọi là biên độ dương) hay chiều sâu của bụng (biên độ âm tính) tính từ vị trí cân bằng.

Hình 1.1 : Những phần khác nhau của một sóng



Vô tuyến hay những sóng tần số sóng vô tuyến (RF) là những sóng điện từ với bước sóng từ 0.1cm đến 1000km. Định nghĩa tương đương khi xét về tần số: Sóng vô tuyến là những sóng điện từ có tần số từ 30Hz đến 300 GHz. Những loại sóng điện từ khác như tia hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, tia gamma, tia X, tia vũ trụ.

RFID sử dụng sóng radio có tần số từ 30KHz đến 5.8GHz.

Sóng liên tục là sóng vô tuyến có tần số và biên độ không thay đổi được. Nó có thể được điều chế để truyền tín hiệu.

Sự điều chế là quá trình làm thay đổi đặc tính của sóng vô tuyến để mã hoá tín hiệu mang một thông tin nào đó.

Sóng vô tuyến có thể bị ảnh hưởng bởi vật chất bên ngoài trong quá trình lan truyền. Một vật liệu được gọi là RF\_Lucent (RF\_sáng) khi nó cho sóng vô tuyến tại 1 tần số nhất định đi qua mà không có sự hao hụt năng lượng. Một vật liệu được gọi là RF\_opaque (Chắn RF) nếu nó phản xạ, phân tán sóng radio. Còn vật liệu được gọi là RF\_absorbent (hấp thụ RF) nếu nó cho phép sóng RF đi qua nhưng có sự tổn hao năng lượng. Thuộc tính của các vật liệu RF\_opaque hay RF\_Absorbent là tương đối vì nó phụ thuộc vào tần số. Nghĩa là 1 vật chất tại tần số này là chắn RF nhưng ở tần số khác là hấp thụ RF. Sau đây là một vài ví dụ về vật liệu:

**Table 1-2. RF Properties of Example Material Types**

<b>Material</b>	<b>LF</b>	<b>HF</b>	<b>UHF</b>	<b>Microwave</b>
Clothing	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent
Dry wood	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent	RF-absorbent
Graphite	RF-lucent	RF-lucent	RF-opaque	RF-opaque
Liquids (some types)	RF-lucent	RF-lucent	RF-absorbent	RF-absorbent
Metals	RF-lucent	RF-lucent	RF-opaque	RF-opaque
Motor oil	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent
Paper products	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent
Plastics (some types)	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent	RF-lucent
Shampoo	RF-lucent	RF-lucent	RF-absorbent	RF-absorbent
Water	RF-lucent	RF-lucent	RF-absorbent	RF-absorbent
Wet wood	RF-lucent	RF-lucent	RF-absorbent	RF-absorbent

Các dãy tần số của RFID bao gồm:

- Tần số thấp (LF)
- Tần số cao (HF)
- Tần số siêu cao (UHF)
- Tần số sóng viba (sóng cực ngắn)

### **1.1.1. Tần số thấp (LF)**

Có giá trị từ 30KHz đến 300KHz. Hệ thống RFID thông thường sử dụng dãy tần số từ 125KHz đến 134KHz. Hệ thống LF RFID (tần số thấp) hoạt động từ tần số 125KHz đến 134.2KHz. Hệ thống RFID hoạt động tại LF thường dùng loại tag thụ động. Loại tag này có tốc độ truyền từ tag về reader chậm nhưng lại rất tốt trong môi trường có chứa kim loại, chất lỏng, chất bán dẫn, tuyết bùn (đây là đặc trưng cơ bản quan trọng để ứng dụng RFID LF). Thẻ LF RFID tích cực cũng được cung cấp từ nhà sản xuất. Hệ thống LF tag đã ra một nền tảng lớn nhất và được chấp nhận trên toàn cầu.

### **1.1.2 Tần số cao (HF)**

Có dãy tần từ 3MHz đến 30MHz, với tần số 13.56MHz là tần số tiêu biểu được sử dụng trong hệ thống RFID tần số cao (HF RFID). Hệ thống HF RFID thường sử dụng là thẻ (tag) thụ động vì tuy có tốc độ truyền tải chậm nhưng lại rất tốt khi môi trường có kim loại

và chất lỏng. Hệ thống RFID HF cũng được sử dụng rộng rãi đặc biệt là trong bệnh viện (nơi mà nó không ảnh hưởng đến những thiết bị hiện hữu). RFID HF được chấp nhận trên toàn cầu.

Dãy tần số tiếp theo là VHF có dãy tần từ 30MHz đến 300MHz. Nhưng hiện tại không có hệ thống RFID nào sử dụng dãy tần này. Nên dãy tần này không được thảo luận xa hơn.

### **1.1.3 Siêu cao tần (UHF)**

Có dãy tần từ 300MHz đến 1GHz. Hệ thống UHF RFID thụ động điển hình hoạt động tại 915MHz tại Mỹ, 868MHz tại Châu Âu. Hệ thống UHF RFID tích cực hoạt động tại 315MHz và 433MHz. Hệ thống UHF có thể dùng cả 2 loại thẻ (tag) thụ động và tích cực, có tốc độ truyền nhanh nhưng lại hoạt động kém khi môi trường có kim loại và chất lỏng (tuy nhiên điều này không đúng với một vài trường hợp tần số UHF từ 315MHz đến 433MHz). Hiện nay hệ thống RFID bắt đầu được triển khai rộng rãi nhưng RFID UHF vẫn không được chấp nhận trên toàn thế giới.

### **1.1.4 Tần số sóng viba**

Có tần số trên 1GHz. Hệ thống RFID sử dụng sóng viba hoạt động tại 245GHz hoặc 5.8GHz. Có thể sử dụng cả tag bán tích cực và tag thụ động. Có tốc độ truyền nhanh nhất nhưng lại hoạt động kém khi môi trường có kim loại và chất lỏng. Bởi vì chiều dài của anten tỉ lệ nghịch với tần số nên anten của tag thụ động trong tần số sóng viba có chiều dài nhỏ nhất. Điều này giúp chế tạo ra các tag rất nhỏ bởi vì các vi mạch trong tag cũng được làm rất nhỏ. Dãy tần số 2.4GHz được ứng dụng trong công nghiệp, khoa học, y học và được chấp nhận trên toàn cầu. Do hạn chế của quốc tế về tần số được dùng trong RFID, nên một vài tần số được trình bày ở trên không có giá trị trên phạm vi toàn cầu. Bảng 1 liệt kê vài ví dụ về một số tần số bị hạn chế được sử dụng trong RFID ở mức độ nguồn và chu kỳ làm việc cực đại (sẽ được giải thích sau trong chương này).

**Table 1-1. International RFID Frequency Regulations**

Country/Region	LF	HF	UHF	Microwave
United States	125134 KHz	13.56 MHz 10 watts effective radiated power (ERP)	902-928 MHz, 1 watt ERP or 4 watts ERP with a directional antenna with at least 50-channel hopping.	24002483.5 MHz, 4 watts, ERP  57255850 MHz, 4 watts ERP
Europe	125134 KHz	13.56 MHz	865.865.5 MHz, 0.1 watts ERP, Listen Before Talk (LBT). 865.6867.6 MHz, 2 watts ERP, LBT. 867.6868 MHz, 0.5 watts ERP, LBT.	2.45 GHz
Japan	125134 KHz	13.56 MHz	Not allowed. MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Posts and Telecommunications) has opened up 950956 MHz band for experimentation.	2.45 GHz
Singapore	125134 KHz	13.56 MHz	923925 MHz. 2 watts ERP.	2.45 GHz
China	125134 KHz	13.56 MHz	Not allowed. Future possibility: 840843 MHz and/or 917-925 MHz. SAC (Standardization Administration of China) is entrusted to formulate the RFID regulations.	24462454 MHz, 0.5 watts ERP

Sóng vô tuyến dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễu từ nhiều nguồn khác nhau như:

- Thời tiết: mưa, tuyết và những dạng kết tủa khác. Tuy nhiên đây không là vấn đề ở LF và HF.
- Sự có mặt của nguồn vô tuyến khác như mạng điện thoại di động, vô tuyến di động....
- Xả tĩnh điện (ESD). ESD là một dòng chảy đột ngột của dòng điện qua vật liệu mà nó là cách điện ở những điều kiện bình thường. Nếu có sự chênh lệch điện áp lớn giữa 2 điểm trên vật liệu thì những nguyên tử giữa 2 điểm này có thể được nạp điện và dẫn điện.

### **Bây giờ ta sẽ trở lại xem RFID làm việc như thế nào?**

Một thiết bị radio được gọi là tag sẽ được cố định vào một đối tượng để nhận dạng. Dữ liệu nhận dạng về tính duy nhất của đối tượng được lưu trữ trên tag. Khi một đối tượng nhận dạng xuất hiện trước bộ đọc RFID (RFID reader) thích hợp thì tag sẽ truyền dữ liệu đến reader (qua anten của reader). Sau khi reader đọc dữ liệu xong nó sẽ chuyển tiếp dữ liệu đến một kênh truyền thông thích hợp như một mạng, một kết nối nối tiếp, và chuyển đến một ứng dụng phần mềm đang chạy trên máy tính. Ứng dụng có thể dùng dữ liệu này để xác định đối tượng và gửi đến reader. Sau đó, Nó có thể thực hiện một loạt các hành động khác như cập nhật thông tin vị trí đối tượng trong cơ sở dữ liệu, gửi báo động cho nhân viên công trình ..... Nói chung RFID là một công nghệ thu thập dữ liệu. Tuy nhiên công nghệ này có một số đặc trưng duy nhất cho phép người dùng sử dụng nó trong những vùng vượt ngoài giới hạn của công nghệ thu thập dữ liệu truyền thống như mã vạch...

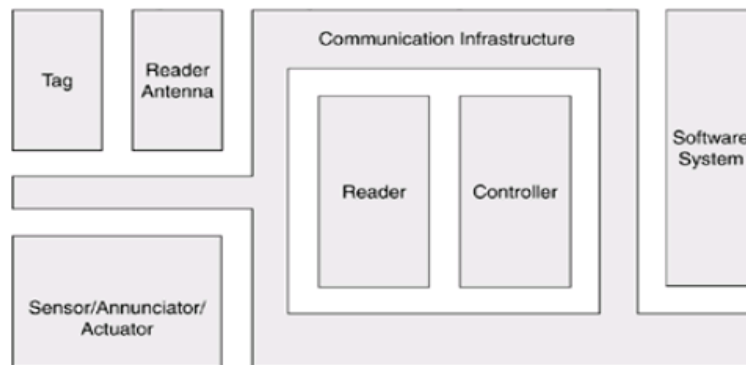
## **1.2 Hệ thống RFID**

Một hệ thống RFID là một tập hợp các thành phần mà nó thực thi giải pháp RFID. Một hệ thống RFID bao gồm các thành phần sau :

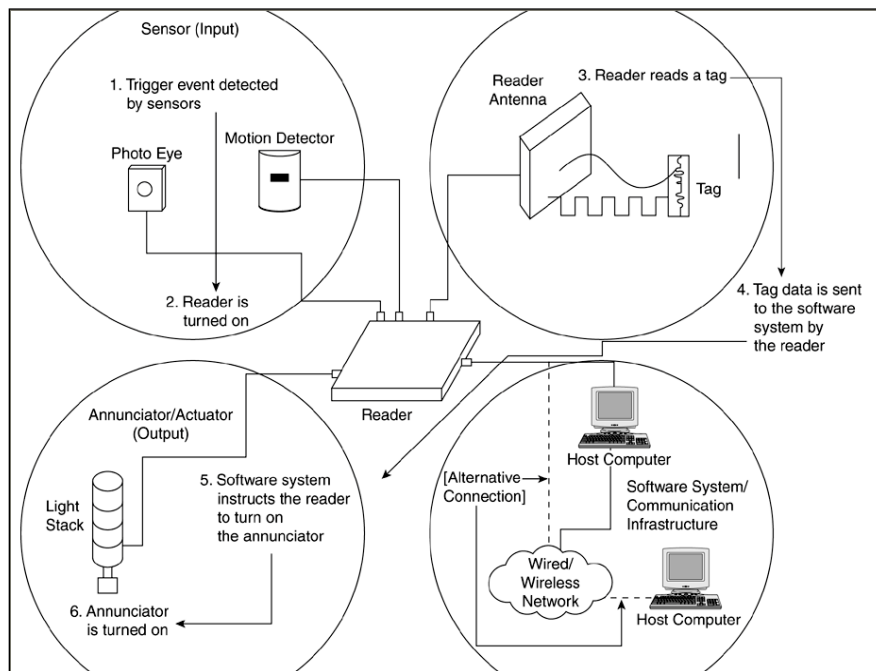
- Tag(thẻ gắn vào đối tượng cần nhận dạng): là một thành phần bắt buộc đối với mọi hệ thống RFID.
- Reader (Bộ đọc): là thành phần bắt buộc.
- Reader anten: là thành phần bắt buộc. Một vài reader hiện hành ngày nay cũng đã có sẵn anten.
- Mạch điều khiển (Controller): là thành phần bắt buộc. Tuy nhiên, hầu hết các reader mới đều có thành phần này gắn liền với chúng.

- Cảm biến (sensor), cơ cấu chấp hành (actuator) và bảng tín hiệu điện báo (annunciator): những thành phần này hỗ trợ nhập và xuất của hệ thống.
- Máy chủ và hệ thống phần mềm: Về mặt lý thuyết, một hệ thống RFID có thể hoạt động độc lập không có thành phần này. Thực tế, một hệ thống RFID gần như không có ý nghĩa nếu không có thành phần này.
- Cơ sở hạ tầng truyền thông: là thành phần bắt buộc, nó là một tập gồm cả hai mạng có dây và không dây và các bộ phận kết nối để kết nối các thành phần đã liệt kê ở trên với nhau tạo việc thông tin hiệu quả.

**Hình 1-2 Sơ đồ khối hệ thống RFID.**



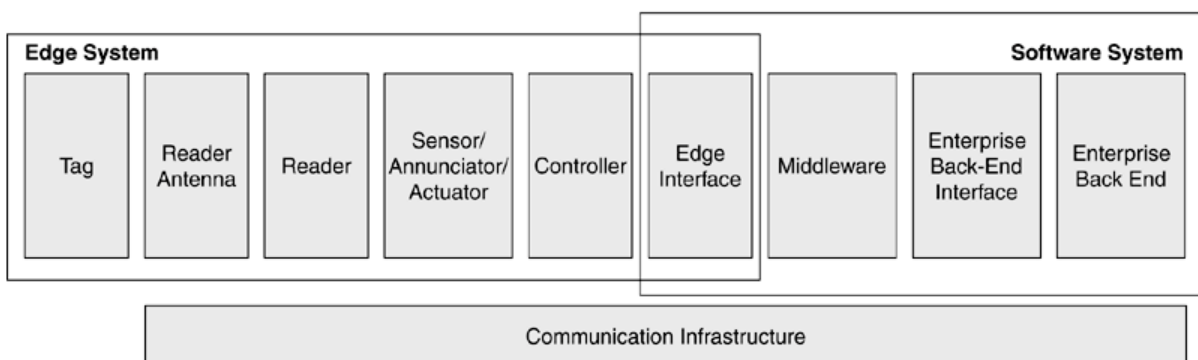
**Hình 1-3: Các thành phần của hệ thống RFID**





Trong những hình ảnh trên ta thấy reader dường như là trung tâm bởi vì RFID đặt reader ở trung tâm của toàn bộ hệ thống. Đây có thể là một quan điểm riêng của nhà cung cấp. Hình 1-4 cho thấy một quan điểm khác.

**Hình 1-4 : Hệ thống RFID từ quan điểm công nghệ thông tin**



Ở hệ thống này reader, tag và anten được đặt ở rìa của hệ thống. Hình trên cho ta thấy quan điểm của hệ thống RFID nhìn từ góc độ công nghệ thông tin.

Hệ thống RFID gồm 2 phần: phần thứ nhất rìa được điều khiển bởi quy luật vật lý và thứ hai liên quan đến công nghệ thông tin (IT). Vậy phần nào quan trọng hơn? Câu trả lời đúng là cả hai. Vì hệ thống công nghệ thông tin sẽ không có giá trị nếu như không có thông tin dữ liệu thu thập từ phần cứng RFID. Tương tự phần cứng RFID sẽ không thật sự có ý nghĩa nếu không có phần mềm quản lý, sử dụng dữ liệu thu thập một cách thông minh. Hệ thống RFID được hỗ trợ 2 chiều theo đường truyền của thông tin từ reader đến điểm tiếp nhận và ngược lại.

### 1.2.1 TAG (thẻ gắn vào đối tượng cần nhận dạng)

Các tag RFID có thể được phân loại theo hai phương pháp khác nhau. Danh sách sau trình bày việc phân loại thứ nhất, dựa trên việc tag có chứa nguồn cung cấp gắn bên trong hay là được cung cấp bởi reader :

- Thụ động (Passive)
- Tích cực (Active)
- Bán tích cực (Semi-active, cũng như bán thụ động semi-passive)

#### 1.2.1.1. TAG thụ động

Loại tag này không có nguồn bên trong, sử dụng nguồn nhận được từ reader để hoạt động và truyền dữ liệu được lưu trữ trong nó cho reader. Tag thụ động có cấu trúc đơn

giản và không có các thành phần động. Tag như thế có một thời gian sống dài và thường có sức chịu đựng với điều kiện môi trường khắc nghiệt. Chẳng hạn, một số tag thụ động có thể chịu đựng các hóa chất ăn mòn như acid, nhiệt độ lên tới 400°F (xấp xỉ 204°C) và nhiệt độ cao hơn nữa.

Đối với loại tag này, khi tag và reader truyền thông với nhau thì reader luôn truyền trước rồi mới đến tag. Cho nên bắt buộc phải có reader để tag có thể truyền dữ liệu của nó.

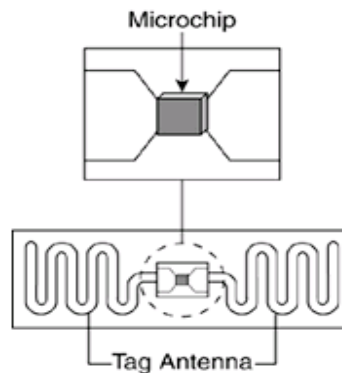
Tag thụ động nhỏ hơn tag tích cực hoặc tag bán tích cực. Nó có nhiều phạm vi đọc, ít hơn 1 inch đến khoảng 30 feet (xấp xỉ 9 m).

Tag thụ động cũng rẻ hơn tag tích cực hoặc bán tích cực. Thẻ thông minh không tiếp xúc (smart card) là một loại đặc biệt của tag RFID thụ động, ngày nay nó được sử dụng rộng rãi trong các lĩnh vực khác nhau (chẳng hạn như huy hiệu ID trong an ninh hay bán lẻ). Dữ liệu trên tag này được đọc khi nó gần reader. Tag này không cần phải tiếp xúc với reader trong quá trình đọc.

Tag thụ động bao gồm những thành phần chính sau:

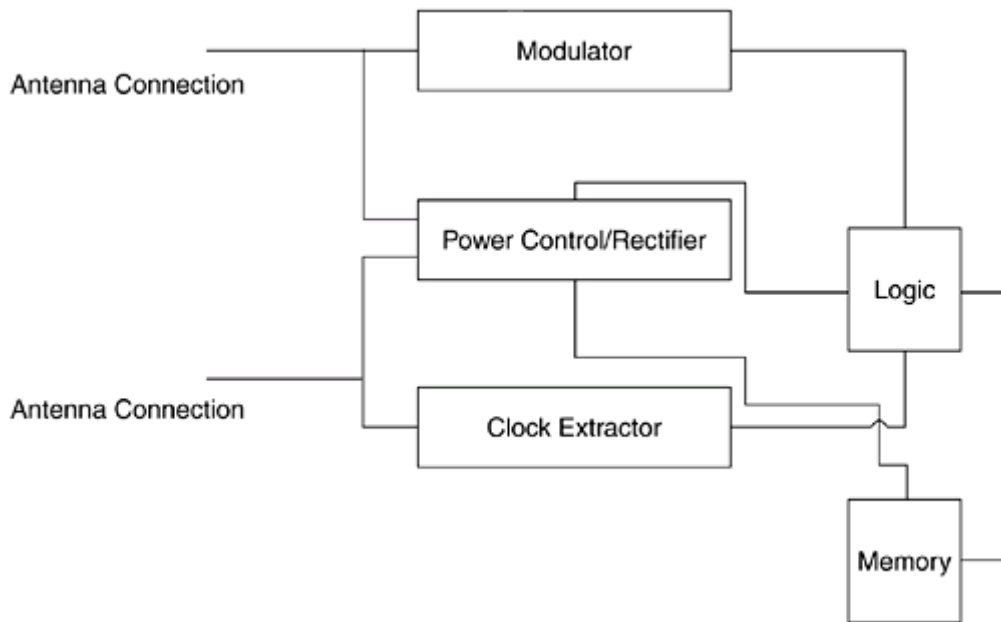
- Vi mạch (microchip).
- Anten.

### Hình 1-5 : Các thành phần của Tag thụ động



#### 1.2.1.1.1. Vi mạch (MICROCHIP)

Hình 1-6 trình bày những thành phần cơ bản của một vi mạch.



Hình 1-6: Các thành phần cơ bản của một vi mạch

Thành phần cơ bản của một vi mạch

Trong đó:

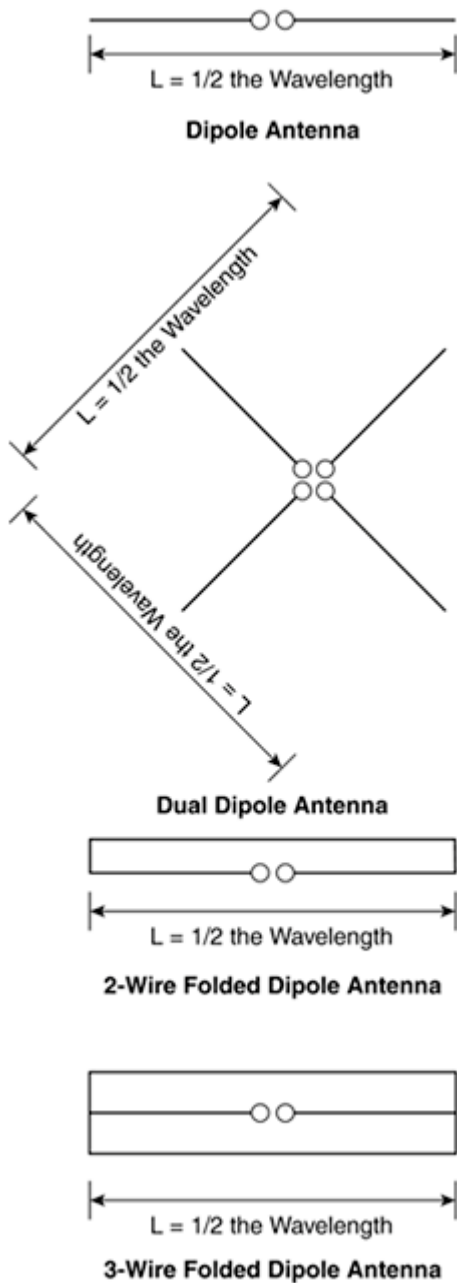
- Bộ chỉnh lưu (power control/rectifier): chuyển nguồn AC từ tín hiệu anten của reader thành nguồn DC. Nó cung cấp nguồn đến các thành phần khác của vi mạch.
- Bộ tách xung (Clock extractor): tách tín hiệu xung từ tín hiệu anten của reader.
- Bộ điều chế (Modulator): điều chế tín hiệu nhận được từ reader. Đáp ứng của tag được nhúng trong tín hiệu đã điều chế, sau đó nó được truyền trở lại reader.
- Đơn vị luận lý (Logic unit): chịu trách nhiệm cung cấp giao thức truyền giữa tag và reader
- Bộ nhớ vi mạch (memory): được dùng lưu trữ dữ liệu. Bộ nhớ này thường được phân đoạn (gồm vài block hoặc field). Addressability có nghĩa là có khả năng định địa chỉ (đọc hoặc ghi) đến những vùng nhớ riêng biệt của một vi mạch trên tag. Một block nhớ của tag có thể giữ nhiều loại dữ liệu khác nhau, ví dụ như một phần của dữ liệu nhận dạng đối tượng được gắn tag, các bit checksum (chẳng hạn CRC- cyclic redundancy check ) kiểm tra độ chính xác của dữ liệu được truyền v.v... Sự tiến bộ của kỹ thuật cho phép kích thước của vi mạch nhỏ đến mức nhỏ hơn hạt cát. Tuy nhiên, kích cỡ của tag không được xác định bởi kích thước vi mạch mà bởi chiều dài anten của nó.

### 1.2.1.1.2. ANTENNAS

Anten của tag được dùng để lấy năng lượng từ tín hiệu của reader để làm năng lượng cho tag hoạt động, gửi hoặc nhận dữ liệu từ reader. Anten này được gắn vào vi mạch. Anten là trung tâm đối với hoạt động của tag.

Có thể có nhiều dạng anten, nhất là với tần số UHF và thiết kế một anten cho một tag là cả một nghệ thuật. Chiều dài anten tương ứng với bước sóng hoạt động của tag. Một **anten lưỡng cực** (a dipole antenna) bao gồm một dây dẫn điện (chẳng hạn đồng) mà nó bị ngắt ở trung tâm. Chiều dài tổng cộng của một anten lưỡng cực bằng nửa bước sóng tần số được dùng nhằm tối ưu năng lượng truyền từ tín hiệu anten của reader đến tag. Một anten lưỡng cực kép (dual dipole) bao gồm hai lưỡng cực mà rất nhiều có thể giảm độ nhạy chuẩn trục của tag (tag's alignment sensitivity). Reader có thể đọc tag này ở nhiều hướng khác nhau. Một lưỡng cực xếp (Folded dipole) bao gồm hai hoặc nhiều dây dẫn điện được nối song song nhau và mỗi dây bằng nửa chiều dài bước sóng của tần số được dùng. Khi hai dây dẫn được cuộn vào nhau thì folded dipole được gọi là lưỡng cực xếp 2 dây (2-wire folded dipole). Loại lưỡng cực xếp ba dây (3-wire folded dipole) bao gồm ba dây dẫn điện được nối song song nhau.

Hình 1-7: Các loại Antenna lưỡng cực



Chiều dài anten của tag thường lớn hơn nhiều so với vi mạch của tag vì vậy nó quyết định kích cỡ vật lý của tag. Một anten có thể được thiết kế dựa trên một số yếu tố sau đây:

- Khoảng cách đọc của tag với reader.
- Hướng cố định của tag đối với reader.
- Hướng tùy ý của tag đối với reader.

- Loại sản phẩm riêng biệt.
- Vận tốc của đối tượng được gắn tag.
- Độ phân cực anten của reader.

Những điểm kết nối giữa vi mạch của tag và anten là những kết nối yếu nhất của tag. Nếu có bất kỳ điểm kết nối nào bị hỏng thì xem như tag không làm việc được hoặc có thể hiệu suất làm việc giảm đáng kể. Anten được thiết kế cho một nhiệm vụ riêng biệt (như gắn tag vào một hộp) có thể hoạt động kém hơn khi thực hiện nhiệm vụ khác (như gắn tag vào một vật thể riêng lẻ trong hộp). Việc thay đổi hình dáng anten một cách ngẫu nhiên (chẳng hạn giảm hoặc gấp nó lại) không phải là một ý tưởng hay vì điều này có thể làm mất điều hướng tag, đưa đến hiệu suất cũng giảm theo. Tuy nhiên, một số người biết họ phải làm gì để cố ý thay đổi anten của một tag (chẳng hạn như khoan một lỗ ở tag) và điều đó thật sự làm tăng khả năng đọc của tag!

Hiện tại, anten của tag được xây dựng bằng một mảnh kim loại mỏng (chẳng hạn đồng, bạc hoặc nhôm). Tuy nhiên, trong tương lai có thể sẽ in trực tiếp anten lên nhãn tag, hộp và sản phẩm đóng gói bằng cách sử dụng một loại mực dẫn có chứa đồng, cacbon và niken.

Những nỗ lực hiện tại là làm sao có thể in vi mạch loại mực đó? Cải tiến tương lai này cho phép in một tag RFID như mã vạch lên hộp hoặc đối tượng đóng gói. Dẫn đến chi phí cho một tag RFID có thể giảm dưới mức 0.5\$ một tag. Nếu không có khả năng in một vi mạch, thì anten được in cũng có thể được gắn vào một vi mạch để tạo một tag RFID hoàn chỉnh nhanh hơn nhiều việc gắn một anten kim loại. Sau đây là các tag thụ động từ nhiều đại lý cung cấp

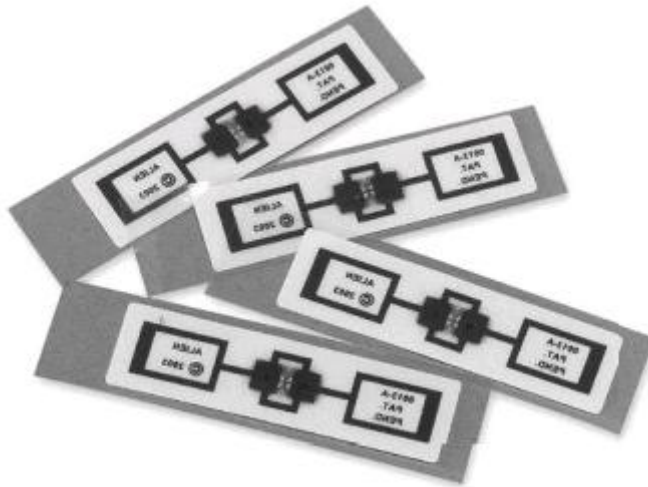
## Hình 1-8. Các loại tag LF từ Texas Instruments

Việc in lại thì được sự cho phép từ TI

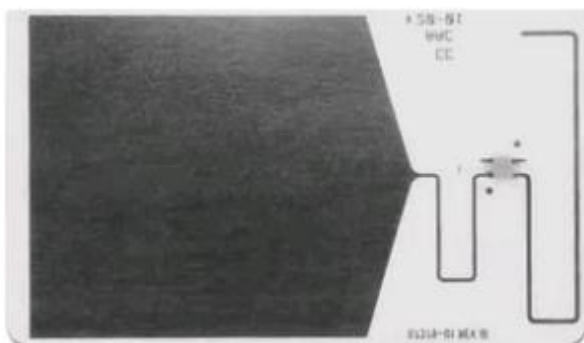


Hình 1-10: Các Tag 2.45 GHz của Alien Technology

Reprinted with permission from Alien Technology



**Hình 1-9: Tag 9.15 MHz của Intermec Corporation**



### **1.2.1.2. TAG tích cực**

Tag tích cực có một nguồn bên trong (chẳng hạn pin hoặc có thể là những nguồn năng lượng khác như sử dụng nguồn năng lượng mặt trời) và các thành phần điện tử để thực thi những nhiệm vụ chuyên dụng. Tag tích cực sử dụng nguồn năng lượng bên trong để truyền dữ liệu cho reader. Nó không cần nguồn năng lượng từ reader để truyền dữ liệu. Thành phần bên trong gồm bộ vi mạch, cảm biến và các cổng vào/ra được cấp nguồn bởi nguồn năng lượng bên trong nó. Vì vậy, những thành phần này có thể đo được nhiệt độ xung quanh và phát ra dữ liệu nhiệt độ trung bình. Những thành phần này có thể sử dụng dữ liệu này để xác định các tham số khác như hạn sử dụng của item được gắn tag. Tag có thể truyền thông tin này cho reader (cùng với từ định danh duy nhất của nó). Ta có thể xem tag tích cực như một máy tính không dây với những đặc tính thêm vào (chẳng hạn như một cảm biến hoặc một bộ cảm biến).

Đối với loại tag này, trong quá trình truyền giữa tag và reader, tag luôn truyền trước, rồi mới đến reader. Vì sự hiện diện của reader không cần thiết cho việc truyền dữ liệu nên tag tích cực có thể phát dữ liệu của nó cho những vùng lân cận nó thậm chí trong cả trường hợp reader không có ở nơi đó. Loại tag tích cực này (truyền dữ liệu liên tục khi có cũng như không có reader hiện diện) nên cũng được gọi là máy phát (transmitter).

Loại tag tích cực khác ở trạng thái ngủ hoặc nguồn yếu khi không có reader. Reader đánh thức tag này khỏi trạng thái ngủ bằng cách phát một lệnh thích hợp. Trạng thái này tiết kiệm nguồn năng lượng, vì vậy loại tag này có thời gian sống dài hơn tag tích cực được gọi là máy phát kể trên. Thêm nữa là vì tag chỉ truyền khi được thăm vấn nên số nhiễu RF trong môi trường cũng bị giảm xuống. Loại tag tích cực này được gọi là một máy phát/máy thu (hoặc gọi là transponder). Khoảng cách đọc của tag tích cực là 100 feet (xấp xỉ 30.5 m) hoặc hơn nữa khi máy phát tích cực của loại tag này được dùng đến.

Tag tích cực bao gồm các thành phần chính sau:



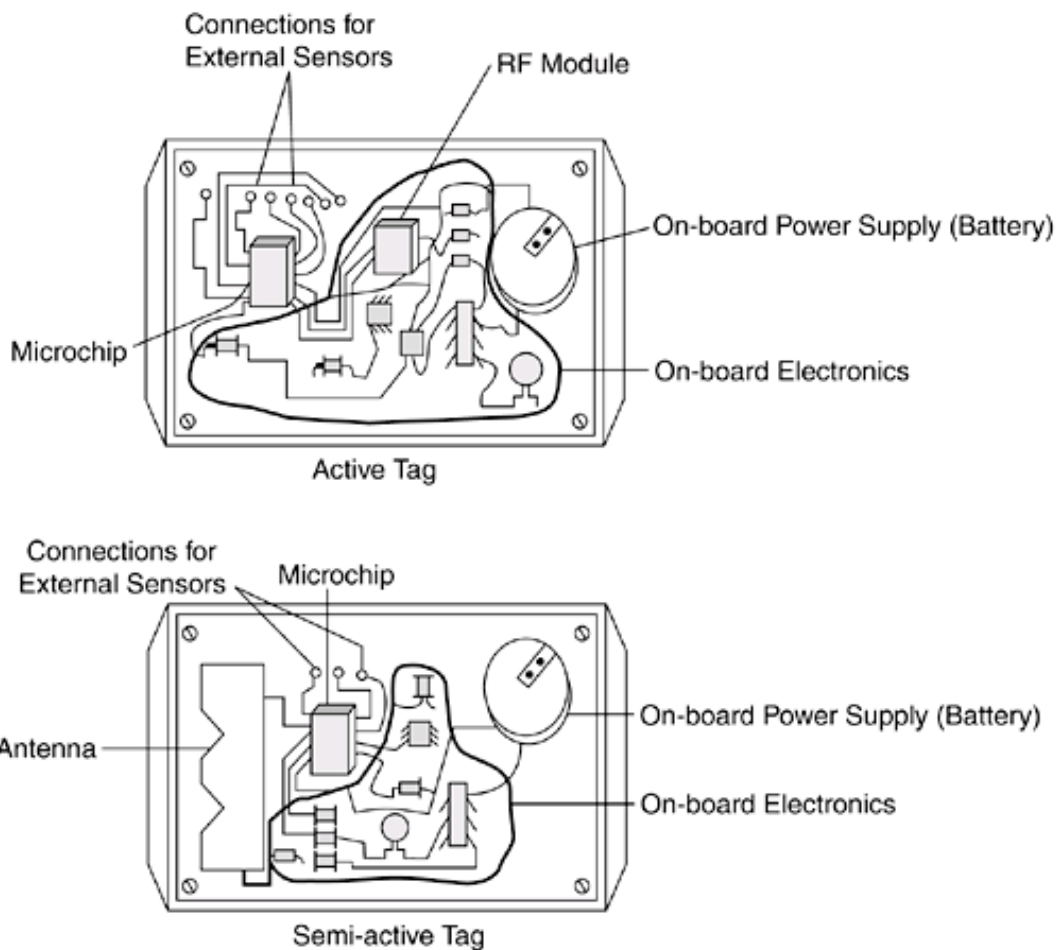
- Vi mạch (microchip) : kích thước vi xử lý và khả năng xử lý nói chung là lớn hơn vi mạch của tag thụ động.

- Anten : Nó có thể là một dạng của module RF có thể truyền tín hiệu của Tag và nhận tín hiệu của reader tương ứng. Đối với tag bán tích cực, anten là một lớp mỏng kim loại như đồng, tương tự như tag thụ động.

- Boad nguồn bên trong.

- Điện tử học bên trong.

**Hình 1-11 : Trình bày ví dụ về các tag tích cực và bán tích cực.**



Hai thành phần đầu tiên của tag tích cực đã được mô tả ở trên. Sau đây, ta sẽ thảo luận 2 thành phần sau :

### **1.2.1.2.1 Nguồn năng lượng trên bên trong tag**

Tất cả các tag tích cực đều mang một nguồn năng lượng bên trong để cung cấp nguồn cho các thành phần điện tử và truyền dữ liệu. Nếu sử dụng pin thì tag tích cực thường kéo dài tuổi thọ từ 2 đến 7 năm tùy thuộc vào tuổi thọ của pin. Một trong những nhân tố quyết định thời gian sống của pin là tốc độ truyền dữ liệu của tag. Nếu khoảng thời gian giữa hai lần truyền dữ liệu càng rộng thì pin càng tồn tại lâu và vì thế thời gian sống của tag cũng dài hơn. Chẳng hạn, tag tích cực truyền mỗi lần vài giây. Nếu tăng thời gian này để tag có thể truyền mỗi lần vài phút hoặc vài giờ thì thời gian sống của pin được kéo dài. Cảm biến và bộ xử lý bên trong sử dụng nguồn năng lượng có thể làm giảm thời gian sống của bộ pin.

Khi pin trong tag tích cực hoàn toàn phóng điện thì tag ngừng truyền thông điệp. Reader đang đọc những thông điệp này không biết bộ pin của tag có bị chết hay là sản phẩm được gắn tag biến mất khỏi phạm vi đọc của nó trừ khi tag truyền tình trạng pin cho reader này.

### **1.2.1.2.2 Các thành phần điện tử trên board**

Điện tử học bên trong cho phép tag hoạt động như một máy phát và cho phép nó thực thi những nhiệm vụ chuyên dụng như tính toán, hiển thị giá trị các tham số động nào đó, hoặc hoạt động như một cảm biến, v.v... Thành phần này cũng có thể cho phép chọn lựa kết nối với các cảm biến bên ngoài. Vì vậy tag có thể thực thi nhiều nhiệm vụ thông minh, tùy thuộc vào loại cảm biến được gắn vào. Nói cách khác thì phạm vi làm việc của thành phần này hầu như vô hạn. Vì vậy khả năng làm việc và kích thước của thành phần này tăng thì tag cũng tăng kích thước. Sự tăng kích thước này có thể chấp nhận được, vì không có một giới hạn cụ thể nào vì kích thước của tag tích cực miễn sao nó có thể phù hợp với vật thể được gắn tag. Điều này có nghĩa là các tag tích cực có thể được ứng dụng rộng rãi.

### **1.2.1.3. TAG bán tích cực**

Tag bán tích cực có một nguồn năng lượng bên trong (chẳng hạn là bộ pin) và điện tử học bên trong để thực thi những nhiệm vụ chuyên dụng. Nguồn bên trong cung cấp năng lượng cho tag hoạt động. Tuy nhiên trong quá trình truyền dữ liệu, tag bán tích cực sử dụng nguồn từ reader. Tag bán tích cực được gọi là tag có hỗ trợ pin (battery-assisted tag).

Đối với loại tag này, trong quá trình truyền giữa tag và reader thì reader luôn truyền trước rồi đến tag. Tại sao sử dụng tag bán tích cực mà không sử dụng tag thụ động? Bởi vì tag bán tích cực không sử dụng tín hiệu của reader như tag thụ động, nó tự kích hoạt, nó có thể đọc ở khoảng cách xa hơn tag thụ động. Bởi vì không cần thời gian tiếp năng lượng lực cho tag bán tích cực, tag có thể nằm trong phạm vi đọc của reader ít hơn thời gian đọc quy

định (không giống như tag thụ động). Vì vậy nếu đối tượng được gắn tag đang di chuyển ở tốc độ cao, dữ liệu tag có thể vẫn được đọc nếu sử dụng tag bán tích cực. Tag bán tích cực cũng cho phép đọc tốt hơn ngay cả khi gắn tag bằng những vật liệu chắn tần số vô tuyến (RF-opaque và RF-absorbent). Sự có mặt của những vật liệu này có thể ngăn không cho tag thụ động hoạt động đúng dẫn đến việc truyền dữ liệu không thành công. Tuy nhiên, đây không phải là vấn đề khó khăn đối với tag bán tích cực.

Phạm vi đọc của tag bán tích cực có thể lên đến 100 feet (xấp xỉ 30.5 m) với điều kiện lý tưởng bằng cách sử dụng mô hình tán xạ đã được điều chế (modulated backscatter) trong UHF và sóng vi ba.

Hình 1-12: Tag tích cực UHF Mantis (303.8 Mhz) với máy dò sự chuyển động từ RFCode, Inc



Hình 1-13: Tag bán tích cực 2.45 GHz từ Alien Technology



Hình 1-14: Tag bán tích cực 915 Mhz/ 2.45 Ghz từ TransCore



Việc phân loại tiếp theo dựa trên khả năng hỗ trợ ghi chép dữ liệu:

- Chỉ đọc (RO)
- Ghi một lần, đọc nhiều lần (WORM)
- Đọc-Ghi (RW)

#### 1.2.1.4. Tag READ ONLY (RO)

Tag Read Only (RO) có thể được lập trình (tức là ghi dữ liệu lên tag RO) chỉ một lần. Dữ liệu có thể được lưu vào tag tại nhà máy trong lúc sản xuất. Việc này được thực hiện như sau: các fuse riêng lẻ trên vi mạch của tag được lưu cố định bằng cách sử dụng chùm tia laser. Sau khi thực hiện xong, không thể ghi đè dữ liệu lên tag được nữa. Tag này được gọi là factory programmed (lập trình tại nhà máy). Nhà sản xuất loại tag này sẽ đưa dữ liệu lên tag và người sử dụng tag không thể điều chỉnh được. Loại tag này chỉ tốt đối với những ứng dụng nhỏ mà không thực tế đối với quy mô sản xuất lớn hoặc khi dữ liệu của tag cần được làm theo yêu cầu của khách hàng dựa trên ứng dụng. Loại tag này được sử dụng trong các ứng dụng kinh doanh và hàng không nhỏ.

#### 1.2.1.5. Tag WRITE ONCE, READ MANY (WORM)

Tag Write Once, Read Many (WORM) có thể được ghi dữ liệu một lần, mà thường thì không phải được ghi bởi nhà sản xuất mà bởi người sử dụng tag ngay lúc tag cần được ghi. Tuy nhiên trong thực tế thì có thể ghi được vài lần (khoảng 100 lần). Nếu ghi quá số lần cho phép, tag có thể bị phá hỏng vĩnh viễn. Tag WORM được gọi là field programmable (lập trình theo trường).

Loại tag này có giá cả và hiệu suất tốt, có an toàn dữ liệu và là loại tag phổ biến nhất trong lĩnh vực kinh doanh ngày nay.

#### 1.2.1.6. Tag READ WRITE (RW)

Tag RW có thể ghi dữ liệu lại được nhiều lần, khoảng từ 10.000 đến 100.000 lần hoặc có thể hơn nữa. Việc này đem lại lợi ích rất lớn vì dữ liệu có thể được ghi bởi reader hoặc bởi tag (nếu là tag tích cực). Tag RW gồm thiết bị nhớ Flash và FRAM để lưu dữ liệu. Tag RW được gọi là field programmable hoặc reprogrammable (có thể lập trình lại). Sự an toàn dữ liệu là một thách thức đối với tag RW, thêm vào nữa là loại tag này thường đắt nhất. Tag RW không được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng ngày nay, trong tương lai có thể công nghệ tag phát triển thì chi phí tag giảm xuống.

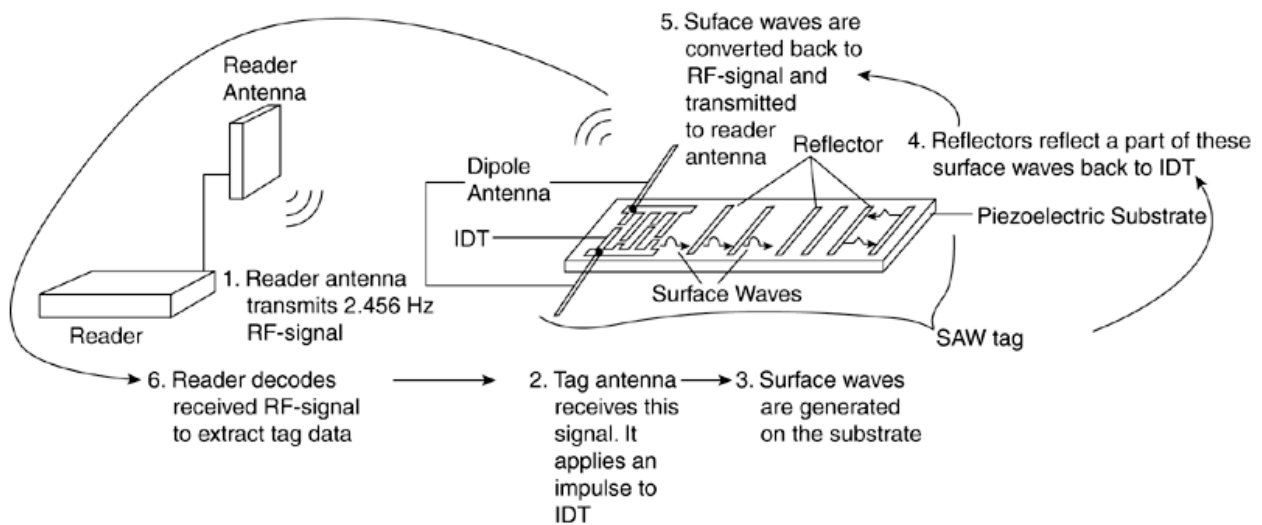
Note: Short for **Ferroelectric Random Access Memory**, a type of [non-volatile memory](#) developed by Ramtron International Corporation. FRAM combines the access speed of [DRAM](#) and [SRAM](#) with the non-volatility of [ROM](#). Because of its high speed, it is replacing [EEPROM](#) in many devices. The term *FRAM* itself is a trademark of Ramtron

### 1.2.1.7. TAG SAW (SURFACE ACOUSTIC WAVE SAW)

Tag SAW có sự khác biệt cơ bản với các tag có sử dụng chip. Tag SAW đã bắt đầu xuất hiện trong thương mại và có thể được sử dụng rộng rãi trong tương lai. Hiện tại, Tag SAW được sử dụng khá nhiều trong điện thoại di động, ti vi màu,...

Tag SAW hoạt động với sóng vô tuyến công suất thấp nằm ở tần số 2.45 GHz. Không giống như tag có gắn vi mạch, Tag SAW không cần nguồn DC cho hoạt động truyền dữ liệu. Hình 1-15 trình bày một Tag SAW hoạt động như thế nào?

Hình 1-15: Hoạt động của Tag SAW



Tag SAW bao gồm một anten lưỡng cực được gắn vào interdigital transducer (IDT) được đặt trong nền áp điện (piezoelectric substrate) được làm bằng lithium niobate hoặc lithium tantalate. Một chuỗi phản ứng điện cực riêng lẻ khi những vật phản xạ sóng (được làm bằng nhôm hoặc khắc axit trên nền) được đặt trên nền. Anten đặt một xung điện vào IDT khi nó nhận tín hiệu RF từ bộ đọc SAW (SAW reader). Xung này phát sinh sóng bề mặt (surface) còn gọi là sóng Raleigh, thường lan truyền với tốc độ 3.000 m đến 4.000 m/ giây trên bên mặt nền. Một số sóng này được phản xạ trở lại IDT bởi những phần phản xạ sóng (reflector), những sóng còn lại được thu bởi mặt nền. Các sóng phản xạ tạo thành một mô hình duy nhất, được xác định bởi các vị trí phản xạ, sự thể hiện dữ liệu của tag. Các sóng này thường được chuyển đổi thành tín hiệu RF trong IDT và được truyền lại reader qua anten của tag. - Reader giải mã tín hiệu nhận được để đọc dữ liệu của tag.

Tag SAW có các ưu điểm sau đây:

- Sử dụng năng lượng rất thấp vì nó không cần nguồn DC để tiếp sinh lực hoạt động.

- Có thể gắn tag vào những vật liệu chắn hoặc hấp thụ sóng vô tuyến (RF-opaque và RF-absorbent), như kim loại hoặc nước.
- Có phạm vi đọc lớn hơn tag vi mạch hoạt động trong cùng băng tần (băng tần 2.45 GHz)
- Có thể hoạt động tín hiệu vô tuyến ngược trái ngược với tag dựa trên vi mạch ( thời gian tín hiệu từ reader đến tag dài hơn nhiều)
- Việc đọc có tỉ lệ chính xác cao.
- Chắc chắn vì nó có thiết kế đơn giản.
- Không cần giao thức phòng ngừa đụng độ (anti-collision protocol). Giao thức ngừa đụng độ chỉ cần được thực hiện ở reader thay vì ở cả reader và tag như tag vi mạch (vì vậy giảm chi phí tag SAW).

Các SAW reader ít xảy ra nhiễu với các SAW reader khác. Tag SAW rất tốt, là sự lựa chọn duy nhất trong các hoàn cảnh nào đó và cũng được sử dụng rộng rãi trong tương lai.

Một số tag có thể truyền dữ liệu đến reader mà không sử dụng sóng vô tuyến. Ta sẽ thảo luận một số tính chất cơ bản của các Tag này.

#### **1.2.1.8 TAG NON-RFID**

Ngoài việc sử dụng sóng vô tuyến để truyền thông tin nhận dạng từ Tag đến Reader ta có thể sử dụng các truyền thông không dây khác. Ví dụ, bạn có thể sử dụng sóng vô tuyến và hồng ngoại cho việc truyền dữ liệu giữa Tag và reader.

Truyền thông sóng siêu âm có ưu điểm là không gây ra nhiễu với thiết bị điện hiện có và không thể xuyên qua tường. Vì thế những hệ thống gắn tag siêu âm có thể được triển khai trong bệnh viện, nơi tồn tại rất thiết bị y tế.

Thêm nữa là reader siêu âm và tag phải nằm trong cùng phòng để reader đọc được dữ liệu của tag. Điều này hỗ trợ việc quản lý thiết bị dễ dàng hơn.

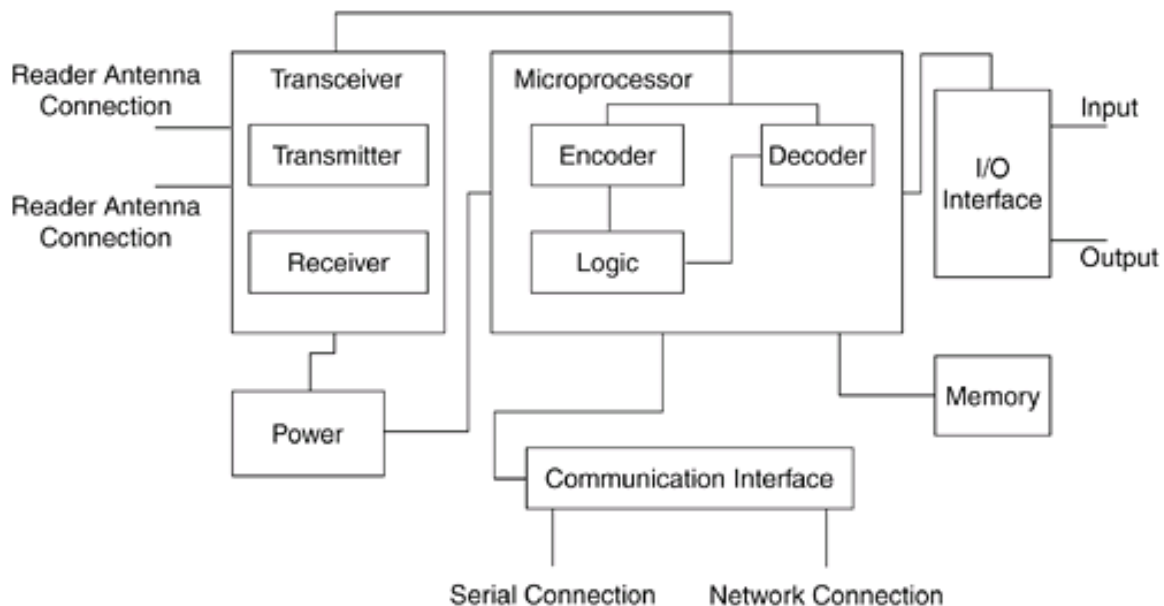
Tag hồng ngoại sử dụng ánh sáng để truyền dữ liệu đến reader. Vì ánh sáng không thể xuyên qua tường nên tag và reader hồng ngoại phải đặt trong cùng phòng để truyền với nhau. Nếu có vật cản nguồn sáng nằm giữa tag và reader thì tag không còn truyền dữ liệu đến reader được nữa (đây là một nhược điểm lớn!).

## 1.2.2 READER

Reader RFID được gọi là vật tra hỏi (interrogator), là một thiết bị đọc và ghi dữ liệu lên tag RFID tương thích. Hoạt động ghi dữ liệu lên tag bằng reader được gọi là tạo tag. Quá trình tạo tag và kết hợp tag với một đối tượng được gọi là đưa tag vào hoạt động (commissioning the tag). Decommissioning tag có nghĩa là tách tag ra khỏi đối tượng được gắn tag và tùy ý làm mất hiệu lực hoạt động của tag. Thời gian mà reader có thể phát năng lượng RF để đọc tag được gọi là chu kỳ làm việc của reader.

Reader là hệ thần kinh trung ương của toàn hệ thống phần cứng RFID, việc thiết lập truyền thông, điều khiển reader là một yêu cầu quan trọng nhất khi muốn tìm hiểu hệ thống RFID.

**Hình 1-16 Các thành phần của một reader điển hình**



Một reader có các thành phần chính sau:

1. Máy phát (Transmitter).
2. Máy thu (Receiver).
3. Vi xử lý (Microprocessor).
4. Bộ nhớ.



5. Kênh vào/ra tương tác với các cảm biến, cơ cấu chấp hành, bảng tín hiệu điện báo bên ngoài (mặc dù đây là những thành phần không bắt buộc, chúng hầu như luôn được cung cấp với một reader thương mại).

6. Mạch điều khiển (có thể nó được đặt ở bên ngoài).

7. Mạch truyền thông.

8. Nguồn năng lượng.

### **1.2.2.1 Máy phát**

Máy phát của reader truyền nguồn AC và chu kỳ xung đồng hồ qua anten của nó đến tag trong phạm vi đọc cho phép. Đây là một phần của máy thu phát, thành phần chịu trách nhiệm gửi tín hiệu của reader đến môi trường xung quanh và nhận lại đáp ứng của tag qua anten của reader. Anten của reader được kết nối với thành phần thu phát của nó. Anten của reader có thể được gắn với mỗi cổng anten. Hiện tại thì một số reader có thể hỗ trợ đến 4 cổng anten.

### **1.2.2.2 Máy thu**

Thành phần này cũng là một phần của máy thu phát. Nó nhận tín hiệu tương tự từ tag qua anten của reader. Sau đó nó gửi những tín hiệu này cho vi xử lý của reader, tại nơi này nó được chuyển thành tín hiệu số tương ứng (có nghĩa là dữ liệu mà tag đã truyền cho reader được biểu diễn ở dạng số).

### **1.2.2.3. Vi xử lý**

Thành phần này chịu trách nhiệm cung cấp giao thức cho reader để nó truyền thông với tag tương thích với nó. Nó thực hiện việc giải mã và kiểm tra lỗi tín hiệu tương tự nhận từ máy thu. Hơn nữa, vi xử lý có thể chứa luận lý để thực hiện việc lọc và xử lý dữ liệu đọc được từ tag.

### **1.2.2.4 Bộ nhớ**

Bộ nhớ dùng lưu trữ dữ liệu như các tham số cấu hình reader và một bản kê khai các tag đọc được. Vì vậy nếu việc kết nối giữa reader và hệ thống mạch điều khiển/phần mềm bị hỏng thì tất cả dữ liệu tag đã được đọc không bị mất. Tuy nhiên, dung lượng của bộ nhớ sẽ giới hạn số lượng tag đọc được trong một khoảng thời gian. Nếu trong quá trình đọc mà việc kết nối bị hỏng thì một phần dữ liệu đã lưu sẽ bị mất (có nghĩa là bị ghi đè bởi các tag khác được đọc sau đó).

### **1.2.2.5. Các kênh nhập/xuất của cảm biến, cơ cấu chấp hành và bảng tín hiệu điện báo bên ngoài**

Các reader không cần bật suốt. Các tag có thể chỉ xuất hiện lúc nào đó và rời khỏi reader mãi mãi cho nên việc bật reader suốt sẽ gây lãng phí năng lượng. Thêm nữa là giới hạn vừa đề cập ở trên cũng ảnh hưởng đến chu kỳ làm việc của reader. Thành phần này cung cấp một cơ chế bật và tắt reader tùy thuộc vào các sự kiện bên ngoài. Có một số loại cảm biến như cảm biến về ánh sáng hoặc chuyển động để phát hiện các đối tượng được gắn tag trong phạm vi đọc của reader. Cảm biến này cho phép reader bật lên để đọc tag. Thành phần cảm biến này cũng cho phép reader xuất tín hiệu điều khiển cục bộ tùy thuộc vào một số điều kiện qua một bảng tín hiệu điện báo (chẳng hạn báo bằng âm thanh) hoặc cơ cấu chấp hành (ví dụ mở hoặc đóng van an toàn, di chuyển một cánh tay robot, v.v...).

### **1.2.2.6. Bộ điều khiển**

Bộ điều khiển là một thực thể cho phép thành phần bên ngoài là con người hoặc chương trình máy tính giao tiếp, điều khiển các chức năng của reader, điều khiển bảng tín hiệu điện báo và cơ cấu chấp hành kết hợp với reader này. Thường thì các nhà sản xuất hợp nhất thành phần này vào reader (như phần mềm hệ thống firmware chẳng hạn). Tuy nhiên, có thể đóng gói nó thành một thành phần phần cứng/phần mềm riêng phải mua chung với reader.

### **1.2.2.7. Giao diện truyền thông**

Thành phần giao diện truyền thông cung cấp các lệnh truyền đến reader, nó cho phép tương tác với các thành phần bên ngoài qua mạch điều khiển, để truyền dữ liệu của nó, nhận lệnh và gửi lại các đáp ứng. Thành phần giao diện này cũng có thể xem là một phần của mạch điều khiển hoặc là phương tiện truyền giữa mạch điều khiển và các thực thể bên ngoài. Thực thể này có những đặc điểm quan trọng cần xem nó như một thành phần độc lập. Reader có thể có một giao diện nối tiếp tốt như giao diện mạng trong truyền thông. Giao diện nối tiếp là loại giao diện phổ biến nhất nhưng các reader thế hệ sau đang được phát triển giao diện mạng thành một tính năng chuẩn. Các reader phức tạp có các tính năng như tự phát hiện bằng chương trình ứng dụng, có gắn các Web server cho phép reader nhận lệnh và trình bày kết quả dùng một trình duyệt Web chuẩn v.v...

### **1.2.2.8. Nguồn năng lượng**

Thành phần này cung cấp nguồn năng lượng cho các thành phần của reader. Nguồn năng lượng được cung cấp cho các thành phần bên ngoài qua một dây dẫn điện được kết nối với một ngõ ra bên ngoài thích hợp.

Giống như Tag, Reader cũng được phân loại dựa vào 2 điều kiện khác nhau. Thứ nhất, dựa vào giao diện truyền thông của Reader ta phân làm 2 loại:

- \* Nối tiếp (Serial)

- \* Mạng (Network)

### **1.2.2.9 SERIAL READER (READER nối tiếp)**

Serial reader sử dụng liên kết nối tiếp để truyền trong một ứng dụng. Reader kết nối đến cổng nối tiếp của máy tính dùng kết nối RS-232 hoặc RS-485. Cả hai loại kết nối này đều có giới hạn về chiều dài cáp sử dụng kết nối reader với máy tính. RS-485 cho phép cáp dài hơn RS-232.

Ưu điểm của serial reader là có độ tin cậy hơn network reader. Vì vậy sử dụng reader loại này được khuyến khích nhằm làm tối thiểu sự phụ thuộc vào một kênh truyền.

Nhược điểm của serial reader là phụ thuộc vào chiều dài tối đa của cáp sử dụng để kết nối một reader với một máy tính. Thêm nữa là thường thì trên một máy chủ thì số cổng nối tiếp bị hạn chế, có thể phải cần nhiều máy chủ (nhiều hơn số máy chủ đối với các network reader) để kết nối tất cả các serial reader. Một vấn đề nữa là việc bảo dưỡng nếu phần mềm hệ thống cần được cập nhật chẳng hạn, nhân viên bảo dưỡng phải xử lý mỗi reader. Tốc độ truyền dữ liệu nối tiếp thường thấp hơn tốc độ truyền dữ liệu mạng. Những nhân tố này dẫn đến chi phí bảo dưỡng cao hơn và thời gian chết đáng kể.

### **1.2.2.10 NETWORK READER (READER mạng)**

Các Reader mạng kết nối với máy tính sử dụng cả mạng có dây và không dây. Thực tế, reader hoạt động như thiết bị mạng mà không cần những kiến thức đặc biệt về phần cứng. Tuy nhiên, chức năng giám sát SNMP (Simple Network Management Protocol) chỉ sẵn có đối với một vài loại network reader. Vì vậy, đa số reader loại này không thể được giám sát như các thiết bị mạng chuẩn.

Ưu điểm của network reader là không phụ thuộc vào chiều dài tối đa của cáp kết nối reader với máy tính. Sử dụng ít máy chủ hơn so với serial reader. Thêm nữa là phần mềm hệ thống của reader có thể được cập nhật từ xa qua mạng. Do đó có thể giảm nhẹ khâu bảo dưỡng và chi phí sở hữu hệ thống RFID loại này sẽ thấp hơn.

Nhược điểm của network reader là việc truyền không đáng tin cậy bằng serial reader. Khi việc truyền bị rớt, chương trình phụ trợ không thể được xử lý. Vì vậy hệ thống RFID có thể ngừng lại hoàn toàn. Nói chung, reader có bộ nhớ trong lưu trữ các lần đọc tag.

Chức năng này có thể làm giảm bớt phần nào việc rớt mạng ngắn (thời gian rớt mạng ngắn).

Dựa vào tính cơ động của Reader ta lại có thể phân chia reader theo một cách khác:

- \* Reader cố định

- \* Reader cầm tay

#### **1.2.2.11 READER cố định**

Loại này được lắp trên tường, trên cổng hoặc vài nơi thích hợp nằm trong phạm vi đọc. Từ những đặc tính trên, reader loại này có thể không được đứng yên. Chẳng hạn, có một số reader cố định được gắn trên các xe nâng hạ, hoặc bên trong xe chở hàng. Trái ngược với tag, reader không chịu được môi trường khắc nghiệt. Vì vậy, nếu đặt reader ngoài cửa hoặc trên những đối tượng chuyển động, phải gắn đúng cách. Reader cố định thường cần anten bên ngoài để đọc tag. Reader có thể cung cấp đến 4 cổng anten bên ngoài.

Chi phí cho reader cố định thường ít hơn reader cầm tay. Reader cố định là loại phổ biến nhất hiện nay. Hình 1-17 và 1-18 trình bày một số reader cố định.

Hình 1-17: Reader mạng cố định từ Aien Technology

Reprinted with permission from Alien Tecnology



Hình 1-18: Reader mạng không dây (802.11b)/ có dây tần số UHF thấp (303.8Mhz)

Reprinted with permission from RFCode, Inc.



Một loại reader được gọi là agile reader (reader linh hoạt) có thể hoạt động ở các tần số khác nhau và có thể sử dụng các giao thức truyền thông khác nhau khi truy xuất tag. Reader linh hoạt là loại phổ biến của Reader cố định được sử dụng hiện nay.

Loại reader cố định được gọi là máy in RFID có thể in một mã vạch và tạo một tag RFID trên smart label (nhãn thông minh) trong sự vận hành tích hợp. Smart label bao gồm một nhãn mã vạch được nhúng một tag RFID vào nó. Các loại thông tin khác như địa chỉ người gửi, người nhận, thông tin sản phẩm và chữ cũng có thể được in lên trên nhãn. Máy in RFID đọc tag smart label đã được ghi để xác nhận quá trình ghi là hợp lệ. Nếu việc xác nhận này thất bại thì máy in loại bỏ smart label đã được in. Thiết bị này tránh tình trạng tạo một tag RFID riêng lẻ mà nơi đó mã vạch đang được sử dụng. Ngày nay, một công ty đang sử dụng mã vạch có thể sử dụng máy in RFID như bước đầu chấp nhận kỹ thuật RFID. Thông tin mã vạch cung cấp một nhận dạng thông minh về đối tượng được gắn tag. - Các hệ thống hiện tại cũng có thể tiếp tục sử dụng dữ liệu mã vạch như thế với một số thay đổi hoặc không thay đổi. Phạm vi của nhãn có thể cung cấp ID tag được gắn vào nó ở hình thức thông minh.

Tag RFID có thể cung cấp khả năng object-level Auto-ID (tự động xác định mức đối tượng) và những lợi ích khác. Hình 1-19 trình bày minh họa smart label. Hình 1-20 trình bày minh họa máy in RFID.

Hình 1-19. Nhãn thông minh RFID của Zebra Technologies

Reprinted with permission from Zebra Technologies



Hình 1-20. Máy in RFID của Zebra Technologies



Reader cố định có thể hoạt động ở hai chế độ sau đây:

- Tự động (autonomous)
- Tương tác (interactive) (Xem thêm ở phụ lục).

#### **1.2.2.11.1 Chế độ tự động trong READER**

Trong chế độ tự động, reader đọc liên tục 1 tag trong khu vực quét của nó và lưu thông tin của tag lại trong tag list. Một bộ phận trong tag list có liên quan thời gian mà reader lưu giữ thông tin của tag được gọi là persist time(thời gian kéo dài). Nếu tag được hỗ trợ không được đọc trong khoảng thời gian vượt quá thời gian kéo dài thì tag list sẽ không ghi lại thông tin của nó. Một ứng dụng được chạy trên máy chủ có thể đăng ký để nhận được danh sách nhãn (tag list) định kỳ. Một tag list bao gồm những thông tin sau:

- Xác định tag duy nhất
- Thời gian đọc
- Tag được đọc bao nhiêu lần từ khi được phát hiện(lần đầu tiên được đọc bởi reader).
- Anten ID đọc một nhãn đặc biệt.
- Tên reader

### 1.2.2.11.2 Chế độ tương tác

Trong chế độ này, Reader sẽ nhận và thực hiện lệnh từ một ứng dụng đang chạy trên máy chủ hoặc từ người sử dụng là khách hàng đã được nhà cung cấp chấp nhận để giao tiếp với reader. Sau khi reader hoàn thành các lệnh hiện hành nó sẽ đợi đến lệnh tiếp theo. Một reader có thể thực hiện một loạt các lệnh từ việc gửi danh sách các tag (tag list) hiện tại đến bộ khởi động lệnh để thay đổi các thông số cấu hình của reader.

### 1.2.2.12. READER cầm tay

Reader cầm tay là dạng reader di động, thường có anten bên trong. Mặc dù những reader này thông thường là loại đắt nhất (và ít có) nhưng những cải tiến hiện nay trong kỹ thuật reader cho phép các reader cầm tay phức tạp có giá thấp hơn. Hình 1-21 trình bày một reader cầm tay.

Hình 1-21. Reader cầm tay UHF của Intermec Corporation



Phần sau đây sẽ thảo luận cơ chế thông tin cơ bản giữa một tag và Reader

### 1.2.2.13. Truyền thông giữa reader và tag

Phụ thuộc vào loại tag, truyền thông giữa reader và tag có thể là một trong số những loại sau:

- Điều chế bức xạ
- Kiểu máy phát
- Kiểu bộ phát đáp (tách sóng)



Trước khi nghiên cứu sâu vào những kiểu truyền thông này, chúng ta cần hiểu hai khái niệm: trường gần (near field) và trường xa (far field).

Vùng nằm giữa anten của reader và một bước sóng đủ của sóng RF được phát bởi anten đó được gọi là trường gần. Vùng bên ngoài một bước sóng đủ của sóng RF được phát bởi anten reader được gọi là trường xa. Các hệ thống RFID thụ động đang sử dụng sóng LF và HF dùng truyền thông gần, còn hệ thống RFID sử dụng sóng UHF và viba dùng truyền thông trường xa. Cường độ tín hiệu trong truyền thông trường gần bị suy giảm lập phương khoảng cách từ anten đến reader, trong khi truyền thông trường xa chỉ suy giảm bình phương khoảng cách đó. Do vậy, truyền thông trường xa có phạm vi đọc dài hơn so với truyền thông trường gần.

Tiếp theo là so sánh giữa việc đọc tag và ghi tag trong lệnh.

Việc ghi Tag mất thời gian nhiều hơn đọc tag trong những điều kiện giống nhau, bởi vì hoạt động ghi bao gồm nhiều bước cộng lại kể cả sự xác minh ban đầu, xoá dữ liệu đang tồn tại, ghi vào dữ liệu mới và kiểm tra cuối cùng.

Ngoài ra dữ liệu được ghi vào tag phải qua nhiều bước khác. Kết quả là việc ghi tag đơn có thể mất hàng trăm mili giây để hoàn và thời gian sẽ tăng lên khi dữ liệu ghi được tăng lên (ở cùng khoảng cách đọc tương ứng). Đồng thời việc ghi tag là một quá trình khá dễ bị nhiễu nên cần khoảng cách giữa tag cần ghi với anten reader gần hơn (so với việc đọc tag tương ứng) để hoàn tất hoạt động ghi dữ liệu. Khoảng cách gần sẽ đảm bảo cho tín hiệu từ anten reader có thể dẫn xuất năng lượng đến vi mạch trong tag vì vậy nó có thể thực hiện lệnh ghi. Yêu cầu về năng lượng cho hoạt động viết cao hơn nhiều so với hoạt động đọc. Hoạt động viết có thể xảy ra các lỗi khác. Tuy nhiên 1tag không cần phải đặt gần reader trong suốt quá trình đọc. Và trong thời gian ghi tag thì không nên có bất kỳ tag nào khác tag đang ghi nằm trong phạm vi của reader. Nói cách khác trong một số trường hợp, tag được ghi không phải là tag cần ghi khi nó vô tình xuất hiện trong phạm vi ghi của reader và tag cần ghi. Tuy nhiên phạm vi ghi này lại không bị ảnh hưởng gì khi đọc tag, trong cùng 1 lúc có thể có nhiều tag trong phạm vi đọc của reader.

### **1.2.2.13.1 Bức xạ điều chế**

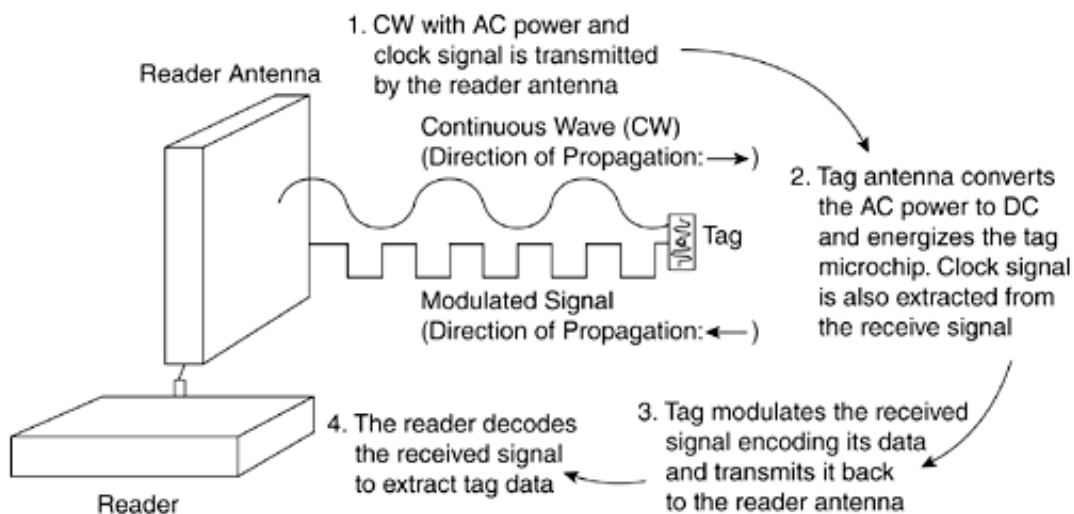
Truyền thông bằng sóng bức xạ điều chế được ứng dụng vào tag thụ động cũng tốt như đối với tag bán tích cực. Trong phương thức truyền thông này, reader truyền đi một tín hiệu RF sóng liên tục (CW) chứa nguồn AC và tín hiệu xung clock đến tag bằng sóng mang (tần số mà reader hoạt động). Thông qua sự kết nối vật lý (nghĩa là một cơ chế truyền năng lượng từ reader đến tag) anten tag sẽ lấy tín hiệu này để cung cấp năng lượng cho chip. Từ những kích thích liên tục sẽ chỉ dẫn chip của tag thụ động lấy ra năng lượng từ tín hiệu của reader để nuôi chính nó. Mức điện áp 1.2V là đủ để nuôi chip cho hoạt động đọc dữ liệu.

Việc ghi chip thường cần lấy ra khoảng 2.2V từ tín hiệu của reader. Khi đó vi mạch trên tag sẽ điều chế hoặc làm vỡ tín hiệu ngõ vào thành một chuỗi on, off rồi truyền lại cho reader. Khi reader nhận tín hiệu điều chế này nó sẽ giải mã những mẫu này và biết được dữ liệu từ tag.

Như vậy trong truyền thông bức xạ điều chế reader luôn luôn truyền đầu tiên sau đó mới tới tag. Một tag sẽ không thể liên lạc nếu không có reader bởi vì nó phụ thuộc hoàn toàn năng lượng của reader truyền cho nó.

**Hình 1-22 cho thấy việc truyền thông bằng bức xạ**

**Figure 1-22. Backscatter communication.**

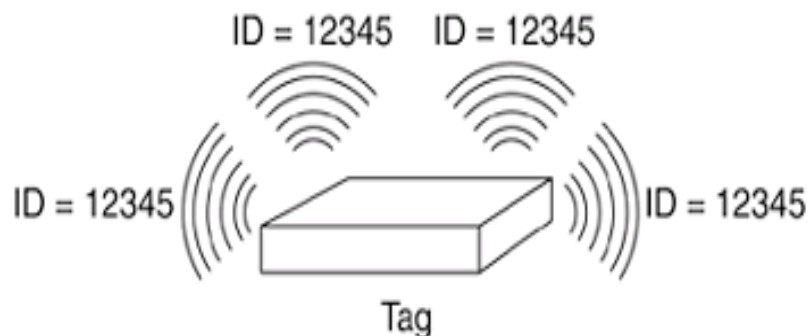


Một thuật ngữ có liên quan, được sử dụng trong phần này, là năng lượng tia (beam power), Có nghĩa là 1tag đang sử dụng năng lượng của reader để điều chế tín hiệu trở lại reader. Chú ý rằng 1tag thụ động chỉ dùng năng lượng tia để truyền dữ liệu của nó. Một tag bán tích cực dùng năng lượng tia tạo dao động và truyền tín hiệu quay về reader. Như vậy thực chất một tag bán tích cực cũng sử dụng năng lượng tia để truyền dữ liệu của nó.

### 1.2.2.13.2 Kiểu máy phát

Loại truyền thông này chỉ ứng dụng vào loại tag tích cực. Trong phương thức truyền tin này, tag phát đi tin của nó đến môi trường trong những khoảng cách bình thường mà không cần quan tâm là có reader hay không. Vì vậy tag luôn luôn truyền trước reader.

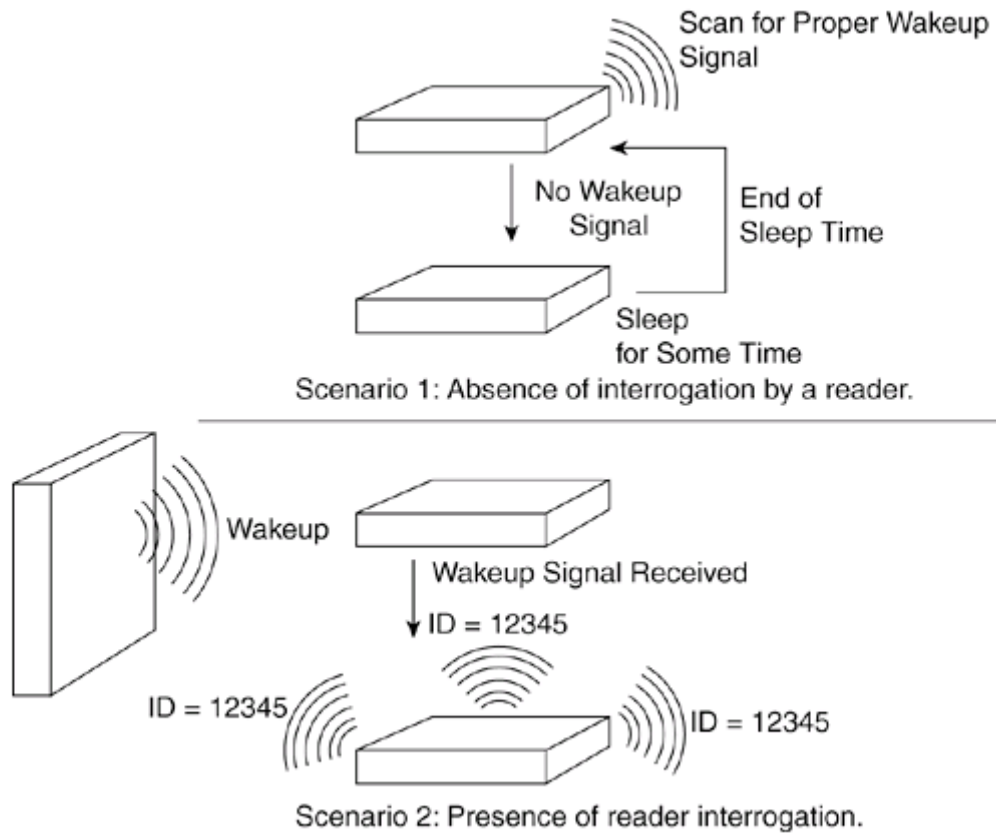
Hình 1-23 cho thấy truyền thông bằng máy phát.



### 1.2.2.13.3 Kiểu bộ phát - đáp

Phương pháp truyền thông này là loại đặc biệt ứng dụng cho tag tích cực gọi là bộ tiếp sóng (phát – đáp). Trong loại truyền thông này, tag sẽ vào chế độ “ngủ” hoặc trong giai đoạn không hoạt động khi không được reader hỏi. Ở trạng thái này, tag sẽ định kỳ gửi một thông báo để kiểm tra xem có reader nào nghe nó không. Nếu reader nhận được thông báo như vậy nó có thể chỉ dẫn tag “thức dậy” và thoát khỏi chế độ ngủ. Khi tag nhận lệnh này tag sẽ thoát khỏi chế độ ngủ và trở lại hoạt động như tag phát (nghĩa là nó bắt đầu phát đi thông báo định kỳ của nó đến môi trường xung quanh). Trong loại truyền thông này, dữ liệu của tag chỉ được gửi khi reader có gửi yêu cầu đặc biệt đến nó.

Hình 1-24 cho thấy kiểu truyền thông kiểu bộ phát- đáp.



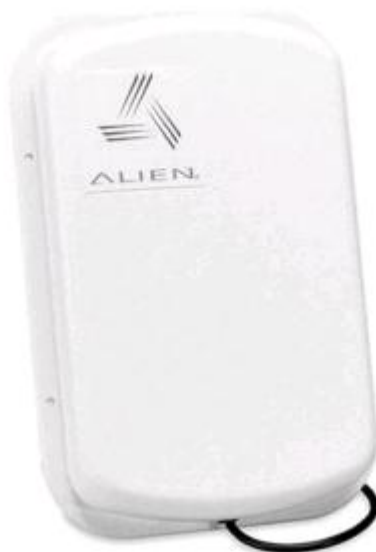
### 1.2.3 ANTEN của READER

Reader truyền thông với tag thông qua anten của reader, là một thiết bị riêng mà nó được gắn vào reader tại một trong những cổng anten của nó bằng cáp. Chiều dài cáp thường giới hạn trong khoảng 6-25 feet. Tuy nhiên, giới hạn này có thể khác nhau. Như đã đề cập ở trên, một reader có thể hỗ trợ đến 4 anten nghĩa là có 4 cổng anten. Anten của reader cũng được gọi là phần tử kết nối của reader vì nó tạo một trường điện từ để kết nối với tag. Anten bức xạ tín hiệu RF của máy phát reader ra xung quanh và nhận đáp ứng của tag. Vì vậy vị trí của anten chủ yếu là làm sao cho việc đọc chính xác (mặc dù reader phải được đặt hơi gần anten vì chiều dài cáp của anten bị hạn chế). Thêm nữa là một số reader cố định có thể có anten bên trong. Vì vậy trong trường hợp này vị trí của anten đối với reader bằng 0. Nói chung anten của RFID reader có hình dạng hộp vuông hoặc chữ nhật. Hình 4-12 và 4-13 trình bày một số anten của reader.

Hình 1-25. Anten reader UHF của Alien Technology



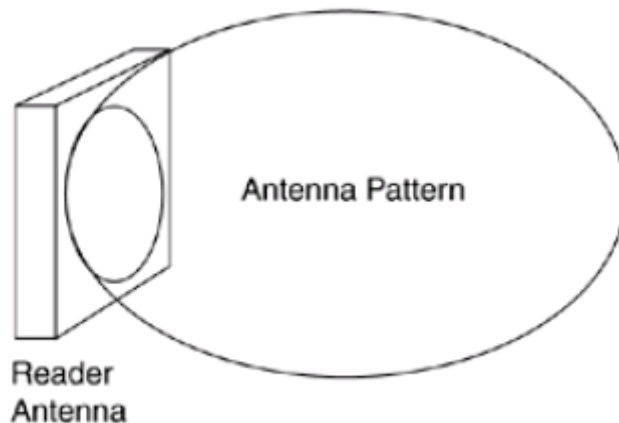
Hình 1-26. Anten reader tuyến tính UHF của Alien Technology



### 1.2.3.1 Dấu vết của anten (ANTENNA FOOTPRINT)

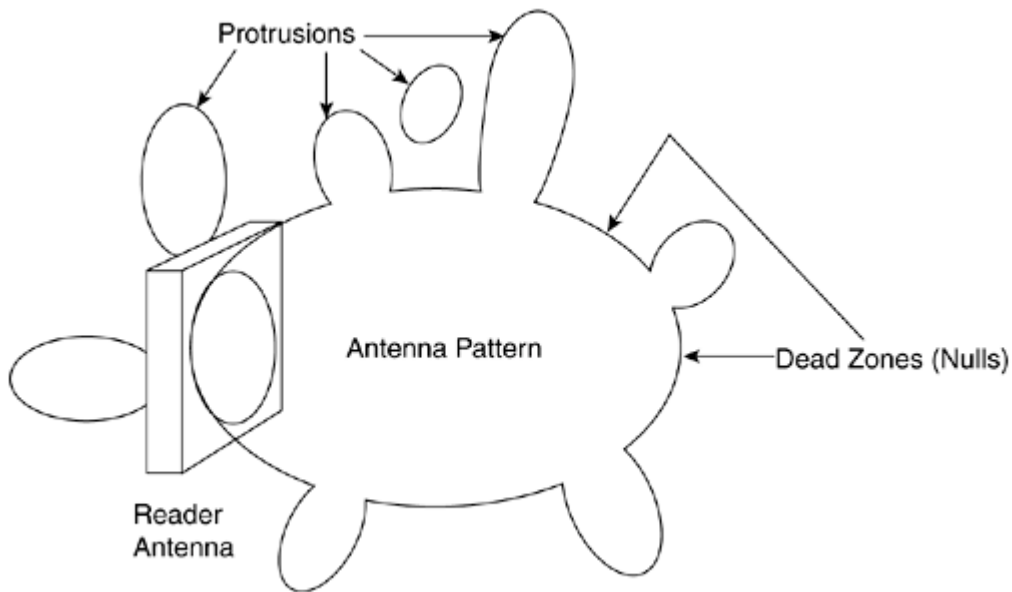
Dấu vết anten của reader xác định phạm vi đọc (được gọi là cửa sổ đọc) của một reader. Nói chung, dấu vết anten cũng được gọi là mô hình anten, là vùng 3 đường viền có hình dáng gần giống hình elip hoặc hình cầu nhô ra trước anten. Trong miền này, năng lượng của anten tồn tại, vì vậy reader có thể đọc tag đặt trong miền này dễ dàng. Hình dưới đây trình bày mô hình anten đơn giản như thế.

Hình 1-27. Mô hình antenna đơn giản



Trên thực tế thì do đặc tính của anten, dấu vết của anten không có hình dáng ổn định như một hình elip mà luôn méo mó, có chỗ nhô ra. Mỗi chỗ nhô ra bị bao quanh bởi miền chết, miền chết này được gọi là null. Hình sau trình bày minh họa mô hình anten như thế.

Hình 1-28. Mô hình Antenna chứa những chỗ nhô ra

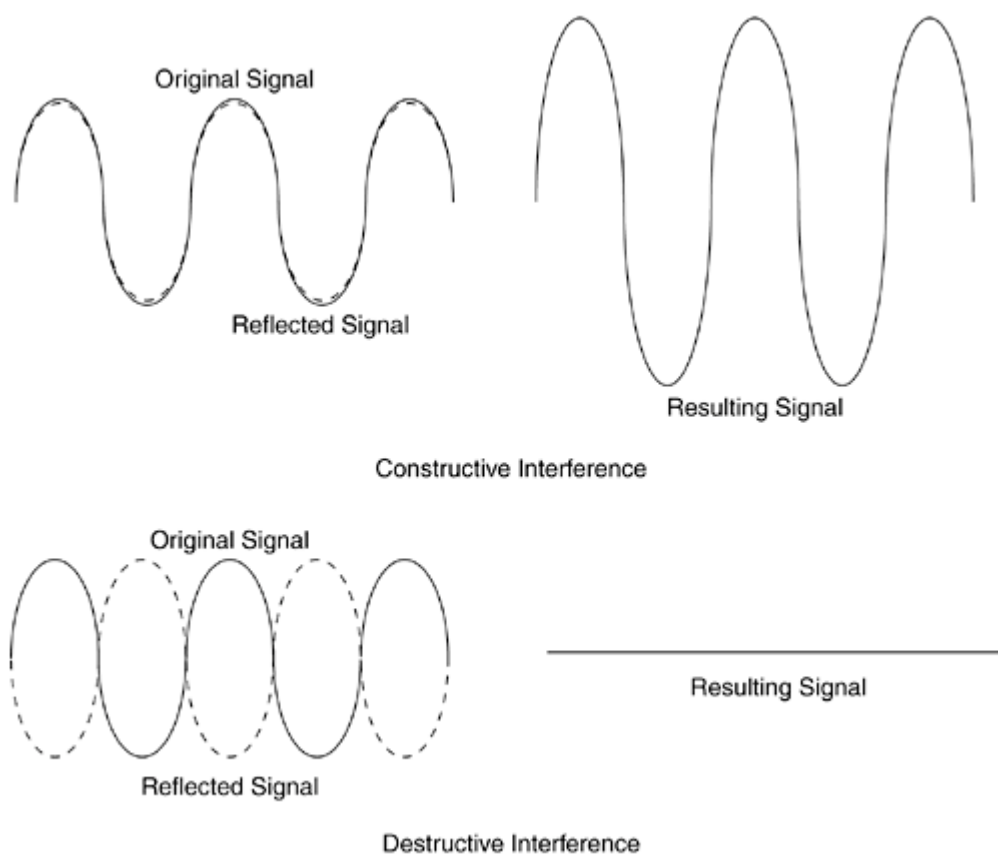


Sự phản xạ tín hiệu anten của reader trên đối tượng chắn sóng RF gây ra hiện tượng multipath.

Trong trường hợp này, sóng RF bị phản xạ rải rác có thể tới anten của reader không đồng thời theo những hướng khác nhau. Một số sóng đến có thể cùng pha (nghĩa là hợp với mô hình sóng của tín hiệu anten gốc). Khi đó, tín hiệu anten gốc được tăng cường

với tín hiệu sóng đến tạo ra các điểm nhô. Hiện tượng này được gọi là nhiễu có xây dựng. Một số sóng có thể đến ngược pha nhau (nghĩa là ngược lại với mô hình sóng anten gốc). Trong trường hợp này tín hiệu anten gốc bị hủy khi hai dạng sóng này kết hợp với nhau. Hiện tượng này được gọi là nhiễu tiêu cực. Kết quả là null. Hình sau trình bày minh họa multipath.

Hình 1-29. Nguyên lý multipath



Tag được đặt tại một trong những miền nhô ra đó sẽ được đọc còn nếu tag di chuyển sao cho nó nằm trong miền chết bao quanh thì không thể đọc tag được nữa. Chẳng hạn đặt tag xa reader thì không thể đọc tag nhưng khi di chuyển (cùng hướng) lại reader thì có thể đọc được tag, tuy nhiên nếu tag này di chuyển hướng khác thì không đọc được nó. Vì vậy việc đọc tag gần miền nhô ra không đáng tin cậy. Khi đặt anten quanh phạm vi đọc, làm sao để không phụ thuộc vào miền nhô ra để tăng tối đa khoảng cách đọc là điều quan trọng.

Chiến lược tối ưu nhất là đặt bên trong miền có hình elip dù có nghĩa là bỏ qua một vài feet phạm vi đọc, nhưng an toàn vẫn hơn.

Điều quan trọng là xác định dấu vết của anten, dấu vết anten xác định những nơi mà có thể hoặc không thể đọc tag. Nhà sản xuất có thể quy định dấu vết anten như một đặc điểm kỹ thuật của anten. Tuy nhiên, nên sử dụng thông tin như một nguyên tắc chỉ đạo, vì trên thực tế dấu vết sẽ khác tùy môi trường hoạt động. Có thể sử dụng kỹ thuật hoàn toàn chính xác như phân tích tín hiệu để vạch ra dấu vết anten. Phân tích tín hiệu là đo tín hiệu từ tag, sử dụng thiết bị như máy phân tích phổ hoặc máy phân tích mạng lưới truyền thanh ở những điều kiện khác nhau (chẳng hạn trong không gian không có ràng buộc, những hướng tag khác nhau và trên những vật liệu dẫn hoặc vật liệu hấp thụ RF). Nhờ vào việc phân tích cường độ tín hiệu có thể xác định chính xác dấu vết anten.

### 1.2.3.2 ANTEN phân cực

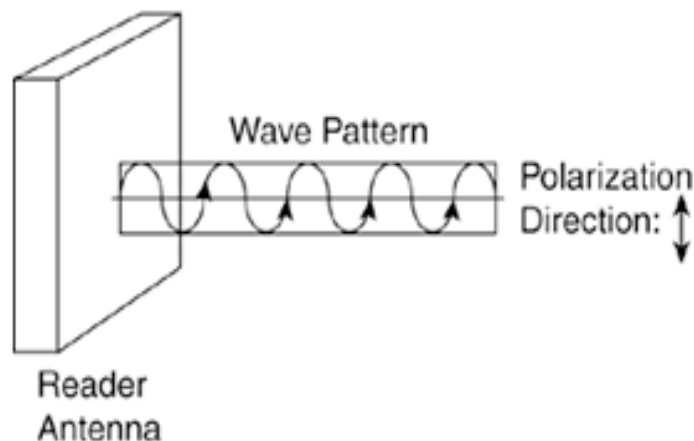
Anten phát ra sóng điện từ vào môi trường xung quanh. Phương dao động của sóng điện từ được gọi là sự phân cực của anten. Điều gì ảnh hưởng đến khả năng đọc tag? Khả năng đọc tag, bao gồm khoảng cách đọc, cường độ đọc phụ thuộc rất lớn vào sự phân cực của anten và góc đặt tag so với reader.

Có 2 loại anten chính trong UHF dựa vào sự phân cực:

- Phân cực thẳng.
- Phân cực tròn.

#### 1.2.3.2.1 ANTEN phân cực thẳng(phân cực tuyến tính)

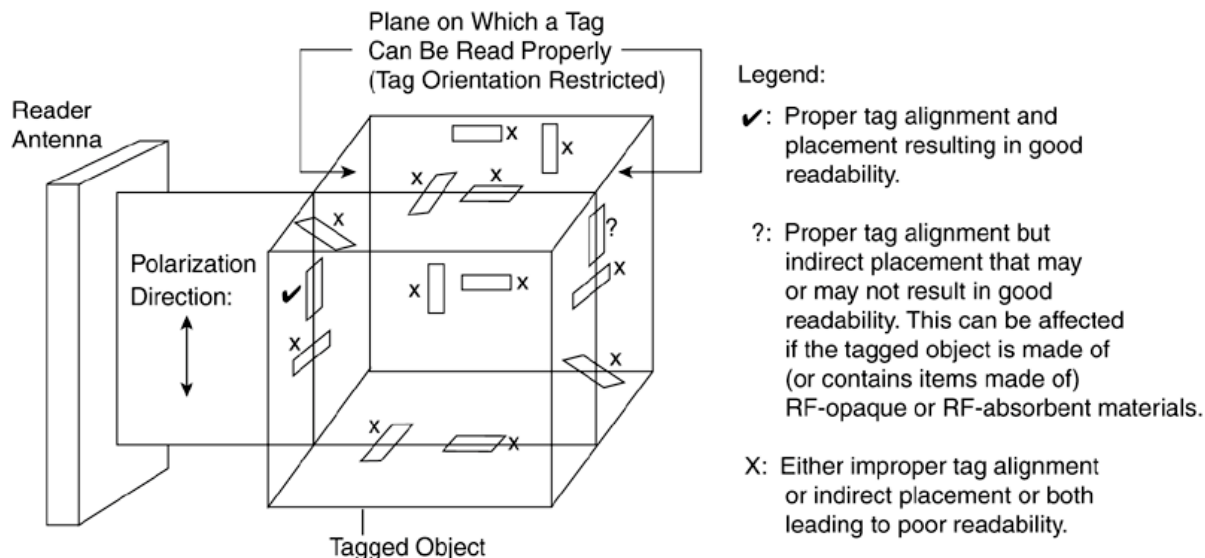
Trong loại Anten nay, sóng RF phát thẳng từ anten. Các sóng đó chỉ duy nhất có một trường năng lượng. Hình 1-30 cho thấy kết quả dạng sóng phát ra từ anten được phân cực tuyến tính.





**Anten phân cực thẳng** phát chùm sóng hẹp hơn và khoảng cách đọc xa hơn anten phân cực tròn. Và hơn nữa trong vùng đọc tag này thì khả năng đọc tag chính xác và rất tốt so với những vùng xung quanh. Và rõ ràng anten phân cực thẳng chỉ nên ứng dụng ở những nơi có hướng với tag là cố định hoặc có thể đoán trước.

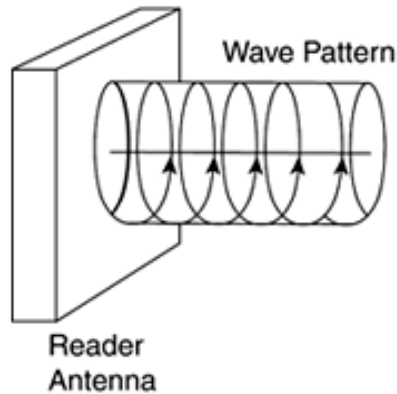
Hình 1-31 cho thấy 1 tag cần phải được định hướng như thế nào để 1 anten tuyến tính (phân cực thẳng) đọc những vật riêng tư trong thùng bưu phẩm.



### 1.2.3.2.2 ANTEN phân cực tròn

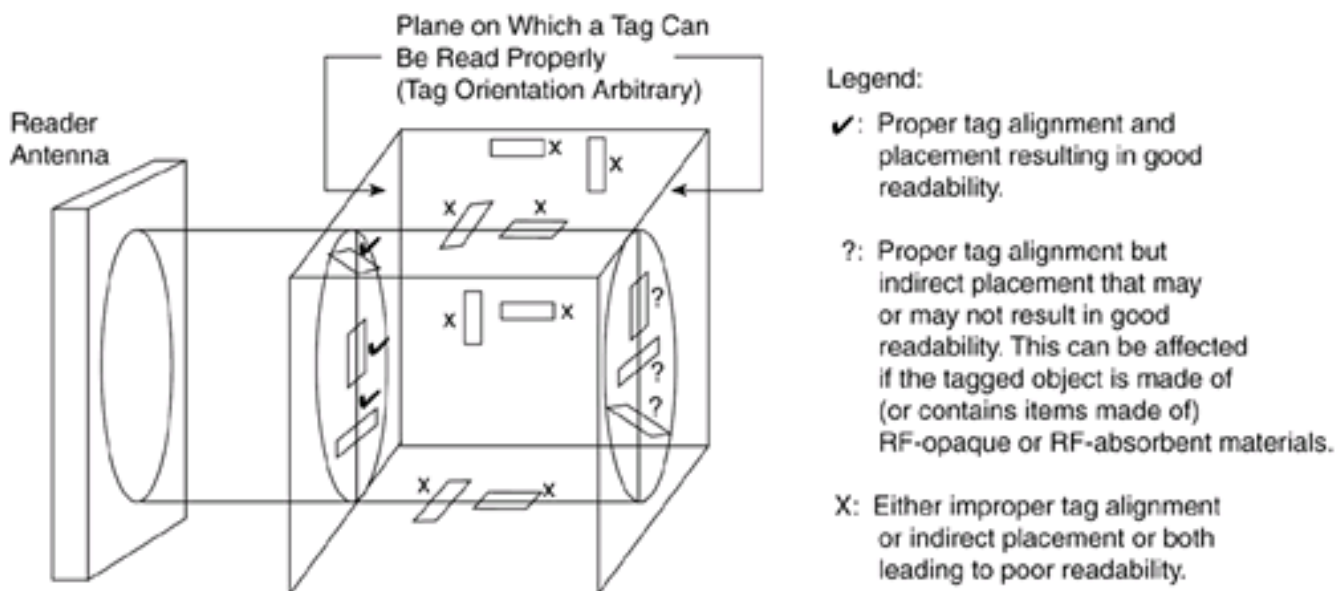
Sóng RF phát từ anten dưới dạng tròn. Những sóng này có 2 thành phần trường năng lượng, bằng nhau là biên độ và cường độ nhưng lệch nhau  $90^\circ$ . Vì thế khi một sóng của trường năng lượng có giá trị cao nhất của nó, sóng của trường năng lượng còn lại sẽ là thấp nhất.

Hình 1-32 cho thấy kết quả dạng sóng phát từ anten phân cực tròn.

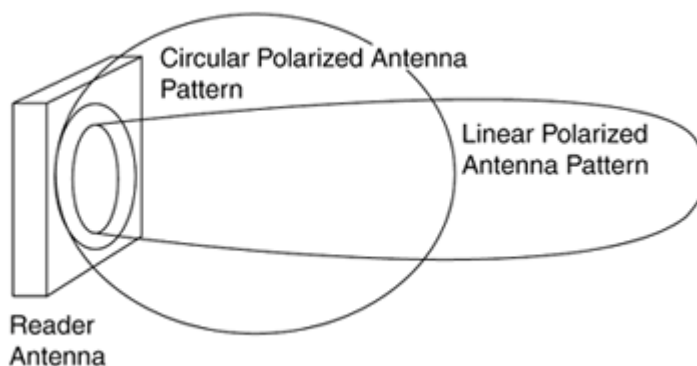


Bởi vì phân cực tự nhiên nên anten phân cực tròn không bị ảnh hưởng bởi hướng của tag. Do vậy, loại anten này lí tưởng để sử dụng cho những nơi không xác định được hướng của tag. Một anten phân cực tròn có chùm bức xạ rộng nên đọc tag trong khu vực rộng hơn so với anten phân cực tuyến tính. Anten này thích hợp cho hệ thống RFID hoạt động tại tần số UHF hay sóng viba trong môi trường có sự phản xạ sóng RF cao như những mặt kim loại...

Hình 1-33 cho thấy 1 tag nên định hướng như thế nào để anten phân cực tròn đọc được nó trong thùng bưu phẩm.



**Hình 1-34 cho thấy dạng của anten phân cực thẳng và tròn.**

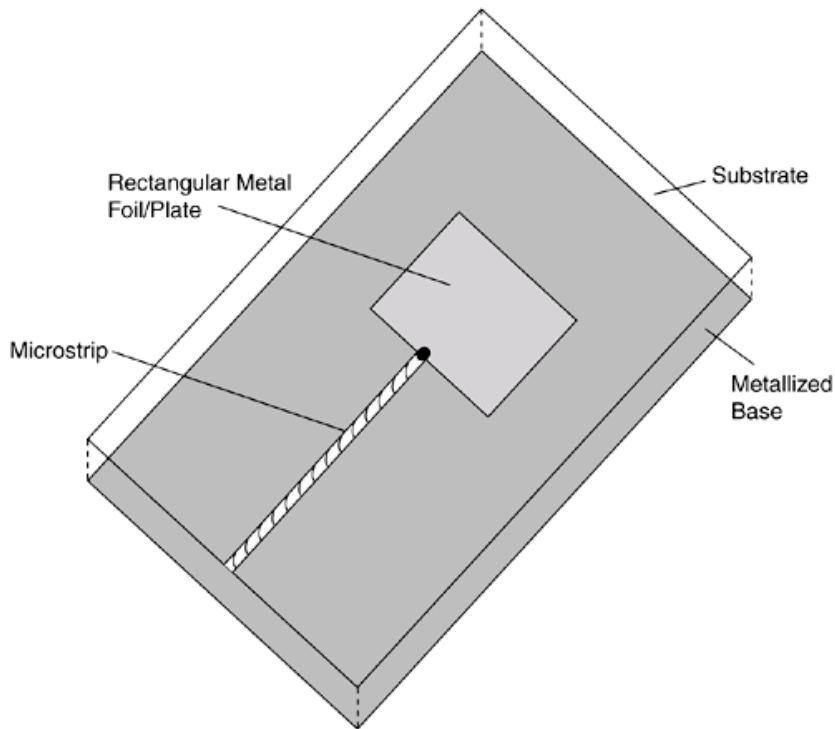


Thường thấy anten lắp ráp (gồm một tấm kim loại hình chữ nhật gắn lên một cái đế) để làm anten UHF.

#### **1.2.3.2.3 ANTEN Patch**

Anten patch được gọi là vi băng (vi dĩa) hoặc anten phẳng. Nó có những thành phần cơ bản như: một lá kim loại hình chữ nhật hoặc 1 đĩa gắn liền lên bề mặt của Teflon. Ở bề mặt khác của Teflon được phủ một lớp kim loại. Lá kim loại hình chữ nhật dùng để cung cấp năng lượng đến anten. Kiểu cung cấp năng lượng này có thể khác nhau, dùng để chế tạo một anten thẳng hoặc anten tròn.

Hình 1-35. Một antenna patch cơ bản



### 1.2.3.3 Công suất ANTEN

Anten phát ra một công suất và được đo theo effective radiated power (công suất bức xạ) (ERP) đơn vị của châu Âu và equivalent isotropic radiated power (cường độ bức xạ đẳng hướng tương đương) (EIRP) đơn vị đo của Mỹ. ERP và EIRP không giống nhau nhưng có mối liên hệ là  $EIRP=1.64ERP$ . Giá trị công suất tối đa của antenna là do quốc gia và quốc tế quy định(vd như FCC của Mỹ). Để sử dụng anten có công suất cao hơn công suất quy định bạn phải được sự cho phép của các nhà chức trách. Ngược lại bạn có thể giảm bớt công suất của anten bằng cách dùng bộ giảm và đặt nó trên đường truyền. Khi công suất của anten giảm thì phạm vi đọc cũng giảm theo. Bộ giảm được dùng khi môi trường cần bộ giảm công suất của anten như một phần bắt buộc và trong đó chỉ có một tag được đọc.

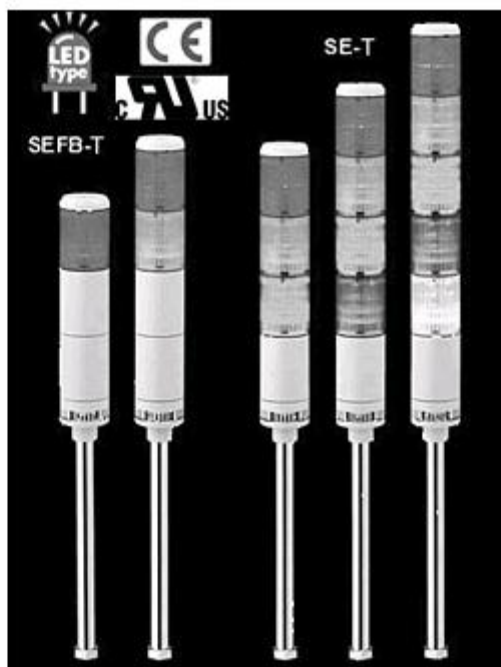
### 1.2.4. Mạch điều khiển

Mạch điều khiển là một thực thể cho phép thành phần bên ngoài là con người hoặc chương trình máy tính giao tiếp, điều khiển các chức năng của reader, điều khiển bằng tín hiệu điện báo và cơ cấu chấp hành kết hợp với reader này. Thường thì các nhà sản xuất hợp nhất thành phần này vào reader (như phần mềm hệ thống (firmware) chẳng hạn). Tuy nhiên, có thể đóng gói nó thành một thành phần phần cứng/phần mềm riêng phải mua chung với reader.

### 1.2.5. Các kênh nhập/xuất của cảm biến, cơ cấu chấp hành và bảng tín hiệu điện báo bên ngoài

**Figure 1-36. LED Signal Tower from Patlite Corporation.**

Reprinted with permission from Patlite Corporation



Một reader không cần bật suốt. Các tag có thể chỉ xuất hiện lúc nào đó và rời khỏi reader mãi mãi cho nên việc bật reader suốt sẽ gây lãng phí năng lượng. Thêm nữa là giới hạn vừa đề cập ở trên cũng ảnh hưởng đến chu kỳ làm việc của reader. Thành phần này cung cấp một cơ chế bật và tắt reader tùy thuộc vào các sự kiện bên ngoài. Có một số loại cảm biến như cảm biến về ánh sáng hoặc chuyển động để phát hiện các đối tượng được gắn tag trong phạm vi đọc của reader. Cảm biến này cho phép reader bật lên để đọc tag. Thành phần cảm biến này cũng cho phép reader xuất tín hiệu điều khiển cục bộ tùy thuộc vào một số điều kiện qua một bảng tín hiệu điện báo (chẳng hạn báo bằng âm thanh) hoặc cơ cấu chấp hành (ví dụ mở hoặc đóng van an toàn, di chuyển một cánh tay robot, v.v...).

### 1.2.6. Máy chủ và hệ thống phần mềm

Máy chủ và hệ thống phần mềm một thuật ngữ dùng cho phần cứng và phần mềm riêng biệt đối với phần cứng RFID (như là reader, tag, và anten); hệ thống được bao gồm bốn thành phần chính:

- Giao diện/ hệ thống viên

- Phần mềm trung gian
- Giao diện back-end doanh nghiệp
- Back-end doanh nghiệp

Trong một hệ thống RFID cao cấp, tất cả các thành phần này đều hiện hữu đối với một mức độ nào đó. Những mục sau đây giới thiệu những thành phần này.

### 1.2.6.1. Giao diện/hệ thống viên

Thành phần này hợp nhất toàn bộ máy chủ và hệ thống phần mềm với phần cứng RFID (gồm có reader, tag và anten). Sự hợp nhất này được hoàn thành bởi việc thiết lập truyền thông và điều khiển của trung tâm phần cứng của hệ thống RFID như: reader. Bởi vậy, nhiệm vụ chính của thành phần này là đưa dữ liệu từ những reader, kiểm soát diễn biến của reader và dùng reader để kích hoạt các cảm biến, cơ cấu chấp hành và bảng tín hiệu điện báo bên ngoài.

Thành phần này gắn với phần cứng của RFID nhất về vật lý và logic, và nó có thể được xem là viên khi nhìn từ máy chủ và hệ thống phần mềm tương ứng. Bởi vậy, đây cũng là nơi thích hợp cho thành phần này để kích hoạt những cảm biến, cơ cấu chấp hành và bảng tín hiệu điện báo bên ngoài mà không cần thông qua reader. Sự xếp đặt này rất hữu ích bởi vì những khả năng lựa chọn và điều khiển của những máy báo hiệu và các cảm biến không bị giới hạn bởi sự hỗ trợ của reader, nhưng có thể mở rộng và khi hệ thống cần tùy chỉnh viên (khung).

Hệ thống viên là chỗ hoàn hảo để che giấu những chi tiết thô xấu của sự tương tác với một reader đặc biệt (thông qua bộ điều khiển của nó) từ một nhà sản xuất cụ thể. Bởi vậy, thành phần này cũng cung cấp một lớp trừu tượng cho bất kỳ kiểu reader của hệ thống RFID. Lớp trừu tượng hóa này thì rất hữu ích vì máy chủ và hệ thống phần mềm có thể sử dụng sự trừu tượng này để tương tác với bất kỳ reader được hỗ trợ nào, hiện tại và tương lai, không cần thay đổi.

Thành phần này có thể được xem như một loại của một bộ siêu điều khiển mà có thể được dùng để tương tác với bất kỳ bộ điều khiển reader nào được hỗ trợ trong hệ thống RFID.

Hơn nữa, thành phần này có thể làm vài nhiệm vụ khác ngoài những nhiệm vụ của một bộ điều khiển đơn giản, như sau:

- Lọc ra việc đọc bản sao từ những reader khác nhau
- Cho phép thiết lập những sự kiện trigger để có thể tự động kích hoạt một máy báo hiệu hay một cảm biến.

- Cung cấp những chức năng thông minh như việc tập hợp lại và chọn lọc đưa ra dữ liệu của tag đến máy chủ và hệ thống phần mềm.
- Quản lý reader từ xa.
- Quản lý từ xa chính nó.

Từ sự thảo luận có trước, thành phần này có thể thật sự được ứng dụng trên phần cứng chuyên dụng như một hệ thống nhúng. Phần còn lại của máy chủ và hệ thống phần mềm có thể tương tác với hệ thống nhúng này qua mạng có dây hoặc không dây. Thành phần này có thể sử dụng một tiêu chuẩn như: sáng kiến về dịch vụ mở cửa (OSGi), được định nghĩa như một tiêu chuẩn làm động lực để cung cấp từ dịch vụ phần mềm đến thiết bị mạng (chương 10). Trong một trường hợp rất đơn giản, phần này có thể được bỏ qua.

### 1.2.6.2 MIDDLEWARE( Phần mềm trung gian)

Phần mềm trung gian có thể được định nghĩa là tất cả những gì nằm giữa viên giao diện và giao diện back-end của doanh nghiệp. Thành phần này được xem như hệ thống thần kinh trung ương của hệ thống RFID (xét về phương diện phần mềm, còn Reader RFID cũng được xem xét là trung tâm của hệ thống RFID xét về phần cứng). Nó cung cấp chức năng cốt lõi của hệ thống bao gồm:

- Chia sẻ dữ liệu cả bên trong và bên ngoài doanh nghiệp.
  - Quản lý hiệu quả khối lượng dữ liệu đã được phát sinh bởi hệ thống RFID.
  - Cung cấp các thành phần chung có thể được sử dụng khi xây dựng các khối thực thi tập hợp, sàng lọc đặc biệt trong kinh doanh.
  - Tiêu chuẩn mở để tương thích với hàng loạt các phần mềm khác.
  - Cho phép sự kết hợp tự do giữa giao diện viên và giao diện back-end doanh nghiệp (vì vậy, bất kỳ sự thay đổi nào trong hệ thống cũ cũng ít ảnh hưởng về sau).
- Trong một vài trường hợp thành phần này có thể bị bỏ qua.

Đây là thành phần quan trọng và phức tạp nhất của hệ thống phần mềm và máy chủ. Vì vậy khi thực thi hệ thống RFID ta luôn phải chi trả một phần cho thành phần này và nó có thể được trang bị từ nhà cung cấp phần mềm, dịch vụ RFID. Chúng ta có thể hiệu chỉnh nó để phù hợp với các yêu cầu ứng dụng cụ thể.

### 1.2.6.3 Giao diện Back-end doanh nghiệp

Thành phần giao diện back-end doanh nghiệp được dùng để hợp nhất phần trung gian (middleware) với thành phần back-end doanh nghiệp. Đây là nơi để thực hiện sự hợp nhất qui trình kinh doanh. Quá trình xử lý này cần được tích hợp với hệ thống RFID để xác định

số lượng nội lực cần để thực hiện thành phần này. Nội lực này có thể thay đổi nếu qui trình kinh doanh thay đổi một phần hoặc toàn bộ.

Thành phần này được cung cấp bởi các nhà sản xuất phần mềm.

#### **1.2.6.4. Back –end doanh nghiệp**

Thành phần back – end doanh nghiệp bao gồm toàn bộ những ứng dụng và những hệ thống IT của một doanh nghiệp. Các Kho dữ liệu và quy trình kinh doanh tác động đến toàn bộ doanh nghiệp. Xem xét trong hệ thống RFID, thành phần này cung cấp danh mục dữ liệu những đối tượng được gắn tag tới thành phần trung gian.

Chú ý rằng, sự hợp nhất với một một số ứng dụng hoặc những hệ thống cần đạt được một sự thỏa mãn với thành phần back -end doanh nghiệp và các quy trình kinh doanh..

#### **1.2.7 Cơ sở hạ tầng truyền thông**

Thành phần này cung cấp sự kết nối và cho phép sự an toàn và những chức năng quản lý hệ thống cho những thành phần khác nhau của một hệ thống RFID. Nó bao gồm mạng có dây và không dây, và những kết nối nối tiếp giữa những reader, bộ điều khiển, và máy tính. Kiểu mạng không dây có thể giới hạn từ một mạng vùng cá nhân (PAN, do Bluetooth cung cấp), tới một mạng cục bộ ( LAN, được đề xuất bởi công nghệ 802.11 X ), Tới một mạng vùng rộng toàn cục ( WAN, được cung cấp bởi công nghệ 2.5G / 3 G ). Những mạng thông tin Vệ tinh, chẳng hạn, sử dụng những Vệ tinh đồng bộ dải thấp cũng trở thành một thực tế sử dụng ngày càng tăng cho những hệ thống RFID mà cần làm việc trong một vùng địa lý rất rộng nơi sự tồn tại của một cơ sở hạ tầng của reader lan rộng không được bảo đảm.

Bây giờ chúng ta sẽ tìm hiểu về những khái niệm cơ bản của một hệ thống RFID.

#### **1.2.8 Những khái niệm cơ bản**

Phần này bàn luận những thuật ngữ thường xuyên được sử dụng trong một hệ thống RFID :

- Tần số
- Sự dụng độ tag
- Sự dụng độ reader
- Khả năng đọc tag
- Tính ổn định khi đọc tag



Tần số là thuộc tính quan trọng nhất của một hệ thống RFID. Nó đã được bàn luận chi tiết trong phần đầu của chương này.

Những thuật ngữ còn lại được bàn luận chi tiết bây giờ trong những mục sau đây.

### **1.2.8.1 Sự đụng độ TAG**

Trái với những suy luận, một reader có thể chỉ giao tiếp với một tag tại một thời điểm. Khi nhiều nhãn thử giao tiếp với reader cùng lúc, một sự đụng độ tag xuất hiện. Trong trường hợp này, khi trả lời những câu hỏi của reader, nhiều tag phản hồi ngược lại những tín hiệu của chúng cùng lúc tới reader, tạo nên sự nhầm lẫn. Một reader cần sử dụng giao thức truyền thông với các tag bị đụng độ gọi là một giao thức singulation(nắc). Giải thuật được dùng để điều chỉnh sự đụng độ tag được gọi là một giải thuật chống đụng độ. Hiện thời, sau đây là hai loại giải thuật chống va chạm được sử dụng rộng rãi nhất:

- ALOHA cho HF
- Dạng cây (Tree walking) cho UHF

Việc sử dụng một trong số các giải thuật chống đụng độ này, một reader có thể xác định vài tag trong khu vực đọc của nó trong một thời gian rất ngắn. Như vậy, việc giao tiếp với nhiều tag gần như đồng thời.

### **1.2.8.2 Sự đụng độ READER**

Khi khu vực đọc của hai hoặc nhiều hơn một reader chồng lên nhau, tín hiệu từ một reader này có thể can thiệp với tín hiệu từ reader khác. Hiện tượng này được gọi là sự đụng độ reader. Trường hợp này có thể xuất hiện nếu những anten của hai reader này được đặt và phát sóng RF chồng lên nhau, tạo nên sự giao thoa (vùng phủ sóng của anten). Như một kết quả, năng lượng RF từ một trong số những anten của reader "bị trung hòa" năng lượng RF từ một trong số những anten của reader khác. Để tránh vấn đề này, vị trí những anten của reader sẽ được đặt như sau: anten của một reader này không được đặt trực tiếp đối mặt với anten của reader khác. Nếu sự đối mặt trực tiếp của những anten này không thể tránh được, thì phải phân chia cho nó một khoảng cách đủ vì thế mà sự đọc của nó chia thành khu vực không chồng lên nhau. Bạn có thể sử dụng những bộ suy giảm thích hợp để làm điều chỉnh công suất anten nhằm đạt được điều này. Ngoài ra, hai anten của cùng một reader có thể có thể đặt đối nhau mà không tạo ra một sự va chạm reader, bởi vì năng lượng tới những anten về mặt vật lý được truyền bởi cùng reader, trong trường hợp như vậy thì chỉ có một anten tích cực tại một thời điểm. Bạn cũng có thể sử dụng kỹ thuật khác, gọi là sự truy phân chia theo thời gian(TDMA), để tránh sự va chạm reader. Trong kỹ thuật này, các reader được chỉ dẫn để đọc tại những thời điểm khác nhau tránh trường hợp tất cả đọc cùng lúc. Vì vậy, anten của một reader thì tích cực tại một thời điểm. Vấn đề với cách

tiếp cận này là một tag có thể được đọc nhiều lần bởi những reader khác nhau trong vùng giao thoa. Bởi vậy, một vài cơ chế lọc thông minh phải được thực hiện bởi bộ điều khiển hay hệ thống/ giao diện viên để lọc ra các bản sao đọc tag.

### **1.2.8.3 Khả năng đọc được tag**

Khả năng đọc được tag của một hệ thống RFID hoạt động trong một môi trường cụ thể được định nghĩa như là khả năng của hệ thống đọc thành công dữ liệu của một tag đặc biệt. Khả năng đọc được tag phụ thuộc vào một số nhân tố (xem [Chương 9](#), "Thiết kế và thực hiện một RFID "). Có thể nói một cách đơn giản, một hệ thống RFID cần đọc thành công một tag chỉ một lần là hệ thống có khả năng đọc tag tốt. Tuy nhiên, để đảm bảo tính chính xác, hệ thống cần phải được thiết kế sao cho nó có thể đọc một tag đơn vài lần, vì vậy mà cho dù có bị lỗi ở vài lần đọc tag thì việc đọc tag nói chung vẫn diễn tiến tốt. Nói cách khác, một hệ thống RFID cần phải có sự linh hoạt khi đọc tốt. Đây là đề tài của mục kế tiếp.

### **1.2.8.4 Tính ổn định khi đọc**

Tính ổn định khi đọc là số lần một tag đặc biệt có thể được đọc thành công trong khu vực đọc. Như mục trước đây, một hệ thống RFID sẽ được thiết kế sao cho nó có tính ổn định tốt cho các tag. Tốc độ của một đối tượng gắn tag có thể giảm tính ổn định khi đọc, bởi vì khi tốc độ của vật gắn tag tăng lên thì thời gian của vật gắn tag xuất hiện trong vùng đọc của reader sẽ giảm đi. Số lượng tag hiện diện cùng thời gian trong khu vực đọc cũng có thể hạn chế tính ổn định đọc bởi vì reader bị giới hạn số lượng đọc tag trên một đơn vị thời gian.

## **1.2.9. Đặc trưng của hệ thống RFID**

Một hệ thống RFID được đặc trưng trong ba cách khác nhau bằng việc sử dụng các thuộc tính sau đây

- Tần số làm việc
- Phạm vi đọc
- Phương pháp ghép nối Vật lý

Các Tiêu chuẩn này có liên hệ qua lại. Hai tiêu chuẩn đầu tiên thì thường xuyên được sử dụng trong thực tế. Tất cả ba đặc trưng đều được bàn luận sau đây.

### **1.2.9.1. Đặc trưng dựa vào tần số làm việc**

Tần số làm việc là thuộc tính quan trọng nhất của hệ thống RFID. Đó là tần số mà reader truyền tín hiệu của nó. Nó gắn với đặc tính khoảng cách đọc điển hình. Trong đa số những

trường hợp, tần số của một hệ thống RFID được xác định bởi yêu cầu về khoảng cách đọc của nó. Tần số đã được mô tả trước đó trong chương này.

### **1.2.9.2. Đặc trưng dựa vào phạm vi đọc**

Phạm vi đọc của hệ thống RFID được định nghĩa khi sự đọc có khoảng cách xa giữa tag và reader. Sử dụng tiêu chuẩn này, một hệ thống RFID có thể được chia thành ba loại sau:

- Ghép gần
- Ghép từ xa
- Phạm vi dài

Những mục sau đây mô tả những loại này.

#### **1.2.9.2.1. Hệ thống ghép gần**

Phạm vi đọc của những hệ thống RFID thuộc về loại này là ít hơn 1 cm. Hệ thống LF và HF của RFID thuộc về phân loại này.

#### **1.2.9.2.2. Ghép từ xa**

Những hệ thống RFID đang thuộc về loại này có một phạm vi đọc từ 1 cm tới 100 cm. Một lần nữa, phân loại này chứa các hệ thống LF và HF của RFID.

#### **1.2.9.2.3. Hệ thống tầm xa (phạm vi dài)**

Những hệ thống RFID có một phạm vi đọc hơn 100 cm thuộc phân loại này. Những hệ thống RFID đang hoạt động trong UHF và phạm vi tần số vi ba (tần số sóng cực ngắn) thuộc về nhóm này.

### **1.2.9.3. Đặc trưng dựa trên phương pháp ghép nối vật lý**

Sự ghép nối vật lý là phương pháp được dùng để kết nối tag và anten (Nghĩa là, cơ chế truyền năng lượng từ anten đến tag). Dựa vào tiêu chuẩn này thì trong hệ thống RFID có thể có ba loại khác nhau:

- Từ tính.
- Điện áp.
- Điện từ.

Sau đây sẽ trình bày ba phương pháp này.

### **1.2.9.3.1. Hệ thống ghép từ**

Những hệ thống RFID loại này cũng được biết như những hệ thống ghép nối cảm ứng hay những hệ thống vô tuyến cảm ứng. Các hệ thống RFID LF và HF thuộc phân loại này.

### **1.2.9.3.2. Hệ thống ghép điện**

Những hệ thống RFID loại này được biết như những hệ thống ghép điện dung. Các hệ thống RFID ở tần số LF và HF thuộc phân loại này.

### **1.2.9.3.3 Hệ thống ghép điện từ**

Phần lớn hệ thống RFID thuộc phân loại này, cũng được gọi là hệ thống bức xạ. Các hệ thống RFID hoạt động tại tần số UHF và vi ba thuộc phân loại này.

## **1.3 Kết luận**

Chương này cung cấp một vài kiến thức chuyên sâu về những điều cơ bản của công nghệ RFID. Thật khó khăn để có thể thông tin hết kiến thức công nghệ RFID trong một chương tổng quan như thế này. Tuy nhiên, đây là những kiến thức rất hữu ích và quan trọng để có thể triển khai và ứng dụng công nghệ RFID vào thực tế. Các định nghĩa trong chương này được làm nền tảng để phát triển các vấn đề liên quan ở chương sau. Người đọc cần xem những phần sau để nắm vững kiến thức hơn. Nếu bạn muốn tìm hiểu sâu hơn về lý thuyết RFID thì có thể tham khảo sách RFID phiên bản 2 của Klaus Finkenzeller (John Wiley & Sons, 2003).

# Chương 2

## Ưu điểm của công nghệ RFID

Chương này sẽ trình bày một cách chi tiết về những ưu điểm của công nghệ RFID. Mỗi ưu điểm cụ thể sẽ được phân tích bằng nhiều cách khác nhau để chúng ta có thể hiểu một cách sâu sắc về công nghệ.

### 2.1. Ưu điểm của công nghệ RFID:

Những ưu điểm của công nghệ RFID có thể chia theo hai mốc thời gian như sau:

- **Hiện tại:** Những ưu điểm này có thể ứng dụng trực tiếp vào các sản phẩm công nghệ ngày nay.
- **Tương lai:** Những ưu điểm này có thể được ứng dụng trong thời gian tới hoặc có thể được tăng cường những tính năng như một công nghệ hoàn thiện cho sau này.

Đây là những thuật ngữ không chính thức nhưng được sử dụng rộng rãi vì sự tiện lợi và dễ hiểu hơn. Danh sách sau bao gồm cả hai ưu điểm của công nghệ RFID và mục đích của chương này là trình bày lợi ích của nó hiện nay và trong tương lai sau này.

- **Sự cách ly(không tiếp xúc):** Một tag RFID có thể được đọc mà không cần bất cứ một sự tiếp xúc vật lý nào giữa tag và đầu đọc RFID.
- **Khả năng ghi dữ liệu:** Có thể ghi dữ liệu lên tag RFID read-write nhiều lần.
- **Không cần “nhìn thấy”:** Đầu đọc RFID có thể đọc được tag RFID mà không cần “nhìn thấy” nhau.
- **Phạm vi đọc:** Tag RFID có phạm vi hoạt động từ vài inch đến 100 feet(30.48m).
- **Dung lượng lưu trữ dữ liệu:** Tag RFID có thể lưu trữ vài bytes dữ liệu đến một dung lượng lớn dữ liệu.
- **Hỗ trợ đọc đa kênh:** Nó cho phép sử dụng một đầu đọc để đọc nhiều tag trong vùng hoạt động của nó với thời gian ngắn.

- Khả năng thích ứng: Tag RFID có thể duy trì hoạt động trong điều kiện môi trường tương đối bất lợi.
- Hoạt động thông minh: Tag RFID ngoài việc mang và truyền dữ liệu nó còn được thiết kế để thực hiện các nhiệm vụ khác.
- Đọc chính xác: Có thể đọc chính xác 100%.

Sau đây là phần trình bày chi tiết các ưu điểm trên.

### **2.1.1. Sự cách ly:**

Tag RFID không cần tiếp xúc trực tiếp với đầu đọc để truyền dữ liệu, điều đó mang lại những ưu điểm sau:

- Không hao mòn và hỏng hóc: Không có sự tiếp xúc vật lý nghĩa là không có sự hao mòn trên đầu đọc và tag RFID trong quá trình đọc ghi dữ liệu.
- Không làm chậm hoạt động của hệ thống: Hoạt động của hệ thống không cần phải chậm lại để đầu đọc và tag tiếp xúc với nhau. Việc thiết lập một mối liên hệ vật lý như vậy đôi khi là không thể. Khi đối tượng được gắn tag di chuyển với tốc độ cao trên băng truyền, nếu sử dụng tiếp xúc vật lý sẽ rất khó và khả năng đọc sai dữ liệu là rất cao. Kết quả RFID là một giải pháp, tuy nhiên nó không phải là ứng dụng hiệu quả trong nhiều ứng dụng thương mại.
- Tự động đọc nhiều tag trong thời gian ngắn: Với một hệ RFID có tiếp xúc, số lượng tag được đọc bị giới hạn bởi số lượng các tag mà đầu đọc có thể kết nối tại cùng một thời điểm. Để tăng con số này lên thì kích thước của đầu đọc cũng tăng lên, kết quả là chi phí cao hơn, đầu đọc cồng kềnh. Do đó hệ thống RFID không tiếp xúc hiện tại giải quyết được khuyết điểm này.

Tóm lại: RFID nhanh chóng mang lại nhiều hiệu quả bằng sự kết nối không dây. Ngoài ra, đây rõ ràng là một lợi thế hiện tại của khoa học, công nghệ.

### **2.1.2. Khả năng ghi dữ liệu:**

Tag RFID RW có thể đọc-ghi khoảng 10.000 đến 100.000 lần hoặc nhiều hơn. Tuy nhiên, các tag ngày nay chỉ dừng lại ở mức ghi một lần, đọc nhiều lần(WORM). Những tag này được sử dụng ở mọi nơi, ví dụ như: ứng dụng trong việc cấp giấy chứng minh

nhân dân. Các tag có thể được tái chế, dữ liệu mới được ghi đè lên dữ liệu cũ và chúng ta có thể sử dụng lại các tag này. Tuy các tag cho phép ghi lại (writable) ưu việt hơn nhưng ngày nay chúng cũng không được sử dụng phổ biến, vì những lý do sau:

- Giá trị thương mại của tag tái chế: Tag tái chế ảnh hưởng, thúc đẩy mạnh mẽ hoạt động kinh doanh. Tuy nhiên cũng cần phải tính đến các yếu tố sau: làm thế nào để thu hồi các tag đã sử dụng, khi thu hồi xong làm sao để tái sản xuất và đưa vào sử dụng. Trong một số tình huống, hoạt động tái chế không có ý nghĩa trong hoạt động kinh doanh.
- Vấn đề an ninh: Làm thế nào để có thể bảo vệ tag một cách an toàn và việc ghi đè dữ liệu mới lên tag phải được cho phép. Khi triển khai tag RW rộng rãi bên ngoài doanh nghiệp, đòi hỏi phải đầu tư cơ sở phần cứng, phần mềm,.. chi phí tăng lên rất nhiều, và đôi lúc điều đó là vô lý. Vì vậy cho đến ngày nay, Tag RW vẫn tiếp tục sử dụng trong phạm vi bảo vệ của một doanh nghiệp.
- Sự cần thiết của chức năng ghi dữ liệu lên tag: Hầu hết các ứng dụng của RW tag chỉ được sử dụng trong bốn bức tường của doanh nghiệp. Bằng cách sử dụng một loại tag duy nhất thì quá trình truy xuất, dữ liệu được lưu trên máy chủ mà không cần phải lưu (ghi) lại lên chính nó. Vì vậy việc sử dụng tag RW đôi lúc không cần thiết.
- Tốc độ chậm hơn: Một tag có chức năng ghi thường chậm hơn tag chỉ có chức năng đọc. Vì vậy, với cùng một ứng dụng, nếu sử dụng tag có khả năng ghi lại sẽ chậm hơn tag không có chức năng ghi.

### **2.1.3. Không cần “nhìn thấy”:**

Sự không cần “nhìn thấy” nhau của thiết bị RFID là đặc điểm nổi bật của công nghệ RFID. Đầu đọc có thể đọc tag xuyên qua những vật liệu cho sóng RF qua. Ví dụ như một tag được đặt bên trong một thùng các-tông kín thì đầu đọc vẫn có thể nhận biết, phát hiện ra tag này. Điều này rất hữu ích khi kiểm tra một container hàng dễ dàng. Tuy nhiên đặc điểm này cũng ảnh hưởng đến tính riêng tư của người sử dụng. Nếu một người mang một món hàng có gắn tag trong túi xách, thì đầu đọc vẫn nhận biết được món hàng đó mà không cần sự đồng ý của khách hàng. Nếu thông tin cá nhân được liên kết với thẻ dữ liệu thì nó (Reader) cũng có thể truy cập được những thông tin này (bằng cách sử dụng một ứng dụng thích hợp) mà người sử dụng không hề hay biết, điều này có thể coi là sự vi phạm quyền riêng tư. Để ngăn chặn điều này, đầu đọc không nên đọc

các tag này khi giao dịch mua bán đã hoàn tất, trừ khi điều đó thật sự cần thiết hoặc được sự ủy quyền của người mua. Có nhiều cách để giải quyết vấn đề này (xem thêm chương 5-phần “Những vấn đề riêng tư”. Tuy nhiên trong một số trường hợp, tag và reader cần phải “nhìn thấy” nhau để cấu hình khoảng cách giữa tag và reader, năng lượng của reader và sự tác động của môi trường đối với reader và antenna. Những vấn đề này liên quan đến tag UHF và sự tồn tại một số lượng lớn các vật phản xạ sóng RF, như kim loại, khi đó sẽ tạo ra một môi trường hoạt động đa hướng. Ví dụ như: trong một dây chuyền sản xuất mà tất cả các thiết bị đều làm bằng kim loại. Một lượng lớn năng lượng đầu đọc (reader) phát ra sẽ được hấp thụ và phản xạ bởi những thiết bị trong vùng hoạt động của reader. Trong trường hợp này, để đạt được độ chính xác cao, tag và reader phải đặt sao cho giữa chúng không có bất cứ một chướng ngại vật nào (nhìn thấy nhau-line of sight).

Đây là những ưu điểm hiện thực của công nghệ RFID. Những cải tiến công nghệ trong tương lai sẽ khắc phục những hạn chế khi tồn tại những vật liệu hấp thụ và phản xạ sóng RF giữa tag và reader. Vì vậy, đây sẽ vẫn là công nghệ của thời đại, công nghệ của tương lai.

#### **2.1.4. Sự đa dạng của phạm vi đọc:**

Ở tần số thấp, tag thụ động thường có khoảng cách đọc khoảng vài inches, ở tần số cao (HF) là 3 feet (0.9144m), ở tần số cực cao (UHF) là 30 feet. Khoảng cách đọc của tag tích cực ở UHF (ví dụ 433Mhz) là 300 feet và tag tích cực hoạt động ở dải tần gigahertz có khoảng cách đọc hơn 100 feet. Những thông số này được thực hiện trong điều kiện lý tưởng. Do đó, khoảng cách đọc thực tế của một hệ thống RFID có thể nhỏ hơn những giá trị này. Ví dụ tag 13.56 Mhz, khoảng cách đọc không vượt quá vài inches. Độ rộng của dải khoảng cách đọc này làm cho RFID sử dụng nhiều trong hầu hết các ứng dụng. Trong khi khoảng cách đọc của tag thụ động LF rất hữu ích trong lĩnh vực an ninh, quản lý nhân sự và thanh toán điện tử, thì tag thụ động HF lại được sử dụng trong smart-shelf (kệ thông minh), trong dây chuyền sản xuất, trong giám sát và nhiều ứng dụng khác; cuối cùng, chúng ta có thể sử dụng tag thụ động ở dải tần vi ba trong lĩnh vực chống hàng giả. Ở dải tần này, chúng ta cũng có thể sử dụng tag tích cực hoặc bán tích cực trong giám sát, thanh toán điện tử và trong nhiều lĩnh vực khác. Như chúng ta đã biết, RFID hầu như không có giới hạn về quang phổ trong các ứng dụng hiện tại và những ứng dụng cho phép.

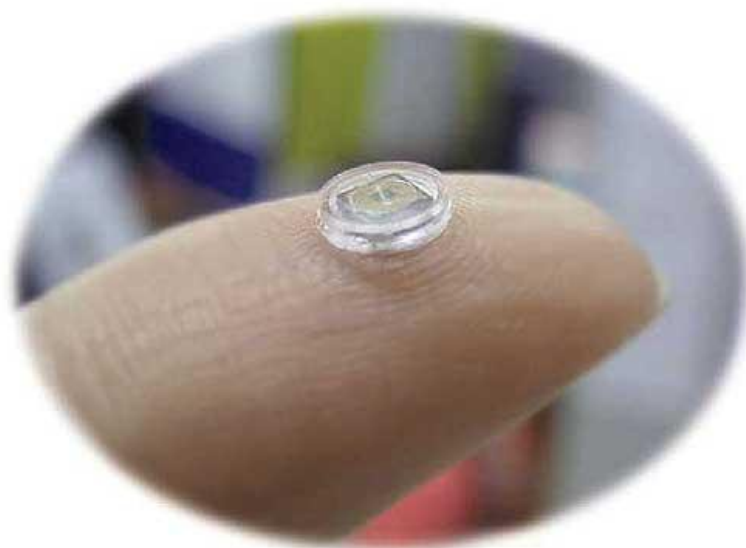


Ngày nay, các tag ở mỗi tần số điển hình đều đã thương mại hóa. Ngoài ra, vị trí của mỗi tag tích cực hay thụ động còn được hỗ trợ một reader để đọc các tag tương ứng. Do đó nếu reader được lắp đặt ở vị trí xác định bên hong cửa của nhà kho để đọc các tag trong phạm vi hoạt động của nó, khi đó vị trí của tag được giả định ở bên hong cửa trong suốt thời gian đọc. Những thông tin này được phổ biến thông qua một mạng riêng tư hoặc công cộng (ví dụ: internet) trên một vùng địa lý rộng lớn. Kết quả là tag có thể được theo dõi cách xa hàng ngàn dặm so với vị trí ban đầu của nó. Những cải tiến công nghệ trong tương lai có thể khắc phục được vấn đề này bởi vì toàn bộ dải khoảng cách đọc sẽ được sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp một cách hiệu quả. Chính vì vậy, những tính năng này là một lợi thế hiện tại của công nghệ RFID.

### **2.1.5. Dung lượng lưu trữ dữ liệu lớn:**

Một tag thụ động điển hình có thể chứa một vài bit hoặc hàng trăm bit để lưu trữ dữ liệu. Thậm chí một vài tag thụ động có thể mang nhiều dữ liệu hơn. Ví dụ như: tag thụ động ME-Y2000 series (gọi là coil-on chip) thụ động, tag đọc-ghi tích hợp của Maxell hoạt động ở tần số 13.56 Mhz có thể lưu trữ tới 4Kb dữ liệu với kích thước 2.5mm x 2.5mm.

Hình 2-1. Tag HF của công ty Maxell của Mỹ



The ME-Y2000 Series RFID chips provide as much as 4 kB memory size and an on-chip antenna for identification and security applications at 13.56 MHz.

Về lý thuyết, tag tích cực không giới hạn khả năng lưu trữ bởi vì kích thước vật lý và khả năng ứng dụng của tag tích cực là không giới hạn.

Có hai cách sử dụng tag RFID . Thứ nhất, nó chỉ chứa duy nhất thông số nhận dạng trên tag. Tương tự để cấp quyền sở hữu một điện thoại di động bằng cách gắn duy nhất một tag xác định. Thứ hai, nó chứa cả mã nhận dạng duy nhất và dữ liệu liên quan đến tag. Một số lượng lớn mã nhận dạng cụ thể có thể được tạo ra bởi một số ít các bit. Ví dụ: khi sử dụng 96 bit, ta có thể tạo ra khoảng 80.000 nghìn tỷ nghìn tỷ mã nhận dạng khác nhau. Như vậy, với một số ít các bit ta có thể mã hóa hầu như bất kỳ đối tượng nào trên thế giới. Tuy nhiên, một số ứng dụng có thể chọn cách lưu trữ dữ liệu bổ sung trên các tag nội bộ. Ưu điểm của việc lưu trữ như vậy là không cho phép truy cập vào cơ sở dữ liệu yêu cầu gửi khối dữ liệu để sử dụng nó như là một mã nhận dạng xác định, một ưu điểm rất hữu ích là nếu đối tượng được gắn tag di chuyển quanh vùng được kết nối mạng để truy cập vào database(cơ sở dữ liệu) chưa sẵn sàng hoặc truy cập trái phép. Ngay cả khi kết nối mạng đã sẵn sàng, các ứng dụng liên quan như vậy sẽ không chịu ảnh hưởng khi mạng bị rớt hoặc trễ.

Đây là một lợi ích trong tương lai. Hầu hết các thẻ thụ động hiện có trên thị trường hiện nay bị hạn chế về kích thước bộ nhớ. Các tag này được sử dụng trong việc cấp các giấy phép, chính vì vậy họ có thể giám sát công việc trong tầm tay. Ngoài ra, các tag dung lượng lớn sẽ ngày càng phổ biến trong tương lai.

#### **2.1.6. Hỗ trợ đọc đa kênh:**

Tính năng hỗ trợ đọc nhiều tag được đánh giá là một trong những lợi ích quan trọng của RFID. Việc sử dụng “thuật toán chống đụng độ”, một reader có thể đọc được nhiều tag trong vùng hoạt động của nó với thời gian ngắn nhất. Nói chung, khi sử dụng mô hình này đầu đọc có thể xác định vài tag mỗi giây tùy thuộc vào tag và ứng dụng. Tính năng này cho phép reader thu thập dữ liệu từ các đối tượng có gắn tag, cho dù đó là văn phòng phẩm hay những vật chuyển động (trong giới hạn đọc), do đó tại một thời điểm có thể tách ra bất kỳ một tag nào để đọc. Xét ví dụ: một trong những nhiệm vụ cơ bản của một tổ chức tài chính là: đếm các chồng tiền để xác định tổng số lần đếm và giá trị của chúng. Giả sử các chồng tiền đó có sử dụng tag RFID thích hợp, thì dữ liệu của chúng có thể được đọc khi dùng một reader RFID mà sau này có thể được sử dụng để xác định tổng số lần đếm và giá trị của chúng trong khoảng thời gian rất ngắn một cách hoàn toàn tự động. Phương pháp này hiệu quả hơn nhiều so với phương pháp truyền thống.

Hiện tại đây là một tiện ích, nhưng tương lai nó có thể được cải tiến công nghệ đọc như tăng số lượng các tag được nhận dạng mỗi giây.

### **2.1.7. Khả năng thích ứng:**

Một tag RFID thụ động có vài bộ phận di chuyển và vì vậy nó được thiết kế sao cho chống lại các điều kiện môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm, ăn mòn hóa chất, rung cơ khí và sốc (đến mức ổn định). Ví dụ: một vài tag thụ động có thể hoạt động tốt trong khoảng nhiệt độ từ 40<sup>0</sup>F đến 400<sup>0</sup>F (40<sup>0</sup>C đến 240<sup>0</sup>C). Thông thường những tag thụ động hoạt động tùy thuộc vào môi trường làm việc trong từng ứng dụng cụ thể. Ngày nay không một tag đơn nào có thể chịu đựng được với mọi điều kiện môi trường. Một tag tích cực và một tag bán tích cực tích hợp trên một board điện tử với một viên pin thì thường dễ hư hơn so với một tag thụ động. Hầu như sự chịu đựng của một tag luôn tỉ lệ thuận với giá của nó.

Đây là một lợi thế hiện tại bởi vì những tag có nhiều mức độ chịu đựng có thể hoạt động được trong nhiều môi trường thực tế. Tuy nhiên, với càng nhiều sự đầu tư nghiên cứu như hiện nay thì trong tương các tag được sử dụng sẽ hoạt động tốt hơn ở các điều kiện môi trường khắc nghiệt hơn.

### **2.1.8. Hoạt động thông minh:**

Trên bo điện tử và nguồn của tag tích cực có thể được sử dụng để thực hiện một nhiệm vụ chuyên dụng như là giám sát môi trường xung quanh (ví dụ như: phát hiện chuyển động). Sau đó tag có thể sử dụng dữ liệu này để tự động xác định các thông số khác và truyền dữ liệu này đến một đầu đọc có sẵn. Ví dụ, một tag tích cực được gắn vào một mặt hàng giá trị cao để phát hiện hành vi trộm cắp. Giả định rằng tag tích cực này gắn liền với cảm biến chuyển động. Nếu ai đó cố ý di chuyển tài sản, tag sẽ cảm nhận sự di chuyển và bắt đầu phát sóng sự kiện này vào môi trường xung quanh nó. Một đầu đọc có thể nhận được thông tin này và chuyển tiếp thông tin này đến thiết bị giám sát hành vi trộm cắp, khi đó có một âm thanh báo động phát ra để cảnh báo các nhân viên.

Khía cạnh này của RFID có tiềm năng lớn nhất để cải thiện những chức năng chuyên dụng của tag tích cực trở nên phổ biến hơn. Vì vậy, đây có thể được gọi là lợi ích tương lai.

### **2.1.9. Đọc chính xác:**

Trong các phương tiện truyền thông, khả năng đọc chính xác của RFID được đề cập đến bằng nhiều góc độ như: “rất chính xác”, “chính xác 100%” và v.v... , nhưng chưa có một công trình nghiên cứu nào cho thấy tính chính xác thực sự của RFID là như thế nào. Chắc chắn nó sẽ được mong đợi ứng dụng rộng rãi như là một phát minh với những cơ sở

khoa học cụ thể, bởi vì chưa có một công nghệ nào có thể đạt đến độ chính xác 100% trong mọi lúc, mọi môi trường làm việc. Khả năng đọc chính xác của RFID bao gồm:

- Loại tag: tần số hoạt động của tag, thiết kế anten cho tag và vì vậy mới có thể tác động đến khả năng đọc chính xác của một hệ thống RFID.

- Đối tượng được gắn tag: thành phần của đối tượng, nó được đóng gói như thế nào, vật liệu đóng gói ra sao, như vậy nó đóng vai trò rất quan trọng quyết định khả năng đọc cũng như mức độ đọc chính xác của hệ thống RFID. Cũng cần lưu ý rằng ảnh hưởng yếu tố này còn phụ thuộc vào tần số mà hệ thống RFID sử dụng.

- Môi trường làm việc: nhiễu từ các thiết bị di động có trong môi trường, điện xả (ESD), sự hiện diện của kim loại và chất lỏng vô định hình. Có thể đặt vấn đề cho khả năng đọc chính xác ở tần số UHF và sóng vi-ba.

- Tính đồng nhất: định hướng tag và vị trí tương đối với anten của đầu đọc để đạt được độ chính xác cao nhất.

Đây là những ưu điểm hiện tại bởi vì thường thì những ứng dụng phổ biến hiện nay chỉ cần đạt mức độ chính xác đủ để đáp ứng yêu cầu kinh doanh. Tuy nhiên mức độ đọc chính xác của reader là tiền đề tốt để cải tiến như: cải tiến tag, reader, anten để trở nên phổ biến trong tương lai. Vì vậy, có thể gọi là công nghệ của tương lai.

## **2. 2 Kết luận:**

RFID cung cấp cho chúng ta nhiều tiện ích, đây là một điều mà mọi người trong đó có bạn có thể nhận ra ngay bởi sự hiện hữu của quá nhiều sản phẩm ứng dụng công nghệ này. Một số tiện ích của công nghệ này đã và đang được thực hiện và người ta tin rằng trong tương lai nó sẽ mang đến cho chúng ta nhiều ứng dụng hơn nữa. Một số lợi ích có tác động đến quyền riêng tư được đề cập đến trong một số trường hợp ứng dụng RFID. Tuy nhiên, có thể khẳng định RFID vẫn đang là một công nghệ được ưa thích.

## Hạn chế của công nghệ RFID

Công nghệ RFID không phải là không có hạn chế. Chương này thảo luận về những hạn chế của RFID. Lưu ý rằng những hạn chế hiện tại có thể được khắc phục trong những cải tiến công nghệ sau này.

### 3.1. Giới hạn của RFID:

Những hạn chế hiện tại của RFID bao gồm:

- Kém hiệu quả với những vật chắn sóng RF và những vật hấp thụ sóng RF: công nghệ ngày nay làm việc không hiệu quả với những vật liệu này, trong một số trường hợp còn trở nên nguy hiểm.
- Ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường: điều kiện môi trường xung quanh tác động mạnh đến ứng dụng RFID.
- Giới hạn đọc tag: một hạn chế thực tế như là có bao nhiêu tag được đọc cùng một lúc.
- Ảnh hưởng nhiễu phân cứng: một giải pháp RFID có thể bị ảnh hưởng tiêu cực nếu phần cứng không được lắp đặt đúng cách (như vị trí và hướng anten).
- Hạn chế khả năng chi phối năng lượng sóng RF: mặc dù RFID không cần nhìn thấy, có một giới hạn là năng lượng RF có thể tiếp cận ở độ sâu bao nhiêu, mặc dù nó có thể xuyên qua vật “sáng” với RF (vật cho sóng RF qua).
- Công nghệ non-trẻ: mặc dù công nghệ RFID đang trải qua những thay đổi nhanh chóng, những những thay đổi báo hiệu sự bất tiện khi không cảnh giác.

Sau đây là những thảo luận chi tiết:

#### 3.1.1. Kém hiệu quả với những vật chắn sóng RF và những vật hấp thụ sóng RF:

Nếu sử dụng tần số VHF và tần số vi ba và nếu đối tượng gắn tag được làm bằng vật liệu chắn sóng RF như kim loại, một số loại hấp thụ sóng RF như nước hoặc đối tượng được đóng gói trong vật liệu chắn sóng RF, như vậy reader có thể đọc dữ liệu bị lỗi một phần hoặc hoàn toàn. Một số tag tùy chỉnh có thể giảm bớt một số vấn đề của vật liệu chắn hoặc hấp thụ sóng RF. Ngoài ra việc đóng gói cũng gây phát sinh các vấn đề khi nó được làm bằng cách vật liệu chắn sóng RF như kim loại chẳng hạn.

### **3.1.2 Ảnh hưởng bởi các yếu tố môi trường:**

Nếu môi trường hoạt động có nhiều kim loại, chất lỏng, như vậy sẽ ảnh hưởng đến khả năng đọc chính xác của reader, tùy thuộc vào tần số. Mặc dù khoảng cách đọc tag, năng lượng reader và cấu hình anten của reader là các thông số chính cần được hiệu chỉnh giảm tác động của môi trường xung quanh, nhưng vấn đề “nhìn thấy nhau” (line of sight) cũng được xem xét trong trường hợp này. Tuy nhiên, trong một vài trường hợp, điều này là không thể (chẳng hạn như môi trường mà có sự lưu thông của rất nhiều người). Cơ thể con người chứa đựng một lượng nước rất lớn, đây chính là vật liệu hấp thụ sóng RF ở tần số UHF và vi ba. Ngoài ra, các mô tơ điện, bộ điện khiển mô tơ điện cũng là một nguồn nhiễu có thể ảnh hưởng đến hoạt động của Reader. Một vài mạng LAN không dây cũ hoạt động ở tần số 900Mhz cũng có thể ảnh hưởng đến reader.

### **3.1.3. Giới hạn đọc tag:**

Số lượng tag mà reader có thể truy xuất trên một đơn vị thời gian có giới hạn. Ví dụ, ngày nay một reader có thể nhận dạng một vài đến nhiều tag trong một giây. Để đạt được con số này thì reader phải trả lời hàng trăm lần trong một giây. Tại sao? Bởi vì reader phải sử dụng một số thuật toán chống xung đột để nhận dạng tag. Cải tiến công nghệ sẽ giúp reader có thể tăng số lượng tag được nhận dạng trong một giây, nhưng luôn luôn có một giới hạn mà reader không thể vượt qua.

### **3.1.4. Ảnh hưởng nhiễu phần cứng:**

Một xung đột reader sẽ xảy ra một cách ngẫu nhiên khi vùng phủ sóng của hai reader chồng chéo và tín hiệu của reader này xen vào vùng làm việc của reader kia. Vấn đề này phải đưa vào thảo luận khi thiết kế một hệ thống RFID. Nếu không, sự suy hao năng lượng sẽ xảy ra. Ngày nay vấn đề này đã được giải quyết bằng cách sử dụng phương thức phân chia thời gian đa truy cập (TDMA).

### **3.1.5. Hạn chế khả năng chi phối năng lượng sóng RF:**

Khả năng thâm nhập của năng lượng RF tùy thuộc vào công suất của reader. Ví dụ một reader không thể đọc được tag trong một số trường hợp tag được đặt chồng quá sâu, thậm chí trong những trường hợp làm bằng vật liệu chắn sóng RF.

Và công suất tối đa của reader đã được quy định bởi các tổ chức quốc tế, quốc gia, nếu bạn muốn tăng công suất reader, trong trường hợp đặc biệt, bạn phải được sự cho phép của cơ quan có thẩm quyền khi được xem xét cẩn thận.

### **3.1.6. Công nghệ non-trẻ:**

Ngày nay, công nghệ non trẻ là một vấn đề phải đối mặt với thực tế của RFID. Một giải pháp RFID tối ưu khi sử dụng những phần cứng do nhà sản xuất cung cấp. Các nhà cung cấp đang làm hết sức mình để phát triển sản phẩm và cải tiến công nghệ. Vấn đề non nớt

chưa trưởng thành trong công nghệ sẽ vẫn là một khó khăn mà công nghệ RFID cần phải tiếp tục khẳng định và phát triển ở tương lai gần.

### **3.2. Kết luận**

Bây giờ bạn có thể cảm thấy một chút lo lắng sau khi xem xét những hạn chế của công nghệ RFID trong chương này. Thực tế không phải là quá ảm đạm! Mặc dù công nghệ này hiện có một số hạn chế, nhưng nó không phải là quá lớn lao để ta có thể dừng phát triển một công nghệ đầy tiềm năng. Trong hầu hết trường hợp, hoặc 1 những vấn đề có thể được bỏ qua, hoặc một giải pháp RFID tốt có thể được thực hiện để giải quyết khó khăn này. Chương 9, "Thiết kế và thực hiện một giải pháp RFID," cung cấp thêm chi tiết về tối ưu hóa công nghệ này.

## Ứng dụng của công nghệ RFID

Trong thực tế, nhiều công nghệ RFID đã được triển khai và gặt hái được một số thành quả đáng kể như: theo dõi, kiểm soát hàng tồn kho, thu phí giao thông, quản lý ra vào, an ninh... sẽ được trình bày trong chương này, nhưng không dừng lại ở đó, công nghệ RFID còn có nhiều ứng dụng tiềm năng khác, hứa hẹn sẽ được áp dụng phổ biến trong tương lai không xa.

Chương này thảo luận về các ứng dụng phổ biến ở hiện tại và các ứng dụng mới nổi được triển khai rộng rãi trong tương lai gần nhằm cung cấp cho bạn đọc một ý tưởng về tiềm năng của công nghệ. Cuốn sách này sử dụng các thuật ngữ phổ biến và mới nổi cho các loại ứng dụng và các thành viên thuộc loại ứng dụng. Bạn sẽ hiểu được sự khác biệt giữa hai thuật ngữ từ các ngữ cảnh. Lưu ý rằng chương này không cố gắng liệt kê danh sách tất cả các ứng dụng RFID đang tồn tại hiện nay hoặc có thể tồn tại trong tương lai. Thay vào đó, chương này bao gồm một số ứng dụng quan trọng nhất có thể còn tồn tại ngày hôm nay và trong tương lai, với hy vọng rằng bạn có thể xác định các ứng dụng tương tự và kết hợp chúng với những thảo luận tại đây.

### 4.1 Các loại ứng dụng phổ biến:

Hiện nay, một số các ứng dụng RFID nổi bật nhất là:

- Theo dõi và truy tìm đối tượng.
- Giám sát và kiểm soát hàng hóa trong kho.
- Giám sát và quản lý tài sản.
- Chống trộm.
- Thanh toán điện tử.
- Điều khiển truy cập.
- Chống giả mạo.

Các loại ứng dụng được liệt kê ở đây không xuất hiện theo bất kỳ thứ tự nào. Trình tự trong các ứng dụng xuất hiện trong danh sách này không phản ánh gì nhiều, ví dụ, tầm



quan trọng của nó hoặc mức độ vi áp dụng của nó trong bối cảnh RFID. Ngoài ra, các ứng dụng này được liệt kê là không loại trừ lẫn nhau về đặc điểm và lợi ích. Các ứng dụng của mã theo dõi và truy tìm có thể có trong các đặc điểm và lợi ích của việc theo dõi hàng tồn kho, kiểm soát, chống trộm cắp và quản lý tài sản. Những phần sau mỗi thảo luận về các loại ứng dụng chi tiết.

Đối với mỗi loại, ít nhất là một ứng dụng cụ thể được nghiêm cứu. Đối với mỗi ví dụ như vậy, những lợi ích và khuyến cáo thường được thảo luận. Một số bổ sung lưu ý đi kèm với mỗi ứng dụng được cung cấp là rõ ràng, ngắn gọn, chi tiết. Cuối cùng, các giải pháp được triển khai trong thực tế cũng được cung cấp một cách tùy chọn.

#### **4.1.1 Theo dõi và truy tìm đối tượng:**

Loại ứng dụng theo dõi và truy tìm đối tượng có đặc điểm sau đây:

- Gắn một thẻ chứa một đặc điểm nhận dạng riêng biệt vào đối tượng được theo dõi.
- Đọc các thẻ định dạng này tại các địa điểm cụ thể trong khi các đối tượng di chuyển.

Từ thẻ định dạng, khi kết hợp với thời gian đọc và thông tin vị trí, có thể cung cấp gần chính xác thông tin về vị trí hiện tại của đối tượng này. Bạn có thể sử dụng một danh sách các thông tin địa điểm như vậy để theo dõi chuyển động của đối tượng trong vòng đời của nó. Bạn cũng có thể nắm bắt được thông tin bổ sung, chẳng hạn như có người di chuyển đối tượng đến một địa điểm khác. Thông tin này có thể chứng minh hữu ích, ví dụ, để xác định người chịu trách nhiệm về sự thiếu hụt, nếu có. Bạn cũng có thể kết hợp các hành động khác với nhiều hoạt động theo dõi này, chẳng hạn như kích hoạt cảnh báo nếu một đối tượng không được đặt đúng vị trí tại một thời điểm nào đó. Hai giải pháp kỹ thuật hiện đang áp dụng để theo dõi đối tượng là:

- Vệ tinh theo dõi: Vệ tinh theo dõi có thể xác định vị trí của thẻ bất cứ khi nào bị truy vấn.

Tuy nhiên, một thẻ RFID mà có thể giao tiếp trực tiếp theo vệ tinh truyền thông vẫn chưa xuất hiện trên thị trường. Ngoài ra, điều này là khá khác biệt với các khả năng được cung cấp bởi RFID.

Có thể cho một thẻ RFID "giao tiếp" gián tiếp đến trạm thông qua một trạm cơ sở hay qua một số loại mạng có dây / mạng không dây. Lưu ý rằng trong bối cảnh này, thương mại hóa sản phẩm có thể thực hiện hai chiều thông tin trực tiếp qua vệ tinh viễn thông. Ví dụ, T2000 từ Tổng công ty TransCore là sản phẩm thô, một thiết bị vệ tinh viễn

thông cực nhỏ được tích hợp sẵn trong ăng-ten (xem hình 4-1). Thiết bị này có thể thực hiện thông tin hai chiều an toàn bằng cách sử dụng các vệ tinh địa lý L-band. Tuy nhiên, đây không phải là một thẻ RFID (tích cực).

*Hình 4-1: Thiết bị đầu cuối GlobalWave T2000 truyền dữ liệu.  
Tái bản với sự cho phép từ TransCore*



- Hạn chế phạm vi của việc gắn thẻ (tích cực/thụ động): Hạn chế phạm vi đòi hỏi thẻ di chuyển qua một điểm choke (bị chặn) để được quét.

Nếu khách hàng chọn sự lựa chọn thứ hai thiếu một số điểm của choke, mà không có đủ các điểm choke cần thiết thì sẽ không mang lại hiệu quả thiết thực. Ngược lại, nếu đầu tư quá nhiều điểm chặn thì sẽ không đạt được hiệu quả kinh tế.

Các ứng dụng thành viên:

Một số ứng dụng quan trọng nhất thuộc về kiểu này như sau:

- Quản lý chuỗi cung ứng: Điều này được thảo luận tại các tiểu mục kế tiếp.
- Theo dõi các vật liệu độc hại: Điều này được thảo luận tại các tiểu mục kế tiếp.
- Theo dõi hành lý hàng không: Thẻ RFID nhúng trong thẻ hành lý hàng không có thể được sử dụng để cung cấp một giải pháp theo dõi có hiệu quả. Như một thẻ RFID có khả năng lưu quá trình mang hành lý và xử lý dữ liệu để xác định các vấn đề về hành lý mà không có bất kỳ sự truy cập hành lý khách hàng. Thẻ RFID có thể được đọc nhiều hướng,

không giống như mã vạch, kết quả nhanh hơn và chính xác hơn so với chức năng quét mã vạch. Cơ quan vận tải hàng không quốc tế (The International Air Transport Association (IATA)) vẫn chưa áp dụng một chuẩn công nghiệp để thay thế thẻ mã vạch với RFID và quá trình xử lý tự động hành lý hành khách. Trong công nghiệp thử nghiệm (British Airways vào năm 1999 và Delta Airlines năm 2003) của công nghệ, nhãn thẻ RFID dẫn đến tỷ lệ phần trăm độ chính xác trong khoảng 95-99%, trong khi các mã vạch chỉ có thể cung cấp mức độ chính xác trong khoảng 80-85 phần trăm. Ứng dụng này chưa được triển khai rộng rãi thương mại. Theo dõi hành lý hàng không là một ví dụ của ứng dụng thuộc loại này áp dụng phổ biến (nghĩa là, trong mục ứng dụng theo dõi và truy tìm).

Các phần phụ sau thảo luận hai ví dụ đầu tiên của loại ứng dụng.

#### **4.1.1.1 Quản lý chuỗi cung ứng:**

Một mặt có thể theo dõi được chuỗi cung ứng từ nơi nó được sản xuất đến nơi nó được tiêu thụ hoặc tái chế. Ví dụ, Một thùng nhựa của dầu động cơ, có thể được gắn thẻ tại điểm sản xuất, một thẻ có chứa một số nhận dạng riêng biệt.

Chú ý :

Ví dụ "lon cola" là nên tránh ở đây. Tần số UHF nói chung là tần số mà RFID thích hợp nhất sử dụng trong chuỗi cung cấp hoạt động ngày hôm nay. Một lon cola được làm bằng kim loại, đó là vật liệu phản xạ sóng RF và có chứa chất lỏng, là vật liệu hấp thụ sóng RF trong dải tần số UHF. Sự kết hợp này làm cho việc đọc tag rất khó khăn, thậm chí là không thể, ở mọi thời gian trong các giai đoạn khác nhau của chu kỳ của tồn tại lon cola (giả sử UHF được sử dụng).

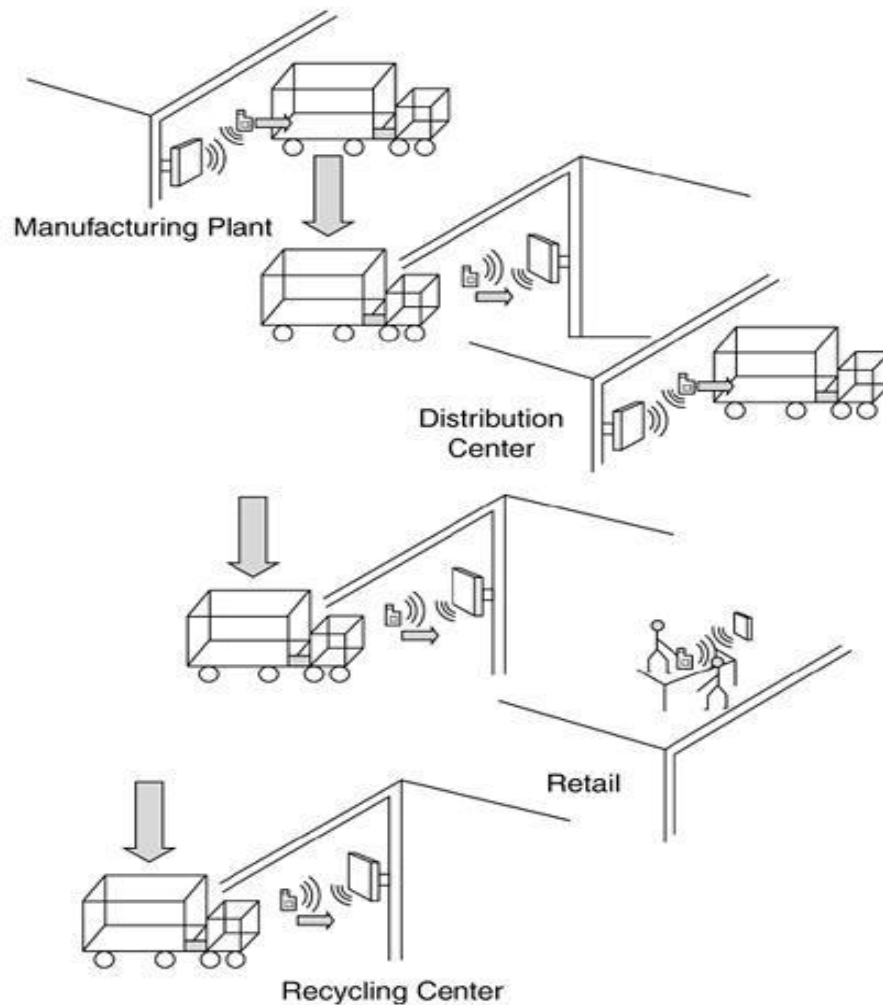
Một thùng dầu động cơ, mặt khác, được làm bằng nhựa, đó là vật liệu cho phép RF qua, và chứa dầu động cơ, cũng là vật liệu “sáng” với sóng RF trong UHF. Vì vậy, một thùng dầu động cơ có thể được gắn thẻ với kết quả đọc tốt.

Thùng dầu có thể được theo dõi bằng cách đọc dữ liệu thẻ tại các điểm sau trong chuỗi cung ứng:

1. Tại cảng vận chuyển của nhà sản xuất, thùng chứa dầu được tải lên một xe tải sẽ rời khỏi nhà máy sản xuất.
2. Thùng chứa dầu đến nơi tiếp nhận của trung tâm phân phối.

3. Tại cảng vận chuyển của các trung tâm phân phối, thùng chứa dầu được tải lên một xe tải và rời khỏi trung tâm phân phối.
4. Thùng chứa dầu được đưa đến các nhà bán lẻ.
5. Khách hàng mua thùng chứa dầu này tại các quầy bán hàng của các nhà bán lẻ.
6. Thùng chứa rỗng này được đưa đến một trung tâm tái chế.

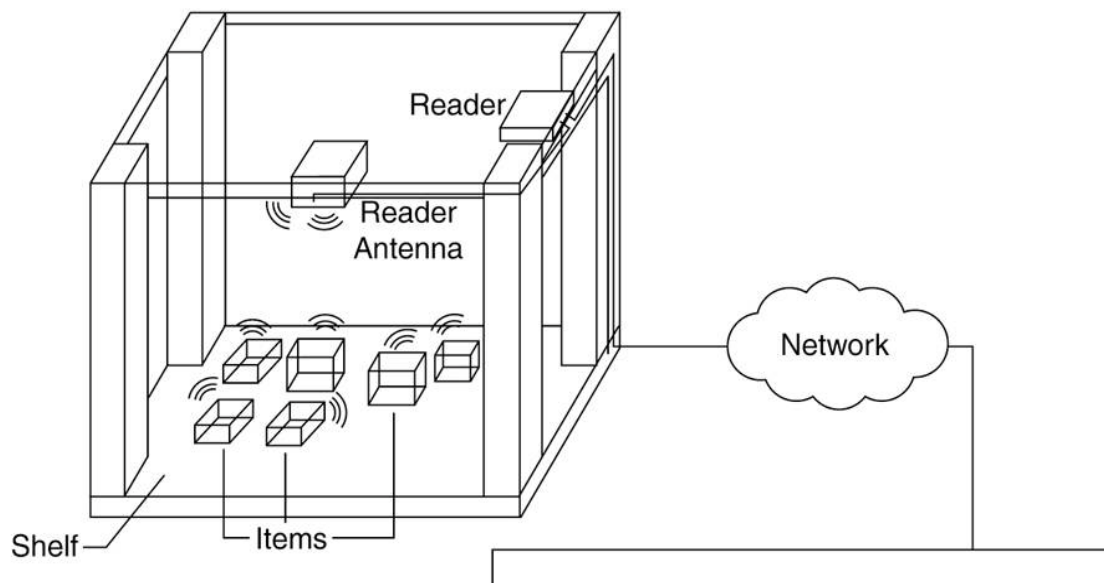
Hình 4-2: Cho thấy các ví dụ về điểm đọc thẻ.



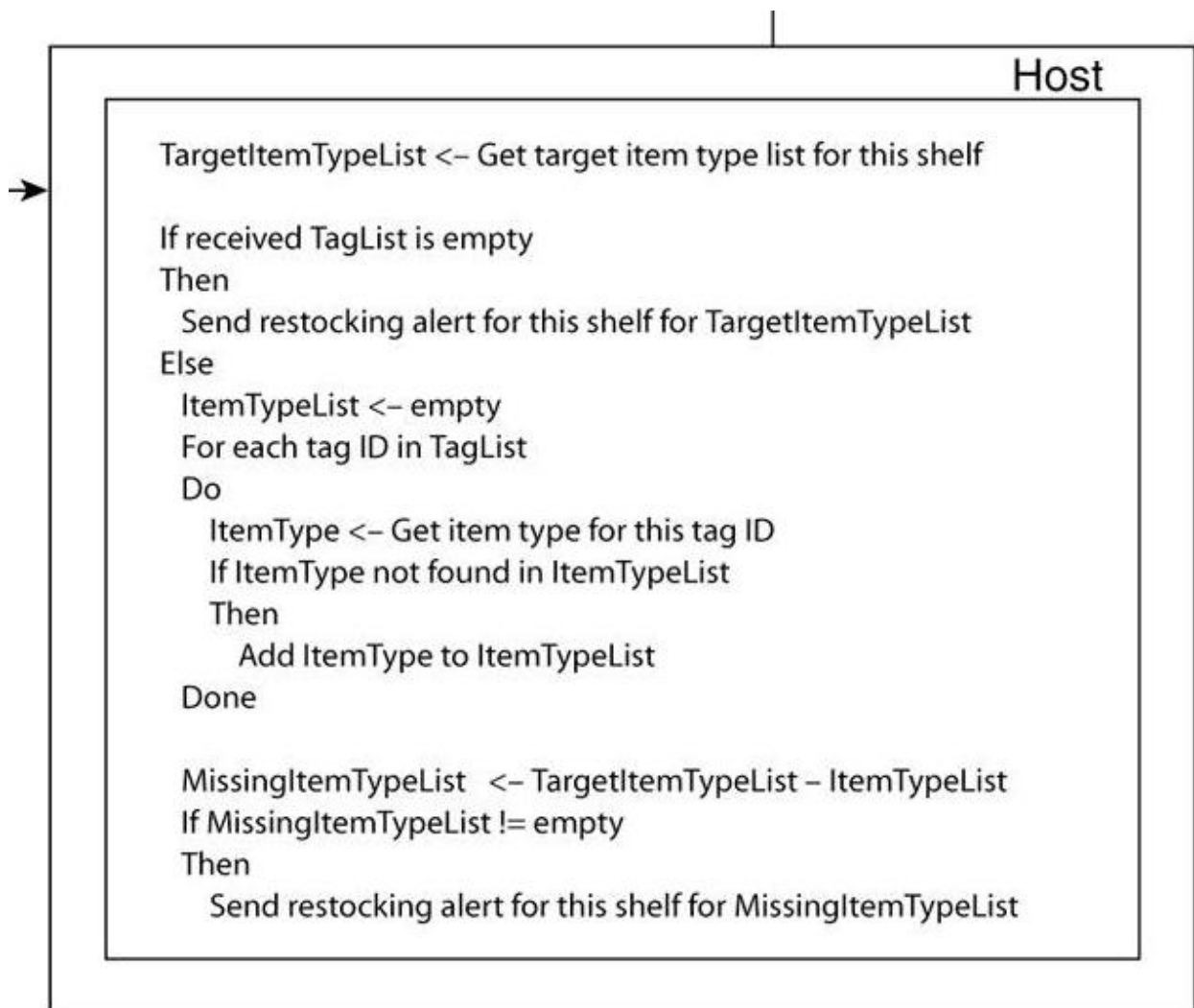
Các dữ liệu thẻ cũng có thể được đọc tại các điểm khác trong chuỗi cung ứng. Ví dụ, dữ liệu thẻ có thể được đọc khi lưu trữ thùng này tại một địa điểm cụ thể bên trong nhà kho tại trung tâm phân phối, hoặc tại một khu vực lưu trữ đặc biệt bên trong các cửa hàng bán lẻ. Chẳng hạn nhân viên có thể xác định vị trí thùng này trong bốn bức tường. Một đầu

đọc cũng có thể phát hiện sự hiện diện của một đối tượng được đặt trên kệ. Một hệ thống back-end có thể sử dụng thông tin này để xác định xem kệ này cần được bổ sung thùng dầu động cơ mới. Một đầu đọc không thể thực hiện quyết định này, nó chỉ có thể báo cáo danh sách các thẻ đã đọc cho các ứng dụng máy chủ lưu trữ. Các ứng dụng máy chủ sau đó có thể tìm một loại sản phẩm cụ thể (mà phải được trên kệ) dựa trên thẻ ID của nó. Nếu một loại sản phẩm phù hợp là không tìm thấy hoặc nếu danh sách thẻ đã đọc là trống rỗng, các ứng dụng có thể xác định rằng kệ đó cần phải được khôi phục.

*Hình 4-3 cho thấy nguyên lý đơn giản việc xác định tình trạng không có sẵn trong kho.*



Ở máy tính chủ, ta có thể dùng một thuật toán đơn giản để xác định mặt hàng đó có còn trong kho hay không?



Nó sẽ được sử dụng rộng rãi nếu giá thẻ giảm xuống dưới 5 ¢, việc ứng dụng gắn thẻ trở nên khả thi. Tuy nhiên, một số trở ngại tại nơi thực hiện mục tiêu này, như là các mô hình kinh doanh, các vấn đề sản xuất, mối quan tâm riêng tư, và thực hiện phức tạp.

*Lợi ích:*

Như bạn đã hiểu ở các thảo luận trước, RFID cung cấp khả năng kiểm soát trong quản lý chuỗi cung ứng. RFID có thể cung cấp các doanh nghiệp với thời gian chính xác và thông tin thực, có thể dẫn đến những lợi ích sau:

- Giảm mức hao hụt cho các nhà sản xuất: Bởi vì một đối tượng có thể được theo dõi thông qua toàn bộ chuỗi cung ứng, và các thông tin thu thập được có thể bao gồm các nhân sự di chuyển hàng, các bên có trách nhiệm và điểm xảy ra sự cố để có thể dễ dàng truy tìm trong trường hợp bị thất thoát.

- Cho phép các nhà bán lẻ hiểu rõ hơn về tiềm năng của sản phẩm: Khách hàng mua một đối tượng nào đó đã được theo dõi, và doanh nghiệp có thể sử dụng dữ liệu này để nhắm mục tiêu người mua cho chương trình khuyến mại đặc biệt. (Lưu ý rằng một giải pháp mã vạch cũng có thể cung cấp những lợi ích tương tự).
- Cho phép quản lý hàng tồn kho tốt hơn ở các nhà bán lẻ: Các nhà bán lẻ, có thể hiểu tốt hơn tiềm năng của sản phẩm, có thể tăng vốn giảm vốn một đối tượng cụ thể, do đó tối đa hóa việc bán hàng tồn kho ở điều kiện tốt nhất.
- Cho biết cách giám sát và sử dụng tài sản tốt hơn: Khả năng xác định vị trí chính xác một đối tượng và thông tin liên quan của nó (có thể cả tĩnh và động), cho phép các doanh nghiệp giám sát tốt hơn và tận dụng mặt hàng này.
- Giảm việc không có sẵn hàng hóa ở các nhà bán lẻ: Khi một khách hàng lấy 1 đối tượng từ kệ, các hệ thống back-end phát hiện sự vắng mặt của mặt hàng đó. Doanh nghiệp có thể sử dụng thông tin này để xác định kệ nào là trống rỗng, và cần phải được bổ sung.

#### *Khuyến cáo:*

- Gắn thẻ và theo dõi, ở một mức đối tượng riêng lẻ, nói chung là đại diện cho hầu hết các nhiệm vụ đầy thách thức trong công nghệ RFID bởi vì các biến đổi hầu như vô hạn của các loại vật liệu của đối tượng được gắn thẻ: bao bì, điều kiện môi trường, vv... Nói chung, tấm pallet là đối tượng dễ gắn thẻ nhất, theo sau là hộp, bởi vì một pallet đã hạn chế các biến thể trong hình dạng, kích thước, và thành phần vật liệu khi so sánh với một đối tượng khác. Tuy nhiên, Vẫn còn phụ thuộc vào yêu cầu đọc và điều kiện môi trường, mức độ phức tạp liên quan đến việc đọc pallet, hộp, và các đối tượng gắn thẻ có thể rất đa dạng (xem Chương 9, "Thiết kế và thực hiện một giải pháp RFID").
- Một vấn đề về sự riêng tư được đưa ra là gắn thẻ lên các đối tượng riêng lẻ mà người tiêu dùng có thể mua hoặc sử dụng. Quan tâm ở đây là một người tiêu dùng có thể được theo dõi qua các thẻ trên đối tượng mà người đó đã mua (xem Chương 5, "bảo mật quan"). Các doanh nghiệp hiện đang thận trọng với việc áp dụng gắn thẻ trước khi các vấn đề bảo mật được giải quyết.

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm:*

- Thẻ thụ động là hầu như luôn luôn được sử dụng cho loại ứng dụng này. Các thẻ thụ động trong dải tần số UHF (868870 MHz và 902928 MHz) cung cấp sự cân bằng tốt nhất giữa khoảng cách đọc và giá cả, và do đó, được sử dụng rộng rãi cho mục đích này. Việc theo dõi một số lượng lớn của đối tượng hiện tại với những đặc điểm nhận dạng riêng biệt,

như một số lượng to lớn dữ liệu thô sinh ra mà phải được xử lý và chuyển qua mạng doanh nghiệp. Giải pháp được chấp nhận rộng rãi nhất cho loại ứng dụng này được cung cấp bởi các đặc điểm kỹ thuật của EPCglobal (xem Chương 10, "tiêu chuẩn"). Đặc điểm kỹ thuật này cung cấp một tiêu chuẩn giá rẻ, cởi mở, và tương thích cho các đầu đọc và các thẻ. Nó cũng cung cấp một kiến trúc để nắm bắt các yêu cầu của kiểu ứng dụng này. Trong ngắn hạn, EPCglobal là một giải pháp mạnh mẽ và linh hoạt có khả năng được chấp nhận như là một tiêu chuẩn trên toàn thế giới.

*Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

Các nhà sản xuất lớn, các nhà bán lẻ, và các tổ chức chính phủ trên thế giới đang sử dụng loại ứng dụng này để theo dõi các đối tượng, các cấp pallet. Cá nhân cấp gắn thẻ có vẻ là chỉ chiếm một số ít bởi vì chi phí cao và sự bảo mật không ổn định. Xu hướng hiện nay là rõ ràng có lợi trong việc hộp và pallet gắn thẻ, bởi vì các vấn đề riêng từ ít ảnh hưởng hơn, chi phí và sự phức tạp trong khi thực hiện giảm thấp (so với gắn thẻ trực tiếp lên đối tượng), và vòng xoay đầu tư là nhanh chóng. Lưu ý, tuy nhiên, trong một số cửa hàng, khách hàng có xu hướng mua luôn các thùng đóng gói (chứa các đối tượng riêng lẻ). Trong các tình huống này, trường hợp cấp gắn thẻ cũng có thể gây ra một mối quan tâm riêng tư đối với một số khách hàng.

#### **4.1.1.2 Theo dõi vật liệu độc hại**

Hóa chất các nhà máy chế biến gồm nhiều loại hóa chất khác nhau thải ra hàng ngày. Hóa chất đến từ các nhà cung cấp khác nhau và sau đó được tiêu thụ hoặc chế biến tại nhà máy. Nhà máy chuyển các sản phẩm hóa học đó đến các nhà phân phối và khách hàng. Các hóa chất đã sử dụng được tái chế. Một số các hóa chất có thể độc hại, và do đó, phải được quan tâm đặc biệt khi thực hiện xử lý. Đối với một thùng chứa hóa chất độc hại đã nhận được từ một nhà cung cấp, mong rằng một số thông tin quan trọng sau đây luôn luôn có sẵn:

- Các loại hóa chất, thành phần của nó, và các tính năng khác như: tập hợp những cái gì (có nghĩa là, Data Sheet [MSDS] thông tin các nguyên liệu an toàn)?
- Khi nào các thùng chứa đến cảng vận chuyên?
- Ai giao hàng?
- Khi nào và nơi nào mà nó được phát hiện cuối cùng bên trong nhà máy?
- Có quá cảnh bên trong nhà máy không? Nếu vậy, nơi cung cấp và đích đến là gì? Nó đã về đúng thời gian ước tính không?



- Nó đã rời nhà máy (ví dụ, được vận chuyển đến các nhà cung cấp để tái chế, hoặc được chuyển đến một nhà phân phối hoặc một khách hàng)?

#### *Lợi ích :*

- An toàn công cộng: Việc theo dõi hợp lý có thể ngăn chặn vật liệu độc hại từ việc được xử lý không tốt. Một số lượng nhỏ của một vật liệu độc hại, nếu quản lý không tốt hoặc bị rơi vào tay bọn xấu, có thể gây ra thiệt hại đáng kể về vật chất và tinh thần, cho cả hai: nhà máy và những người tiếp xúc. Tại thời điểm an ninh quốc gia được tăng cường, mỗi nhà máy hóa chất xử lý các chất độc hại phải thực hiện việc tiếp cận và kiểm soát xử lý nghiêm ngặt hơn các hoá chất của họ.
- Ít ô nhiễm môi trường: Hộp chất tái chế và khử trùng các chất độc hại và bao gói của chúng, có thể giúp ngăn ngừa ô nhiễm môi trường.

#### *Khuyến cáo:*

- Được mong muốn để theo dõi một vật liệu độc hại ở mức độ đối tượng thay vì các pallet và hộp.
- Gắn thẻ và theo dõi chất độc hại trong hộp bằng kim loại và hộp nhựa chứa chất lỏng có thể khó khăn (xem Chương 9).

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm:*

Nói chung, thẻ thụ động sử dụng được trong phạm vi 13,56 MHz và 915 MHz. Tại thời điểm này, không có nhu cầu trao đổi hàng, theo dõi thông tin vượt ra ngoài bốn bức tường của nhà máy. Do đó, loại bỏ những giải pháp có xu hướng hệ thống vòng lặp kín, mặc dù điều này có thể thay đổi trong tương lai. Nói chung, những thông tin quan trọng nhất về các chất hóa học cũng được lưu giữ trên thẻ để nó có thể được đọc ở các địa phương cùng với ID của nó để các thông tin quan trọng về hóa chất này luôn luôn có sẵn khi kết nối xuống hệ thống back-end (trong đó có chứa dữ liệu về chất hóa học này). Có sẵn thẻ kim loại chuyên biệt để có thể gắn thẻ này cho các thùng chứa kim loại. Những vấn đề riêng tư ít được quan tâm ở đây, mặc dù các đối tượng đều được theo dõi riêng vì bản chất của mình.

#### *Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

IBM đã cho ra một hệ thống RFID thống nhất theo dõi thùng chứa chất hóa học trong các cơ sở sản xuất của mình tại Burlington, Vermont; Fishkill, New York; và Bromont, Quebec, Canada. Hóa chất trong chai nhựa và kim loại là được theo dõi trong thời gian

họ nhận được cho đến khi các thùng này được làm sạch hoặc gửi lại cho các nhà cung cấp. Hệ thống này cũng giúp xác định xem đúng là các hóa chất được sử dụng trong chế biến không.

Trong tháng 11 2004, Trung tâm Nghiên cứu NASA Dryden Flight đã thành công trong việc 90 ngày thử nghiệm hệ thống theo dõi hóa chất độc hại được gọi là ChemSecure có sử dụng thẻ RFID thụ động. ChemSecure này cũng đang được phát triển để cung cấp theo dõi hóa chất độc hại tại năm cơ sở của NASA tại miền Nam California tại Edwards Air Force Base.

#### **4.1.2 Giám sát và Kiểm soát hàng tồn kho:**

Ứng dụng giám sát và kiểm soát hàng tồn kho có các đặc điểm sau đây:

- Gắn một thẻ chứa một định dạng riêng biệt trên một mặt hàng tồn kho được theo dõi.
- Phát hiện sự hiện diện hoặc vắng mặt của mặt hàng này trong kho bằng cách đọc dữ liệu trên thẻ 1 cách định kỳ.

Khi một đối tượng được đặt trong khu hàng tồn kho, dữ liệu thẻ được đọc bởi một đầu đọc cố định, sau đó truyền dữ liệu thẻ và vị trí của nó (dựa trên các địa điểm của đầu đọc) đến hệ thống back-end hàng tồn kho. Hệ thống back-end hàng tồn kho đăng ký các đối tượng trong cơ sở dữ liệu tồn kho. Trong phạm vi kho, đầu đọc (có thể đọc trong vùng đọc của nó) truyền định kỳ dữ liệu tất cả các thẻ đọc tại khu đọc của nó đến hệ thống quản lý hàng tồn kho. Nếu hệ thống back-end không nhận được dữ liệu thẻ đăng ký của một đối tượng tương ứng, hệ thống back-end cho rằng đối tượng đó vắng mặt trong kho. Nếu kết quả của sự vắng mặt này trong tình hình không có sẵn đối tượng này, hệ thống quản lý hàng tồn kho có thể làm những việc sau:

- Tự động thông báo cho nhân sự và các hệ thống khác có liên quan.
- Đăng ký đơn đặt hàng cho đối tượng này đến nhà cung cấp nó .

Hãy tham khảo Hình 4-3 để xem một ví dụ về nguyên lý xác định tình trạng không có sẵn hàng hóa trong kho.

*Các ứng dụng thành viên:*

Kiểu ứng dụng này có thể loại được coi là một biến thể của theo dõi và truy tìm. Tuy nhiên, một tính năng phân biệt các loại ứng dụng này là nó luôn luôn được theo dõi trong bối cảnh

một mặt hàng tồn kho. Nghĩa là, có mặt trong kho hay không. Một số ví dụ kiểu ứng dụng thuộc loại này như sau:

- **Kệ thông minh:** Điều này được mô tả trong các tiêu mục kế tiếp.
- **Bộ phận quản lý hàng tồn kho cho các hãng hàng không và các nhà máy sản xuất ô tô:** Các hãng hàng không lớn có thể theo dõi khoảng nửa triệu phụ tùng, và có thể có giá trị của các bộ phận trong hàng tồn kho lên tới cả 1 tỷ USD. Quá trình kiểm kê hiện hành chủ yếu là thủ công, dẫn đến một mức sai số cao (và do đó chi phí thực hiện cho việc duy trì hàng tồn kho lớn). Một thẻ RFID được sử dụng cho mục đích như vậy cần có một lượng lớn bộ nhớ. (Ví dụ, nó không phải là thẻ bình thường với 10K bộ nhớ) Bộ nhớ thêm vào là cần thiết để lưu trữ dữ liệu của phần tùy chỉnh, như lịch sử sửa chữa và phần nhận dạng. Thẻ RFID tích cực trong phạm vi tần số 13,56 MHz được chứng minh là thích hợp nhất cho mục đích này, vì chúng có thể sử dụng được trong các môi trường kim loại, và tần số này đã phê duyệt trên toàn thế giới. Tuy nhiên, các loại thẻ có thể là thẻ ít đọc / ghi nhiều (ít hơn 1 mét). Đây là một ví dụ của một ứng dụng phổ biến thuộc kiểu loại này.

Các tiêu mục sau nghiêm cứu kệ thông minh, là một ứng dụng thú vị.

#### **4.1.2.1 Kệ thông minh**

Ngày nay, kệ hàng nói chung là một quá trình thủ công, là một quá trình thường ít tối ưu. Trong ứng dụng kệ thông minh, một đối tượng (món hàng nào đó) được gắn thẻ được đặt ở một nơi trong kệ cửa hàng. Một đầu đọc một hoặc nhiều đầu đọc đứng yên được đặt trên hoặc gần kệ theo dõi sự hiện diện của thẻ (và có mặt thẻ). Khi một người tiêu dùng lấy đối tượng này ra khỏi kệ, đầu đọc(s) không còn có thể đọc thẻ. Do đó, báo cáo danh sách thẻ từ đầu đọc (s) gửi đến hệ thống tồn kho không còn chứa các thẻ này. Hệ thống kho sau đó giả định rằng đối tượng đó đã được gỡ bỏ khỏi kệ. Hệ thống hàng tồn kho có thể tự động thực hiện một vài hành động, chẳng hạn như thông báo cho nhân viên cửa hàng để thay thế một đối tượng khác cùng loại để tránh một tình trạng thiếu hụt hàng. Hãy tham khảo hình 4-3 cho thấy một ví dụ đơn giản thực hiện.

*Lợi ích :*

- Giảm tình thiếu hàng hóa trên kệ cho các nhà bán lẻ.
- Cho phép các nhà bán lẻ hiểu rõ hơn về tiềm năng bán của sản phẩm.
- Cho phép các nhà bán lẻ quản lý hàng tồn kho tốt hơn.

- Nếu một đối tượng được đặt sai chỗ, các hệ thống back-end có thể thông báo cho nhân viên cửa hàng nơi đối tượng(đặt nhầm) và đặt lại cho đúng.
- Một số kiểu hỗ trợ cho việc chống trộm cắp: Nếu một số lượng bất thường thẻ đột nhiên mất tích từ kệ, có lẽ một hành vi trộm cắp đã xảy ra.

#### *Khuyến cáo:*

- Ứng dụng kệ thông minh theo dõi hàng tồn kho ở một mức độ các đối tượng hàng hóa riêng lẻ; pallet và hộp không được tính. Kết quả việc áp dụng kiểu này cho tất cả các mặt hàng đúng là một thách thức rất lớn đối với vấn đề công nghệ RFID.
- Các thẻ vẫn còn quá đắt để được sử dụng cho việc gắn thẻ cho từng mặt hàng riêng lẻ có giá trị chưa cao, chưa kể chi phí phần cứng khác như các đầu đọc và ăngten. Chi phí của thẻ phải thấp hơn một xu để sử dụng rộng rãi đối với các mặt hàng giá trị thấp. Mục tiêu hiện tại và thách thức cho các nhà sản xuất là sản xuất một thẻ 5 ¢, có thể mất một 10-15 năm hoặc hơn.
- Việc thực hiện khó khăn: sẽ thảo luận sau.
- Có những liên quan đến quyền riêng tư về việc gắn thẻ lên các đối tượng hàng hóa mà người tiêu dùng có thể mua hoặc sử dụng: Làm sao để bảo đảm rằng các nhà bán lẻ và nhà sản xuất sẽ không giám sát các sản phẩm của họ sau khi chúng đã được bán cho khách hàng (xem Chương 5)

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm:*

- Nói chung, thẻ thụ động trong khoảng 13,56 MHz được sử dụng làm thẻ gắn lên đối tượng trên kệ. Cấu hình đầu đọc và ăngten trên kệ phải phù hợp. Số lượng các đối tượng mà có thể được đọc cần phải được đọc lập tối đa với hướng của các đối tượng khác trên một kệ, mà thường đòi hỏi nhiều ăng ten trên kệ, do đó có thể tạo ra sự chồng chéo các khu đọc và có thể gây nhiễu sóng. Tình trạng này là không mong muốn vì ăng ten phải đọc các đối tượng trên kệ mà chúng được cài đặt và không nên có chồng chéo các khu đọc với ăng-ten khác trên một kệ khác. Nếu các đối tượng được gắn thẻ quá đông trên một kệ, đầu đọc có thể không có khả năng đọc tất cả các đối tượng trên kệ, mà có thể dẫn đến các vấn đề tồn kho.
- Hơn nữa, các khách hàng có thể lấy sản phẩm đó lên và đặt xuống trên kệ cũ nhưng lại không đúng hướng của anten reader khi thiết lập. Nếu đầu đọc (s) không có khả năng đọc đúng thẻ, hệ thống kiểm kê không chính xác sẽ cho rằng mặt hàng đó đã được

bán đi. Một khách hàng cũng có thể lấy một sản phẩm lên và sau đó đặt nó trên một kệ khác, từ đó đầu đọc liên kết với kệ không thể đọc thẻ này. Trong kịch bản như vậy, nếu hệ thống kiểm kê không phải là thông minh, đủ để xem các bản ghi đặt sai chỗ trên kệ khác, nó sẽ hoạt động không chính xác cho rằng mặt hàng này đã được bán đi.

- Kệ thường được làm bằng kim loại, điều đó ảnh hưởng bất lợi đến việc đọc thẻ. Đầu đọc dải tần ngăn hoạt động ở 13,56 MHz được sử dụng để giảm nhẹ vấn đề này, nhưng nó lại phát sinh hai vấn đề khác: Đầu tiên, nhiều đầu đọc có thể là cần thiết để phủ sóng một kệ dài, làm tăng chi phí phần cứng; Thứ hai, nhiều đầu đọc có thể cùng đọc một đối tượng, khi đó tạo ra các bản sao. Vì vậy, nếu hệ thống phần mềm trung gian không đủ thông minh để lọc ra các bản sao trùng lặp, hệ thống kho có thể xảy ra mâu thuẫn. Trong ngắn hạn, việc thực hiện các kệ thông minh là không đơn giản, và thực hiện như vậy có thể đắt tiền. Vì vậy, hiện tại, nó không có ý nghĩa kinh doanh cho các nhà bán lẻ để thực hiện một ứng dụng này trên quy mô lớn. Điều này không có nghĩa là các nhà cung cấp và các doanh nghiệp nên tránh nghiên cứu tiềm năng các ứng dụng như vậy trong môi trường thực tế của họ.

#### 4.1.3 Giám sát và quản lý tài sản

Các ứng dụng giám sát và quản lý tài sản là kiểu có đặc điểm sau đây:

- Gắn một thẻ chứa một đặc điểm nhận dạng riêng biệt trên một đối tượng tài sản được theo dõi.
- Phát hiện vị trí, các đặc tính khác, và tình trạng của đối tượng này trong thời gian thực bằng cách đọc các dữ liệu trên thẻ một cách định kỳ, cũng như trên một nền tảng cơ sở nhu cầu thật sự.

Cơ sở của kiểu ứng dụng này là việc xác định vị trí của một đối tượng trong thời gian thực bằng cách sử dụng thẻ RFID. Toàn bộ dải tần số của RFID được dùng cho ứng dụng liên quan đến tài sản. Bạn có thể sử dụng cả hai thẻ thụ động và tích cực cho giám sát tài sản. Trong bối cảnh đó, lưu ý là một tiêu chuẩn ANSI đã tồn tại. Các tiêu chuẩn ANSI INCITS 371 được phát triển bởi Ủy ban Quốc tế về công nghệ thông tin cho phép người dùng xác định được vị trí, quản lý và tối ưu hóa các tài sản di động trong suốt chuỗi cung ứng (xem Chương 10). Nói chung đầu đọc sẽ đọc các thẻ liên quan khi nó đi qua. Dữ liệu này và thông tin vị trí của đầu đọc sau đó được chuyển đến hệ thống back-end và đưa vào hệ thống giám sát tài sản. Khu vực giám sát cục bộ và toàn cầu đều có thể sử dụng được. Bạn có thể sử dụng các mạng lưới truyền thông vệ tinh liên kết các hệ thống RFID để theo dõi tài sản toàn cầu; các nhà cung cấp chính là nơi đưa ra giải pháp giám sát tài sản, có thể

hoặc mua hoặc hợp tác với ít nhất một công ty truyền thông vệ tinh. Lưu ý rằng ngày nay, không có nhiều thẻ tích cực đang tồn tại có thể thực hiện giao tiếp trực tiếp vệ tinh. Tuy nhiên, một đầu đọc hay mạng các đầu đọc có thể được kết nối với một trạm cơ sở nào đó, có thể sử dụng được truyền thông vệ tinh. Bạn cũng có thể sử dụng mạng không dây 802.11x cho việc giám sát cục bộ.

*Các ứng dụng thành viên:*

Loại ứng dụng này phần lớn là trùng lặp với theo dõi và truy tìm đối tượng. Thật vậy, một đối tượng để được theo dõi có thể được xem như là một tài sản được giám sát. Tuy nhiên, một trong những khía cạnh để phân biệt các loại ứng dụng này là tập hợp các tài sản trong một thời gian, cùng với ID duy nhất của nó, để hỗ trợ trong việc quản lý các tài sản này. Một ví dụ là: tập hợp các dữ liệu chuẩn đoán xe cùng với ID duy nhất của xe để quản lý vòng đời của đoàn xe tốt hơn. Một số ví dụ quan trọng của loại hình này được áp dụng như sau:

- Giám sát và quản lý đoàn xe: Điều này là thảo luận chi tiết trong các tiểu mục kế tiếp.
- Theo dõi thú: Ngày nay, việc sử dụng RFID đang trở thành phổ biến để theo dõi chăn nuôi. Một thẻ gắn liền với một động vật được sử dụng để theo dõi sức khỏe, chuyển động của nó, vvv. Theo dõi thú cũng có thể được sử dụng để theo dõi các động vật hoang dã và cá để theo dõi đặc tính của nó (như di trú và các quá trình sinh sản). ISO 11784 / 11785, là các tiêu chuẩn quốc tế để nhận dạng tần số radio của động vật dựa trên công nghệ 134,2 KHz, là chuẩn nổi bật để theo dõi động vật. Đã có một số chỉ trích tiêu chuẩn này là dễ bị trùng lặp số nhận dạng được giới thiệu bởi các nhà sản xuất khác nhau do thiếu thực thi đúng đắn của các kiểu nhận dạng của cơ quan tiêu chuẩn. Ủy ban Quốc tế về theo dõi thú (Icar) là một cơ sở quốc tế mẫu có trách nhiệm về các tiêu chuẩn hoá trên toàn thế giới về theo dõi động vật và đánh giá năng suất. Icar, trong thỏa thuận với ISO, đã được phát triển tuân thủ theo thủ tục để thử nghiệm và xác nhận của các hệ thống RFID với tiêu chuẩn ISO.

#### **4.1.3.1. Giám sát và Quản lý đoàn xe**

Trong loại ứng dụng này, thẻ RFID được gắn vào các đối tượng như các đơn vị vận tải điện, xe móc, container, dollies (những xe thấp bánh nhỏ, chở nặng), và các phương tiện khác. Các thẻ chứa dữ liệu cần thiết về đối tượng được xác định và quản lý. Đầu đọc, cả đứng yên và di động, được đặt tại các vị trí mà qua đó những đối tượng được gắn thẻ đi qua (ví dụ, kiểm soát truy cập vào cổng, bơm nhiên liệu, cửa ra vào cảng, và các khu vực bảo dưỡng). Các đầu đọc tự động đọc dữ liệu từ các thẻ và truyền tải nó để phân phối đến các trung tâm tập trung dữ liệu cũng như hệ thống quản lý tài sản. Hệ thống này sau đó có

thẻ cho phép hoặc từ chối một phương tiện truy cập vào cửa, bơm nhiên liệu, các cơ sở bảo dưỡng, vv. Vì thế, bằng cách sử dụng dữ liệu từ các đối tượng được gắn thẻ và phương tiện, mà hệ thống quản lý tài sản có thể xác định, kiểm soát, và quản lý các nguồn lực để tối ưu hóa việc sử dụng một cách liên tục trong thời gian thực tế. Các dữ liệu có được từ các đối tượng gắn thẻ là nhanh và chính xác, dẫn đến loại bỏ các phương pháp hướng dẫn thủ công, làm giảm thời gian chờ đợi trong làn xe và thời gian tồn đọng cho việc điều khiển các thiết bị.

#### *Lợi ích :*

- Sử dụng tài sản tốt hơn: Khả năng xác định vị trí, điều khiển, và sử dụng tài sản khi cần thiết cho phép sử dụng tối ưu các tài sản trong một đoàn xe.
- Cải thiện hoạt động: Dữ liệu chính xác và tự động với kiểm soát thông minh dẫn đến an ninh tốt hơn ở các khu vực kiểm soát, chủ động cung cấp bảo dưỡng xe, và nâng cao vòng đời sử dụng đoàn xe.
- Cải thiện giao tiếp: Thời gian thực, dữ liệu chính xác đoàn xe để cung cấp kết nối tốt hơn cho khách hàng, quản lý và nhân sự hoạt động.

#### *Khuyến cáo:*

Đầu tư ban đầu cao, có thể là cần thiết trong phần cứng và cơ sở hạ tầng. Chi phí tăng lên với kích cỡ đoàn xe và số lượng dữ liệu được lưu giữ. Ngoài ra, đối với địa bàn hoạt động phân tán, việc sử dụng khu vực truyền thông không dây rộng như truyền thông vệ tinh có thể là cần thiết, do đó làm tăng chi phí cơ sở hạ tầng. Nhà cung cấp thường phải có đội quản lý hệ thống. Nếu không, chi phí thực hiện điều chỉnh của hệ thống như vậy có thể rất tốn kém.

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm:*

Thẻ bán tích cực chỉ đọc, và thẻ đọc-ghi với các thiết bị điện tử chuyên dụng (ví dụ, để cho biết tình trạng của một giao dịch dữ liệu), thường được sử dụng. Quan trọng nhất, để chuyển tiếp thông tin quan trọng như mức nhiên liệu, áp suất dầu, và nhiệt độ đến đầu đọc, một thẻ có thể được tích hợp với cảm biến về một thông tin của xe. Hệ thống quản lý đoàn xe sử dụng dữ liệu này để chủ động xác định về bảo dưỡng xe, dẫn đến một vòng đời đoàn xe lâu hơn.

*Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

Hệ thống quản lý đoàn xe sử dụng RFID đã được triển khai bởi Maryland Transit Administration (Hệ thống quản lý, tìm vị trí phương tiện).

#### **4.1.4 Chống trộm**

RFID có thể cung cấp biện pháp ngăn chặn chống trộm cắp. Giải pháp loại này có đặc điểm sau đây:

- Gắn một thẻ lên một đối tượng cần theo dõi chống trộm cắp.
- Đọc thẻ ID tại các điểm dễ bị xâm phạm (ví dụ, tại các điểm ra vào, trong thời gian bắt đầu của bộ phận đánh lửa của xe ô tô, vv).
- Thay thế hoặc bổ sung các tính năng như: khả năng để loại bỏ một thẻ gắn vào đối tượng đó chỉ sau khi việc thanh toán đã được thực hiện chính xác, khả năng phát hiện chuyển động của đối tượng kèm theo báo cáo đến một đầu đọc gần đó, vv

Bạn có thể sử dụng cả hai: thẻ thụ động và tích cực cho mục đích này. Đối với một mặt hàng giá trị cao như một máy tính xách tay, thẻ hoạt động với một máy dò có lưu sự chuyển động được gắn vào đối tượng đó. Bất cứ khi nào máy tính xách tay này là di chuyển, máy phát hiện chuyển động trong thẻ có thể cảm nhận được sự chuyển động và truyền tải thông tin này đến môi trường xung quanh nó. Một đầu đọc thích hợp có thể tiếp nhận và gửi thông tin này để một hệ thống back-end. Hệ thống back-end có thể có những hành động khác nhau. Ví dụ, nó có thể khóa lối ra mà thông qua đó đối tượng đó có thể được đưa ra khỏi tòa nhà, nó có thể kích hoạt báo động, hoặc nó có thể bắt đầu quay video ở nơi đối tượng đó hiện diện. Nếu một thẻ thụ động được sử dụng, thẻ ID của nó có thể được đọc tại một lối ra, hoặc khi vắng mặt các thẻ này có thể được phát hiện bởi hệ thống back-end sử dụng đầu đọc thụ động (gắn vào trần nhà trong khu vực lưu trữ, ví dụ). Theo đó lần lượt có thể kích hoạt nhiều hành động bởi một hệ thống back-end. Lưu ý rằng giải pháp chống trộm RFID hiện không rẻ. Do đó, chi phí cho việc thực hiện giải pháp chống trộm RFID cần phải được cân nhắc cẩn thận để cân bằng với lợi ích.

Ứng dụng chống trộm rất quan trọng đối với việc bán lẻ. Theo Đại học Quốc gia Florida điều tra về an ninh bán lẻ (2002), Hoa Kỳ ước tính mất khoảng 31.3 tỷ USD từ hao hụt hàng mất cắp [1]. Người tiêu dùng trộm cắp khoảng 31,7 phần trăm này. Ngoài ra, Trung tâm Nghiên cứu bán lẻ (trụ sở tại Anh Quốc), ước tính rằng chi phí hao hụt các nhà bán lẻ Tây Âu khoảng 30 tỷ Euro mỗi năm [2], 48 phần trăm các kết quả thiệt hại này từ hành vi trộm cắp của khách hàng. Những thiệt hại này trực tiếp ảnh hưởng vào doanh thu và một ít



lợi nhuận của các nhà bán lẻ, trong một thị trường cạnh tranh khốc liệt. Việc sử dụng RFID là hiện nay đã ứng dụng trong việc chống trộm bán lẻ. Các loại ứng dụng được gọi là EAS (electronic article surveillance: báo cáo giám sát điện tử), được mô tả trong phần tiếp theo, xứng đáng là một đề cập đặc biệt trong bối cảnh này, vì nó được thành lập tốt và sử dụng rộng rãi ngày nay. EAS sử dụng rộng rãi thẻ RF nhưng không thể gọi là thẻ RFID. Tuy nhiên, thẻ RFID có thể được sử dụng cùng với thẻ EAS để tăng cường khả năng chống trộm cắp trong hệ thống EAS.

[1] Khảo sát An ninh bán lẻ Quốc gia, báo cáo cuối cùng. Đại học Florida, 2002. Richard C. Hollinger, Ph.D., giám đốc, và Jason L. Davis, phòng nghiên cứu sau đại học.

[2] Kết quả chính của Retail Barometer Theft châu Âu (thống kê trộm hàng hóa bán lẻ), 2004. J. Bamfield, Trung tâm Nghiên cứu bán lẻ (Nottingham, Anh).

#### *Các ứng dụng thành viên:*

Sau đây là một số ví dụ ứng dụng RFID trong chống trộm sử dụng hiện nay:

- Chống trộm không cho ô tô di chuyển: Trong giải pháp có tính thương mại này, đầu đọc gắn một vị trí bên trong xe hơi (ví dụ, trong tay lái) sẽ kích hoạt khi điều khiển một bộ phận đánh lửa. Đầu đọc này sau đó cố gắng để đọc mã hợp lệ duy nhất từ một thẻ trong khu vực của nó. Nói chung, các thẻ nhỏ và có thể được gắn trong một chìa khóa (ví dụ, trong phần đầu chìa khóa). Nếu phát hiện một thẻ hợp lệ, đánh lửa bắt đầu. Nói chung, thẻ thụ động 134,2 KHz LF được sử dụng. Tuy nhiên, kẻ trộm xe hiện nay có thể tác động các hệ thống này theo những cách khác nhau (ví dụ, bằng cách xác định vị trí và tháo rời bộ phận bảo vệ RFID, hoặc bằng cách sử dụng một thiết bị có thể bắt chước tag để gửi những mã truyền giống như vậy). Để chống lại những phương pháp này, ứng dụng thẻ RFID chống trộm thế hệ mới sử dụng kết hợp của các thẻ tích cực và thụ động có liên quan đến nhiều bước xác nhận. Các ô tô không thể đề máy cho đến khi tất cả các bước xác nhận đã thành công. Vì vậy, ngay cả khi một tên trộm xe hơi tìm cách ghi đè một hoặc một vài trong số các bước này, các bước khác sẽ ngăn cản kẻ trộm khởi động chiếc xe và lái xe đi.

- Chống trộm bán lẻ kết hợp với EAS: Giải pháp này cũng đã được triển khai mang tính thương mại. Trong loại ứng dụng này, một thẻ RFID chuyên dụng gắn vào đối tượng đã có sẵn thẻ EAS RF. Thông thường, thẻ HF thụ động 13,56 MHz được sử dụng. Mặc dù đây là một ví dụ về đối tượng được gắn thẻ, các thẻ sẽ được gỡ bỏ tại điểm bán hàng (POS) và tái sử dụng, do đó bỏ qua bất cứ mối quan tâm riêng tư. Như một thẻ RFID, không giống như thẻ gắn EAS RF, nó có thể báo cáo chính xác những gì đã được lấy

trong trường hợp một hành vi trộm cắp. Do đó, ứng dụng này cũng có thể giúp các nhà bán lẻ trong quản lý hàng tồn kho. Các tính năng chuyên dụng của thẻ có thể được thêm vào để ngăn chặn hành vi được gọi là “sweehearting” (đáng yêu). Hành vi “sweehearting” chính là hành vi người lấy sản phẩm đi ra tìm cách loại bỏ tag để không phải trả bất kỳ khoản thanh toán nào hoặc thay thế tag mà giá trị sản phẩm đó thấp hơn giá bán của sản phẩm thực mua. Để ngăn chặn điều này, việc gắn thẻ RFID có thể được gỡ bỏ chỉ khi thanh toán đã được xác nhận. Các thẻ nhớ này cũng xoá hoàn toàn tại thời điểm đó để có thể được tái sử dụng.

Bây giờ là một cuộc thảo luận ngắn gọn về EAS.

#### **4.1.4.1 Báo cáo giám sát điện tử (EAS)**

Ứng dụng này sử dụng những thẻ RF 1 bit, hoặc các thẻ EAS, bao gồm chỉ có 1 bit lưu trữ. Vì thế, không có dữ liệu nhận dạng đặc điểm duy nhất của đối tượng được lưu trữ trên thẻ, và do đó các thẻ không thể được sử dụng để xác định một đối tượng. Các thẻ này được gọi là thẻ RF, không phải là thẻ RFID. Ban đầu, khi thẻ loại này được gắn vào một đối tượng để được theo dõi trộm cắp, giá trị bit của nó được thiết lập là 1. Giá trị bit của thẻ này được thiết lập là 0 tại quầy kiểm tra, khi khách hàng trả tiền cho đối tượng này. Khi thẻ này được đọc bởi một đầu đọc (nói chung, đặt tại các điểm ra của một cửa hàng), thẻ thông báo sự hiện diện của nó bằng cách truyền giá trị bit của nó. Giá trị bit là 1 biểu thị sự hiện diện của nó, và biểu thị sự vắng mặt khi giá trị bit là 0. Khi một đầu đọc xác định sự hiện diện của một đối tượng như vậy trong khu vực của nó, nó giả định rằng các sản phẩm liên quan đang được đánh cắp. Sau đó kích hoạt báo động trực quan và âm thanh để cảnh báo về một âm mưu đánh cắp. Bạn có thể tích hợp thẻ EAS vào các nhãn hàng và giá mà không có sự khác biệt với các nhãn hàng và giá thông thường.

*Lợi ích :*

- Giải pháp có giá cả phải chăng: Các thẻ 1-bit rất rẻ để sản xuất và chi phí ít hơn một xu.
- Giải pháp đơn giản: Nó ít phức tạp so với các giải pháp khác của RF.
- Giải pháp có hiệu quả: Bạn có thể đặt một thẻ EAS vào một nơi nào đó trong hàng hóa, và nó rất khó khăn để phát hiện nó.
- Không có vấn đề riêng tư: Bởi vì các thẻ không chứa bất kỳ nhận dạng riêng biệt, họ không thể sử dụng để theo dõi việc mua của một khách hàng.

- Giải pháp được triển khai rộng rãi: Sự đơn giản và chi phí của giải pháp làm cho nó được chấp nhận rộng rãi.

#### *Khuyến cáo:*

Giải pháp đơn giản: vì thẻ dễ dàng bị đánh bại. Một thẻ thường ẩn bên trong một đối tượng để nó không bị phát hiện dễ dàng. Tuy nhiên, Nếu kẻ trộm có thể xác định các thẻ, hắn có thể loại bỏ thẻ ra khỏi đối tượng đó, sau đó hắn có thể lấy đối tượng ra khỏi cửa hàng mà không bị bất kỳ báo động nào.

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm:*

Các thẻ EAS nói chung không bị ảnh hưởng bởi áp suất hoặc nam châm và có sẵn các kích cỡ khác nhau và tùy chỉnh để phù hợp với nhu cầu của một đối tượng cụ thể. Các thẻ thường có thể bị ngừng hoạt động ở khoảng cách dưới 15 inches (khoảng 38 cm) và có thể được đọc xa 6 feet (khoảng 1,8 mét). Với thẻ tái sử dụng khó có thể tháo bỏ nó ra khỏi đối tượng. Tuy nhiên, bằng một thiết bị tách chuyên dụng, nhân viên cửa hàng có thể dễ dàng tách các thẻ này tại các cửa ra vào. Thẻ dùng 1 lần và tái sử dụng có thể được sử dụng cùng nhau.

#### *Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

Hầu như tất cả các loại cửa hàng bán lẻ, hàng hóa từ các cửa hàng đều kết hợp với hệ thống điện tử, sử dụng giải pháp này để bảo vệ hàng hóa của mình khỏi bị đánh cắp bởi kẻ cắp giả làm khách hàng.

### **4.1.5 Thanh toán điện tử**

Kiểu ứng dụng loại hình thanh toán điện tử có đặc điểm sau đây:

- Một thẻ chứa một thông tin khách hàng duy nhất .
- Đọc dữ liệu thẻ của khách hàng tại POS (công ra vào).

Tại thời điểm giao dịch, dữ liệu nhận dạng khách hàng trên thẻ được gắn liền với số tài khoản thực tế của khách hàng ở hệ thống back-end. Điều này gián tiếp bảo vệ số tài khoản của khách hàng trong trường hợp thẻ bị mất hoặc bị đánh cắp. Khi một đầu đọc tại POS đọc dữ liệu nhận dạng từ thẻ của khách hàng và liên quan đến số tài khoản của khách hàng, giao dịch sau đó tiến hành bình thường như bất kỳ giao dịch thông thường nào.

#### *Các ứng dụng thành viên:*

Loại ứng dụng này đang được sự chấp nhận của người sử dụng một cách rộng rãi, được biểu hiện dựa trên cơ sở người sử dụng kiểu ứng dụng này ( Speedpass từ ExxonMobil là một ví dụ). Kiểu ứng dụng này là một điển hình của công nghệ RFID được ứng dụng quy mô lớn. Một số ứng dụng quan trọng nhất thuộc phân loại này như sau:

- Speedpass (Giao dịch nhanh chóng).
- Thanh toán phí điện tử.

Hai ứng dụng này có thể nói là các ứng dụng lớn nổi tiếng của công nghệ RFID trong việc thanh toán điện tử được sử dụng hiện nay và sẽ được thảo luận trong các phần phụ kế tiếp.

#### **4.1.5.1 Speedpass (Giao dịch nhanh chóng)**

Speedpass, một ứng dụng rất phổ biến từ Exxon Mobil, sử dụng một “cây đũa thần”, là một thiết bị có hình dạng xi lanh nhỏ có chứa thẻ, cho việc thanh toán điện tử tại các trạm xăng Exxon và Mobil. Một khách hàng chỉ cần chỉ (điễm) hoặc đung đưa thẻ này gần một khu vực đặc biệt đánh dấu trên một máy bơm hoặc đăng ký. Ứng dụng này sẽ tự động khởi động và hoàn thành việc giao dịch mà không cần khách hàng cung cấp mã PIN hoặc ký vào biên nhận.

*Lợi ích:*

- Nhanh chóng, dễ dàng và tiện lợi: Tất cả việc khách hàng làm là điễm thẻ một cách thích hợp; phần còn lại là tự động. Thẻ có thể được mang trong chuỗi chìa khóa và rất chắc.
- Không cần tiền mặt: Thiết bị nhỏ này loại trừ việc mang theo tiền mặt bởi vì nó được gắn với số tài khoản của khách hàng, giống như một thẻ ghi nợ.
- An toàn: Không giống như một thẻ ghi nợ, thực tế số tài khoản của khách hàng không được lưu trên thẻ. Ngoài ra, các loại giao dịch và số tiền có thể phải chi cho mỗi giao dịch, nói chung là hạn chế. Do đó, nếu thiết bị này bị mất cắp, số tiền tối đa có thể bị mất là hạn chế. Các công ty phát hành có thể làm mất hiệu lực dữ liệu của một thẻ bị mất ngay lập tức, vì thế việc đánh cắp là vô ích, mà không thay đổi số tài khoản thực tế của khách hàng.
- Sự hài lòng của khách hàng cao: Hơn 90 phần trăm khách hàng báo cáo rằng họ đang rất hài lòng khi sử dụng kiểu ứng dụng này.

### *Khuyến cáo:*

Giới hạn chấp nhận: Loại giao dịch có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một thẻ chuyên dụng và được hạn chế để tham gia các trạm xăng của Exxon, Mobil.

### *Các chú ý đi kèm:*

Một cây “đũa thần” là thụ động, là thẻ key-ring LF 134,2 KHz của Texas Instruments, Inc. Nó chứa một thẻ đường kính 23 mm, đóng gói thẻ bên trong nhà máy đóng gói bằng nhựa cứng được xử lý thủ công. Nó nặng khoảng 4,5 gram. Thẻ này có sẵn trong ba phiên bản, cung cấp cho các cấp an ninh. *Hình 4-4 cho thấy một thẻ Speedpass.*

*Hình 4-4: Thẻ Speedpass.*

Tái bản với sự cho phép của Texas Instruments



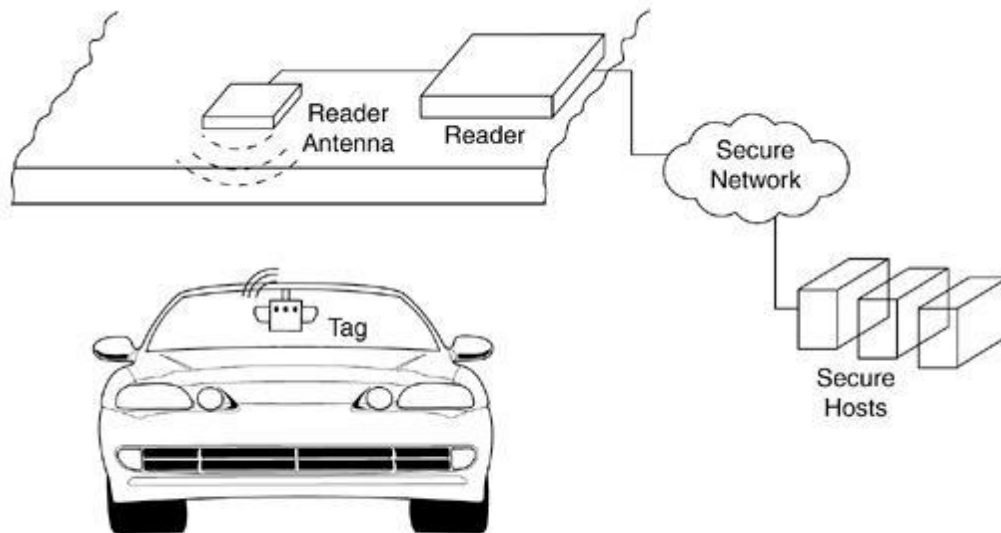
### *Cơ sở lắp đặt ,triển khai:*

Bắt đầu vào năm 1997 do Tổng công ty Dầu Mobil, Speedpass hiện tại đang được sử dụng tại hơn 8.900 địa điểm ở Hoa Kỳ và 1.600 địa điểm tại Canada, Singapore và Nhật Bản. Hiện có hơn 6 triệu thiết bị tại Hoa Kỳ. Không có lệ phí đăng nhập vào chương trình Speedpass hoặc sử dụng Speedpass cho việc mua bán.

#### 4.1.5.2 Thanh toán phí điện tử:

Các cơ quan thu phí tại Hoa Kỳ và các nước khác sử dụng RFID cho phép các tài xế trả tiền lệ phí cầu đường bằng thanh toán điện tử tại trạm thu phí. Một khách hàng mở một tài khoản với một số tiền định sẵn tiền với một cơ quan có trách nhiệm. Khách hàng sau đó nhận được một thẻ với một ID duy nhất. Thẻ này được gắn kết, thường trên kính chắn gió của xe (xem hình 4-5), để nó có thể được đọc thuận tiện bởi đầu đọc tại các trạm thu phí. Khi khách hàng được chấp nhận thanh toán điện tử thông qua một số trạm thu phí, thẻ ID được đọc, tài khoản trả trước được truy cập, và số tiền được trừ đi trong tài khoản. Thẻ có thể hiển thị trạng thái tài khoản bằng cách chuyển về các chỉ số màu khác nhau của nó. Ví dụ, màu xanh lá cây có nghĩa là số tiền trả phí cầu đường, vàng có nghĩa là số tiền trả phí cầu đường nhưng số dư tài khoản thấp, và vv. Một khách hàng có thể ký quỹ tài khoản trả trước của ông với một thẻ tín dụng, và sẽ tự động bị tính phí khi số dư tài khoản là không đủ. Ngoài ra, một khách hàng cũng có thể bổ sung tài khoản trực tuyến của mình, thông qua điện thoại, hoặc có thể gửi mail để kiểm tra.

Hình 4-5. thanh toán phí điện tử.



#### Lợi ích:

- Nhanh chóng, dễ dàng và thuận tiện: Tất cả các việc khách hàng cần làm là lái xe qua trạm thu phí; phần còn lại là tự động, không cần phải dừng lại. Thực hiện giao dịch chính xác, hoặc chờ đợi tại một cabin để có được giao dịch từ nhà điều hành.

- Không cần tiền mặt: Thiết bị này nhỏ loại trừ việc phải mang theo tiền mặt bởi vì nó được nạp với một số tiền xác định trước đó. Thiết bị này có thể được nạp lại khi tiền được sử dụng hết.
- An toàn: Thẻ chứa một số lượng giới hạn tiền mặt. Do đó, nếu thiết bị này bị mất cắp, số tiền tối đa có thể bị mất là hạn chế. Các công ty phát hành có thể làm mất hiệu lực dữ liệu một thẻ bị mất ngay lập tức, vì thế làm thẻ này vô dụng. Hệ thống tổng thể cũng khá an toàn, mặc dù hệ thống back-end có thể bị xâm phạm ít nhất một lần (nhưng được gia cố lại rất nhanh). Một số “nghiên cứu” cá nhân trên Web chỉ cách làm thẻ nào để vượt qua hệ thống này. Tuy nhiên, bạn không nên làm theo các phương án này, vì sẽ có thiết bị khác được sử dụng để chắc chắn rằng hệ thống này là rất an toàn (ví dụ, quay video bản số của một chiếc xe, ngay cả với số được trả tiền, và nhân viên cảnh sát ở chế độ chờ để bắt những vi phạm này).

*Hãy cẩn thận:*

Giới hạn chấp nhận: Các loại giao dịch được giới hạn trong một số trạm thu phí cụ thể.

*Các chú ý đi kèm:*

Nói chung, thẻ bán tích cực được sử dụng, không những có chứa ID của khách hàng mà còn chứa thông tin điện tử chuyên dụng hiển thị trạng thái tài khoản, cấp độ pin, và vv.

*Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

Một số hệ thống thanh toán điện tử nổi tiếng là SunPass ở Florida; EZ Pass tại New Jersey, New York, New Hampshire, Maine, và Delaware; I-Pass ở Illinois; Thẻ thông minh tại Virginia; CruiseCard ở Georgia; hệ thống FAST LANE (làn tự động) tại Massachusetts; PIKEPASS(công thu tiền) tại Oklahoma; và một số kết hợp thanh toán điện tử và quản lý hệ thống giao thông ở Houston.

#### **4.1.6. Điều khiển truy cập :**

RFID đã được sử dụng thành công trong việc cung cấp các giải pháp kiểm soát truy cập. Một giải pháp loại này có đặc điểm sau đây:

- Một thẻ có chứa dữ liệu nhận dạng riêng biệt và nó được mang bởi các đối tượng hoặc người dùng truy cập (ví dụ, một thẻ được đặt trên kính chắn gió xe, nhúng trong thẻ ID của một người hoặc dưới da của họ).

- Đọc dữ liệu nhận dạng thẻ tại các điểm kiểm soát truy cập (sau đó ID được chuyển tiếp đến hệ thống an ninh để quyết định có cho phép tiếp cận truy cập không).

Loại ứng dụng tương đối hoàn thiện so với một số loại ứng dụng phổ biến khác trong điều kiện của công nghệ RFID và hệ thống đi với nó. Một trong những đặc điểm của một công nghệ này là sự tồn tại của các tiêu chuẩn. Tiêu chuẩn thẻ ISO 15693 (ISO SC17/WG8) là được chấp nhận rộng rãi với tần số 13,56 MHz để kiểm soát truy cập sản phẩm.

*Các thành viên ứng dụng :*

Một số ví dụ được biết đến của các ứng dụng thuộc loại này như sau:

- Hệ thống an ninh tòa nhà và vành đai xung quanh: Điều này được thảo luận tại các tiểu mục kế tiếp.
- Hệ thống truy cập bãi đậu xe: Trong ứng dụng này, một thẻ RFID thụ động được gắn vào một chiếc xe (ví dụ, trên kính chắn gió) cần truy cập vào hệ thống bãi đậu xe. Khi tài xế lái xe đến cổng bãi đậu xe, đầu đọc đọc dữ liệu riêng biệt trên thẻ và chuyển nó đến hệ thống truy cập. Hệ thống này, tùy thuộc vào sự cho phép truy cập của thẻ, hoặc cho hoặc từ chối truy cập vào khu vực đậu xe. Nếu truy cập được phép, các cửa cổng được mở để cho chiếc xe vào bên trong khu vực đậu xe. Thông thường, thẻ thụ động 13,56 MHz được sử dụng cho ứng dụng này. Thẻ RFID tích cực và bán tích cực cũng được sử dụng khi phạm vi lớn và cần thiết tăng cường an ninh.

Kiểu ứng dụng đầu tiên được đề cập ở đây là một trong những triển khai rộng rãi nhất. Điều này được thảo luận tại các tiểu mục kế tiếp.

#### **4.1.6.1 Hệ thống an ninh tòa nhà và vành đai xung quanh:**

Kiểu ứng dụng RFID này được sử dụng để bảo vệ quyền truy cập vào các khu vực cụ thể của một nơi nào đó (ví dụ, vùng chất hàng của một nhà kho hoặc tòa nhà). Một ứng dụng tiếp theo là tại các lối vào một tòa nhà được bảo vệ nghiêm ngặt (ví dụ, một trụ sở quân đội), Nếu bị xâm nhập có thể dẫn đến nguy hiểm của cho nhân viên làm việc trong các tòa nhà (bên cạnh những trường hợp bất khả kháng có thể xảy ra do sự cố). Trong tháng 7 năm 2004, chính phủ Mexico đã thông báo rằng đã cấy thẻ RFID dưới da của các nhân viên của trung tâm chống tội phạm máy tính ở Mexico City để bảo đảm an toàn khi truy cập vào công ty và để theo dõi nhân viên nếu họ bị bắt cóc [3].



*[3] Những lợi ích theo dõi thường bị hiểu sai vì nhầm giữa thẻ RFID thụ động với thẻ RFID tích cực có khả năng GPS. Thẻ này hiện không tồn tại, và những thứ này rất có thể sẽ là quá lớn để cấy ghép dưới da của một người.*

*Lợi ích :*

- Kiểm soát an ninh linh hoạt: Các hoạt động được cho phép hỗ trợ một ID cụ thể của một cơ sở nào đó có thể được cấp hoặc thu hồi tự động dựa trên một hệ thống điều khiển trung tâm. Trước tiên một ID được chuyển đến hệ thống an ninh trung ương (thông qua một reader RFID được kết nối mạng). Hệ thống này sau đó sử dụng nhiều yếu tố, chẳng hạn như số lần truy cập vào các sở bằng ID này vv, để quyết định có nên cho phép không. Ngoài ra, bạn có thể tích hợp kiểu ứng dụng này với các loại ứng dụng RFID khác, như chống trộm cắp, cung cấp hoạt động giám sát và theo dõi của những người đã truy cập vào tài sản. Ví dụ, nếu hệ thống kiểm soát truy cập xác định một người không có sự cho phép truy cập, nó có thể gửi một kích hoạt để hệ thống chống trộm hoạt động (ví dụ, bắt đầu quay video của người này và gửi thông báo cho nhân viên có trách nhiệm vv).
- Khả năng kinh tế: Một thế hệ mới của thẻ RFID ISO 15693 rẻ hơn đã đến thị trường.
- Tương đối hoàn thiện: Ứng dụng này đã được hiểu rõ và phần cứng của thẻ phổ biến rộng rãi, có sẵn từ các nhà cung cấp và từ các hệ thống tích hợp.
- Cơ sở tiêu chuẩn của giải pháp: ISO 15693 là tiêu chuẩn trong thực tế được sử dụng cho các loại thẻ này.

*Khuyến cáo:*

- Có thể được bỏ qua: Có thể có cổng riêng để một số cá nhân được sự cho phép của người có thẩm quyền đi qua không cần kiểm tra thẻ.
- Có thể bị đánh cắp: Các thẻ có thể bị đánh cắp và sử dụng để truy cập mà chủ sở hữu thẻ(lúc đầu) không biết gì về hành vi trộm cắp này (có nghĩa là chưa được thông báo để vô hiệu hóa thẻ ID này).

*Các chú ý bổ sung đi kèm:*

- Nói chung, thẻ thụ động trong phạm vi tần số 128 KHz đến 13,56 MHz là phù hợp với tiêu chuẩn ISO 15693 sử dụng để kiểm soát truy cập. Các khả năng lưu trữ trong

các thẻ có thể khác nhau từ 64 bit đến 2 Kbit, với khoảng cách đọc lên tới khoảng 4,5 feet (1,5 mét).

- Lưu ý rằng thẻ thụ động trong phạm vi tần UHF cũng có thể được sử dụng cho các kiểu áp dụng này.

*Cơ sở lắp đặt, triển khai:*

The 75th Academy Awards (Đại hội trao học bổng xuất sắc lần thứ 75) ở Los Angeles sử dụng một hệ thống bảo mật RFID thụ động 13,56 MHz để cung cấp kiểm soát truy cập vào khoảng 11.000 người tham dự. Quân đội Hoa Kỳ sử dụng ứng dụng này lần đầu vào năm 2003.

#### **4.1.7 Chống giả mạo**

Chống giả mạo là loại ứng dụng có đặc điểm sau đây:

- Gắn một thẻ chứa đặc điểm nhận dạng vào một đối tượng được theo dõi để chống giả mạo. Thẻ này được đặt trên nắp hoặc nằm trên thùng của đối tượng, về cơ bản hình thành một con dấu điện tử.
- Phát hiện sự cố xâm phạm con dấu: Các phương pháp khác nhau có thể được dùng để xác định vi phạm (ví dụ, so sánh các vị trí ban đầu của nhãn với độ chính xác rất cao hoặc sử dụng đặc tính quang học của con dấu).

Một thẻ RFID được sử dụng cho loạt ứng dụng này hoạt động như một ứng dụng dùng con dấu chống trộm cắp. Con dấu này, bên cạnh việc xác định đối tượng riêng biệt được đóng dấu, cũng có thể cung cấp bằng chứng về giả mạo, nếu có. Hơn nữa, loại ứng dụng này, khi tích hợp với các loại ứng dụng khác như kiểm soát truy cập, cũng có thể cung cấp nhận dạng của người, dính líu tới việc làm giả dấu. Mặc dù hệ thống này có vẻ dễ dàng bị xâm nhập bằng cách cẩn thận mở con dấu và nghiên cứu nó, nhưng điều này rất khó khăn, và gần như không thể trong hầu hết trường hợp. Cả hai thẻ thụ động và tích cực được sử dụng cho các kiểu ứng dụng này. Ứng dụng này được nghiên cứu nhiều nhất, và dự kiến rằng thẻ RFID chống giả mạo 1 cách tinh vi sẽ sẵn sàng tung ra thị trường trong tương lai.

*Các thành viên ứng dụng :*

Loại ứng dụng đã dành được nhiều sự quan tâm của chính phủ, đặc biệt là trong việc nâng cao an ninh quốc gia. Tiềm năng của các loại ứng dụng này cũng đã được chú ý của các nhà sản xuất thuốc. Hiện nay, một số ứng dụng của các thuộc loại này như sau:

- Vận chuyển container thông minh và công an ninh: Điều này được thảo luận tại các tiêu mục kế tiếp.
- Chống giả mạo thuốc: Điều này vẫn còn trong giai đoạn bắt đầu và được xem là một kiểu ứng dụng đang nổi lên. Các thẻ được sử dụng cho các kiểu ứng dụng này là thẻ thụ động tần số 13,56 MHz. Các thẻ này thường không ảnh hưởng phá hủy bởi tia x-quang hoặc các phương pháp điện tử. Sau khi một thùng chứa thuốc được đóng dấu niêm phong, thẻ tag có thể phát hiện giả mạo nếu vị trí thẻ tag được thay đổi, ngay cả một sai lệch rất nhỏ. Nếu thẻ được gỡ bỏ cẩn thận, nó phải được đưa trở lại vị trí cực kỳ chính xác ở vị trí ban đầu để tránh bị phát hiện. Điều này quả thật là rất khó khăn, không thể đạt được trong thực tế.

Thành viên ứng dụng đầu tiên hiện đang được ủng hộ mạnh mẽ từ chính phủ, và được thảo luận tại các tiêu mục kế tiếp.

#### **4.1.7.1 Vận chuyển container thông minh:**

Kiểu ứng dụng này được sử dụng để bảo đảm vận chuyển các container quốc tế. Khoảng 90 phần trăm việc di chuyển hàng hóa trên thế giới là bằng container. Khoảng 7 triệu container chứa hàng hóa đến nơi và được đưa đi tại cảng biển Mỹ mỗi năm. Trong đó ít hơn 2 phần trăm là những container được mở bởi hải quan Hoa Kỳ, điều này có nghĩa là nó đại diện cho một lĩnh vực tiềm năng về các mối quan tâm đối với an ninh quốc gia. Tháng giêng năm 2002, Hải quan Mỹ (nay là Hải quan Mỹ và Bảo vệ biên giới) đã công bố một sáng kiến được gọi là Sáng kiến bảo vệ Container (CSI) nói rằng container có thể là một mối đe dọa tiềm tàng đối với thương mại toàn cầu. Bốn yếu tố cơ bản của sáng kiến này như sau:[4]

*[4] "Mở rộng an ninh quốc gia" Maggie Myers, Public Affairs Specialist. Office of Public Affairs, tháng 3 năm 2004.*

- 1. Sử dụng thông tin tự động và thông minh để nhận dạng và xác định các container khả năng gây khủng bố hay không.
- 2. Bảo vệ container có nguy cơ cao tại cảng khởi hành, trước khi chúng đến cảng Mỹ.
- 3. Sử dụng công nghệ để nhanh chóng dò tìm container được bảo vệ bị nguy hiểm .
- 4. Sử dụng container có thể nhận dạng sự giả mạo rõ ràng hơn và thông minh hơn.(4)

Yếu tố thứ tư của CSI (4) là nơi RFID đóng vai trò quan trọng nhất. Hiện nay, 19 trên 20 cảng lớn nhất thế giới đã cam kết tham gia vào CSI. Các cảng sẽ xử lý khoảng hai phần ba container nhập vào Mỹ hàng năm. CSI cũng hoạt động tại Thụy Điển và Nam Phi, với Malaysia và Sri Lanka đã đồng ý tham gia vào sự nỗ lực CSI. Hiện nay, CSI đang thảo luận ký kết các cảng ở Nam và Trung Mỹ, Đông Nam Á, Châu Âu, và Trung Đông [5].

*5] "Mở rộng an ninh quốc gia " Maggie Myers, Public Affairs Specialist. Office of Public Affairs, tháng 3 năm 2004.*

Liên quan chặt chẽ đến CSI là Smart and Secure Tradelanes(SST:Đường vận tải thông minh và an toàn) nhằm mục tiêu cải thiện an ninh container thông qua sự kết hợp với công nghệ, bao gồm RFID, thiết bị cảm ứng, GPS, và vv, tích hợp dữ liệu bằng cách sử dụng Universal Data Appliance Protocol (UDAP:hiệp định dùng dữ liệu chung). Quân sự Hoa Kỳ đã triển khai ứng dụng thẻ RFID tích cực lớn nhất thế giới, được gọi là Total Asset Visibility (TAV:Có thể thấy được toàn bộ tài sản), để theo dõi và quản lý cung ứng 270.000 thùng chứa quân sự tại 400 địa điểm ở 40 quốc gia.

Loại ứng dụng có thể cung cấp một biện pháp tốt về an ninh một cách tự động trên một vùng địa lý rộng lớn. Một thẻ RFID tích cực gắn vào các container và trong một số thùng hộp, bên cạnh khả năng phát hiện giả mạo, có thể phát hiện được một số vấn đề khác như vũ khí sinh học, ma túy, và vật liệu nổ, ...

*Lợi ích:*

- Kiểm soát an ninh linh hoạt: Các thẻ RFID tích cực có chức năng như cảm biến để phát hiện sự hiện diện của chất nổ hoặc rò rỉ chất phóng xạ ở trong những thứ khác. Ngoài ra, kiểu ứng dụng này có thể được tích hợp với các loại ứng dụng khác, như kiểm soát truy cập, để cung cấp thông tin về những người đã truy cập vào container này.
- Thông báo thời gian thực của sự giả mạo: Nếu một container vận chuyển đã bị giả mạo, nó có thể bị phát hiện tại một cổng. Các giả mạo container bây giờ có thể chứa các vật liệu vô cùng nguy hiểm, như một vũ khí sinh học hoặc hạt nhân, có thể gây tàn phá rộng rãi, ngay cả khi phát hiện tại thời điểm này. Thẻ RFID thực hiện để truyền tải thông qua các đầu đọc đến một trạm trung tâm ngay khi phát hiện một thẻ giả mạo. Các trạm sau đó có thể chuyển tiếp thông tin này đến một trung tâm điều khiển từ xa bằng cách sử dụng một mạng không dây diện rộng. Sơ đồ này không cần thiết lập tốn kém (so với việc thiết lập một mạng lưới các đầu đọc trên một diện tích rất lớn để theo dõi một đối tượng) và gửi cảnh báo làm nguy hiểm gần như bất cứ nơi nào trên thế giới.

- Mỗi quan tâm riêng tư không phải là một vấn đề: Mặc dù việc gắn thẻ phát hiện một đối tượng giả mạo có thể xen vào, can thiệp vào sự riêng tư của các chủ hàng(s), nhưng nó không áp dụng trong tình huống này. Theo quy định nhập khẩu và xuất khẩu quốc tế, cơ quan phụ trách có thể mở bất kỳ container nào để kiểm tra.
- Thời gian thực tồn kho: Đây là một trong những lợi ích chính, bên cạnh việc cung cấp khả năng chống chộm cắp. Các đầu đọc ở các bến tàu có thể nhận được dữ liệu từ các thẻ khi container vào trong nhà ga, mà tự động biết kết quả hàng tồn kho.
- Định vị trong thời gian thực: Các reader tại một bến tàu, thuyền, hoặc sân một đường sắt được sử dụng để truyền thông với các tag từ đó có thể xác định xấp xỉ vị trí các container. Thông tin vị trí chính xác có thể thu được nếu thẻ tag được tích hợp GPS.
- Đã có các tiêu chuẩn được xây dựng: Đã có nhiều tiêu chuẩn tồn tại cho việc sử dụng công nghệ RFID liên quan đến các ứng dụng vận chuyển container hàng hóa.

#### *Khuyến cáo :*

Chi phí cao: Các thẻ tích cực được sử dụng cho kiểu ứng dụng này có giá vài đô la cho mỗi đơn vị. Các chi phí sẽ cao hơn tùy thuộc vào các chức năng cung cấp bởi thẻ. Ví dụ, một thẻ có thể đã được xây dựng với bộ cảm biến phát hiện chất nổ và / hoặc khả năng giao tiếp qua vệ tinh và các chức năng như một bộ tiếp nhận GPS để truyền vị trí của tag trong thời gian thực. Mặc dù chi phí như vậy có thể được coi là phù hợp khi được sử dụng trong bối cảnh quốc phòng và quân sự, nhưng có thể không hợp lý khi được sử dụng để vận chuyển hàng hóa thương mại.

#### *Các chú ý bổ sung đi kèm :*

Thông thường, thẻ tích cực trong dải tần 433 MHz được sử dụng với một phạm vi đọc từ 100 đến 300 feet. Dải tần này có sẵn để hoạt động mà không cần có giấy phép ở một số nước. Cảm biến khác nhau có thể được nhúng trong thẻ để cung cấp các chức năng cụ thể (ví dụ, phát hiện chất nổ hoặc rò rỉ phóng xạ).

Tháng tư năm 2004, Federal Communications Commission (FCC: ủy ban thông tin liên lạc liên bang) đã thông báo hai thay đổi để khẳng định sự hỗ trợ của nó đối với an ninh của các vận chuyển hàng hóa thương mại và bảo vệ đất nước:

- Các mức tín hiệu được phép tăng tối đa cho hệ thống làm việc RFID trong phạm vi tần số 433,5-434,5 MHz.

- Giới hạn thời gian truyền được tăng lên từ 1 đến 60 giây.

Sau đây là ba tiêu chuẩn ISO là cần thiết cho kiểu ứng dụng này. Tất cả những tiêu chuẩn ISO này thuộc Ủy ban kỹ thuật (TC) 104, Chuyên chở Containers, Tiểu ban 4, Nhóm công tác 2:

- ISO 10374: đây là một tiêu chuẩn hiện hành cho việc nhận dạng tự động các container vận chuyển sử dụng công nghệ RFID. Tiêu chuẩn này sử dụng thẻ chỉ đọc trong dải tần số 850-950 MHz và 2.400-2.500 MHz. Tuy nhiên, vì các tần số này không làm việc tốt cho kiểu ứng dụng này, cho nên tiêu chuẩn này đã không được chấp nhận rộng rãi khi thực hiện.
- ISO 18185: Tiêu chuẩn dự thảo quốc tế này được nhằm vào dấu điện tử trên container. Tiêu chuẩn này bao gồm cả thẻ RFID thụ động và tích cực.
- ISO 23.359. Tiêu chuẩn này bao gồm thẻ RFID đọc / ghi cho vận chuyển container.

*Cơ sở lắp đặt, triển khai :*

Một số các cảng trên thế giới đã cài đặt công nghệ RFID để cung cấp bảo mật và an ninh cho việc chuyên chở container. Ví dụ một số cảng tại Hoa Kỳ là Los Angeles / Long Beach, New York / New Jersey, Seattle / Tacoma, và Houston. Trong trường quốc tế, cảng có sử dụng RFID liên quan đến ứng dụng bảo mật (SST) bao gồm Antwerp và Rotterdam tại Hà Lan, và Felixstowe tại Vương quốc Anh. Năm 2002, ba trong số các cảng biển lớn nhất thế giới Whampoa operators Hutchinson, PSA Corp, và P & O Ports agreed sử dụng RFID trong một nỗ lực tăng cường an ninh cảng biển.

#### **4.2 Các loại ứng dụng mới nổi:**

Sau đây là một số các lĩnh vực ứng dụng của RFID giữ nhiều tiềm năng trong tương lai:

- Chống giả mạo tinh vi.
- Thẻ thông minh.

Những loại ứng dụng không được liệt kê trong bất kỳ thứ tự nào, cũng như sự quan trọng của nó hoặc mức độ vi áp dụng của nó trong một bối cảnh RFID. Cũng có thể có những lợi ích và đặc điểm của hai hoặc nhiều loại ứng dụng có thể chồng lên nhau. Những phần sau thảo luận về các loại ứng dụng cụ thể hơn. Đối với mỗi loại, ít nhất là một ví dụ cụ thể

được cung cấp. Đối với mỗi ví dụ như vậy, khuyến cáo và những lợi ích thường được thảo luận. Một lưu ý bổ sung đi kèm với mỗi ví dụ như cung cấp để triển khai chi tiết cụ thể.

#### **4.2.1 Chống giả mạo tinh vi :**

Hiện nay, có rất nhiều các đối tượng bị làm giả. Một số mặt hàng thường xuyên nhất là giả mạo thuốc theo toa; hóa đơn tiền và đối tượng có giá trị cao như nước hoa, điện tử, và đồng hồ. Ví dụ đối với thuốc, hàng tỷ đô la doanh thu bị mất hàng năm là kết quả của việc giả mạo, bên cạnh các tác hại về sức khỏe và gây ra đau khổ không ngờ trên người sử dụng. Một ước tính chính xác của giả mạo là khó khăn bởi vì nó khó để phát hiện và điều tra. Ngoài ra, hàng giả rất tinh vi và có công nghệ cao, làm cho nó không thể ngăn chặn bằng công nghệ đơn giản hoặc phương pháp phòng chống đơn giản của mình. RFID có thể cung cấp một giải pháp cho vấn đề này; có hiệu quả, tuy nhiên, một số phương pháp phải được sử dụng kết hợp. Một số trong những biện pháp không cần đến kỹ thuật, chẳng hạn như chính sách cấp giấy phép, giáo dục và nâng cao nhận thức, thực thi pháp luật để giải quyết hàng giả, vv.

##### *Các thành viên ứng dụng:*

Loại ứng dụng này phần lớn trùng với ứng dụng theo dõi và truy tìm đối tượng. Thật vậy, một đối tượng được theo dõi có thể được xem như là một tài sản được theo dõi. Một số ví dụ quan trọng của loại hình này được áp dụng như sau:

- Chống giả mạo thuốc: Điều này được thảo luận tại các tiểu mục kế tiếp.
- Chống giả mạo tiền: Điều này là thảo luận kế tiếp.
- Chống giả mạo thương hiệu và hàng sang trọng: RFID có thể được sử dụng để ngăn chặn hàng giả của các thương hiệu (quần áo thể thao chẳng hạn). Mã hàng duy nhất có thể được nhúng vào bên trong một sản phẩm quần áo thể thao và theo dõi. Khi đó một sản phẩm quần áo thể thao ở bên ngoài khu ủy quyền bán, thẻ tag có thể được sử dụng để phát hiện các đại lý bán lẻ gốc, người chịu trách nhiệm phân phối nó đến thị trường đen. Ngoài ra, nếu một sản phẩm quần áo thể thao không có chứa thẻ RFID hợp lệ ( hư hại hoặc có chứa một mã số không hợp lệ), có thể được coi là giả mạo. Điều này cũng có thể giúp tự cập nhật hàng tồn kho tại một cửa hàng, thay thế cho phương pháp thủ công hiện tại. Tuy nhiên, việc gắn thẻ RFID vào một sản phẩm quần áo thể thao “đụng” vào những vấn đề riêng tư.

Hai phần phụ thảo luận dưới đây có lẽ là hai ứng dụng quan trọng nhất của RFID trong việc ngăn chặn hàng giả tinh vi.

#### 4.2.1.1 Chống giả mạo thuốc :

Liên đoàn quốc tế của Hiệp hội các nhà sản xuất dược phẩm (IFPMA) ước tính rằng 2 phần trăm của các loại thuốc được bán mỗi năm trên toàn cầu có thể là giả mạo. Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) ước tính con số này là từ 5 - 8 phần trăm. Dựa trên những ước lượng và một thị trường thuốc toàn cầu là 327 tỷ USD hàng năm, giá trị đồng đô la của thuốc giả nằm trong phạm vi từ 7 - 26 tỷ USD mỗi năm. Một loại thuốc có thể được giả mạo theo nhiều cách, bao gồm:

- Thiếu thành phần chỉ tiêu.
- Được gắn nhãn với ngày hết hạn được mở rộng.
- Được gắn nhãn với các thông tin không đúng tiềm năng.
- Được gắn nhãn với một tên thuốc khác.
- Nhiễm tạp chất có thể gây chết người.
- Pha loãng.

Theo một khuyến cáo của Hiệp hội quản lý phân phối các sản phẩm sức khỏe, một tổ chức phi lợi nhuận cho các nhà phân phối thuốc, các thẻ RFID (EPC) cần phải được gắn vào các hộp trong năm 2005 và áp dụng ở cấp đơn vị trong năm 2007. Tuy nhiên, ngành công nghiệp áp dụng từ từ trong vòng 10 năm.

Một giải pháp RFID cho cuộc khủng hoảng này là kết hợp một mã số duy nhất hoặc một chữ ký điện tử (ví dụ, một EPC [xem Chương 10]) với một hộp hoặc một đơn vị riêng lẻ (thuốc, trang thiết bị y tế, vv) để nó có thể được theo dõi thông qua các chuỗi cung ứng. Như một phần hệ điện tử có thể giúp phát hiện các đối tượng giả mạo từ khâu nhập, phân phối và xử lý trả về và thu hồi. Giả sử, bất cứ một chai thuốc cụ thể nào, một thẻ EPC phải được gắn với nó để xác thực. Sau đó, một, và chỉ có một các tình huống sau đây là có thể :

- 1. Các chai không có thẻ EPC.
- 2. Chai này có thẻ EPC mà không tồn tại trong cơ sở dữ liệu của công ty.
- 3. Chai này có thẻ EPC tồn tại trong cơ sở dữ liệu công ty và phù hợp với các chi tiết sản phẩm (như tên, ngày hết hạn; thời gian sản phẩm được sản xuất, phân phối, và nhận được).



- 4. Chai này có thể EPC tồn tại trong cơ sở dữ liệu công ty, nhưng không phù hợp với các chi tiết sản phẩm (như khi sản phẩm được sản xuất, phân phối, và nhận được). Giả sử, ví dụ, ngày hết hạn của thuốc là "20 tháng 2 năm 2006," nhưng các dữ liệu lấy ra từ cơ sở dữ liệu công ty cho biết hết hạn là "Ngày 15 tháng 3 năm 2005;" trong điều này, hoặc là thuốc giả mạo hoặc ngày hết hạn của nó đã bị giả mạo. Trong mọi trường hợp, thuốc này nên được bỏ đi.

Rõ ràng, ngoại trừ trường hợp 3, chai là giả mạo. Một giả định nền tảng của giải pháp này: Các cơ sở dữ liệu được lưu trữ trên máy chủ một cách an toàn bởi các công ty dược phẩm, theo cách như vậy là “thực thể giả” không thể làm xáo trộn chúng và chỉ có các thực thể thật (ví dụ, một nhà điều hành hoặc một chương trình máy tính) với các điều khoản thích hợp có thể cập nhật chúng.

#### *Lợi ích :*

- Bên cạnh việc chống hàng giả, ứng dụng này còn quản lý chuỗi cung cấp tốt hơn và kiểm soát hàng tồn kho.
- Việc trả thuốc trở về có thể được tạo điều kiện thuận lợi xác thực các loại thuốc trở về và người đặt mua. Tương tự, việc thu hồi thuốc có thể được nhằm vào mục tiêu các khách hàng mua thuốc này. (Giả sử các dữ liệu của thẻ EPC trên thuốc sẽ được liên kết với các dữ liệu khách hàng tại thời điểm mua hàng).
- Một bộ phận EPC toàn cầu có thể cung cấp một cơ sở hạ tầng có hiệu quả để ngăn chặn các vấn đề hàng giả hiện nay.

#### *Khuyến cáo:*

- Để loại giải pháp này có hiệu quả, cơ sở hạ tầng EPCglobal toàn diện là cần thiết (xem Chương 10). Khi triển khai trên quy mô toàn cầu, cần sự đầu tư lớn để thiết lập phần cứng, phần mềm, và cơ sở hạ tầng mạng (mà có thể mất nhiều năm).
- Thách thức liên quan đến việc gắn thẻ mỗi loại thuốc trong các hình thức khác nhau của bao bì cần phải được giải quyết. Có lẽ, các thẻ EPC chuyên dụng là cần thiết để co một vài loại thuốc. Điều này cũng có thể làm chậm thời gian thông qua ứng dụng và tăng chi phí thực hiện.
- Sức mạnh của EPC (nghĩa là, các cơ sở dữ liệu công ty) cũng là điểm yếu của nó. Nếu nhân viên nội bộ hoặc bất cứ ai bên ngoài có thể làm xáo trộn cơ sở dữ liệu công ty, thì **EPC chính là đối tượng thực sự cần giúp đỡ trong giả mạo**. Trong trường hợp này,

thuốc giả mạo được "hợp pháp" chỉ bằng cách kết hợp dữ liệu giả mạo thường trú tại các cơ sở dữ liệu của công ty. Ngoài ra, bạn chỉ cần gắn một thẻ EPC hợp lệ cho một loại thuốc giả (xem sau: các chú ý đi kèm); việc đưa các loại thuốc giả vào hệ thống phân phối vẫn còn có thể.

- Nếu một thẻ EPC hợp lệ liên kết với một loại thuốc bị hư hại vì quản lý kém, tính xác thực của nó không thể được xác minh. Trong trường hợp này, thuốc phải được loại bỏ, kết quả thu nhập bị mất. Lưu ý, rằng thẻ RFID thường vững chắc và có thể chịu được điều kiện môi trường ở một mức độ chấp nhận được.
- Các quy định cho phép của Chính phủ có thể là cần thiết trong một số trường hợp cần gắn thẻ vào các loại thuốc hoặc trang thiết bị y tế. FDA khuyến nghị về RFID có thể mâu thuẫn hoặc làm dư thừa các giải pháp mã vạch cấp độ đơn vị cho an toàn bệnh nhân. Và đây có thể ảnh hưởng đến thời gian thực hiện.
- Một loạt các nhân viên phải được đào tạo để sử dụng các ứng dụng này.

#### *Những chú ý bổ sung đi kèm:*

Thẻ thụ động trong tần số HF (13,56 MHz), UHF (868,870 MHz; 902,928 MHz), và vi sóng (2,45 GHz) có tiềm năng được sử dụng cho loại ứng dụng này. Pallet và một số trường hợp được gắn thẻ với tần UHF. Các loại thuốc trên thực tế có thể được gắn thẻ HF, UHF, và các thẻ vi sóng. Một loại thuốc giả, có thể được "hợp pháp" nếu lấy giá trị thẻ từ loại một thuốc thật đặt trên thuốc giả mạo. Tuy nhiên, các thẻ được sản xuất theo cách như vậy sẽ phá vỡ những nỗ lực được thực hiện, hiển nhiên rằng một số loại xâm phạm có thể xảy ra. Làm thế nào để đọc chữ ký điện tử hợp lệ duy nhất (chẳng hạn như số EPC) từ một loại thuốc hợp pháp, tạo ra một thẻ với các dữ liệu này, và đặt nó trên một loại thuốc giả?

Xem xét một ví dụ cụ thể: Giả sử có một loại thuốc gọi là foobarlene này đang được phân phối trong chai nhựa hình trụ cao 3 inches, đường kính 1 inch, và nặng 3 ounce. Thuốc là một chất lỏng màu hồng, và có một ngày hết hạn của ngày 28 tháng 12 năm 2006. Giả định rằng thẻ EPC hợp lệ từ một trong những chai foobarlene được làm giả, và người tạo ra và gắn vào thẻ giống sử dụng dữ liệu này cho một loại thuốc giả mạo. Trước tiên, các đặc điểm thể chất của thuốc phải phù hợp chính xác. Ví dụ, thuốc giả mạo trông giống như một chất lỏng màu hồng đóng gói trong chai hình trụ cao 3 inch và đường kính 1 inch và phải cân nặng 3 ounce. Lọ phải có ngày hết thời hạn 28 Tháng 12 năm 2006. Bằng cách đó, thậm chí nếu có ai đó so sánh các đặc điểm thể chất của thuốc này, sử dụng dữ liệu thẻ EPC, như được lưu trong cơ sở dữ liệu công ty, những đặc điểm sẽ phù hợp việc giả

mạo. Vì vậy, so sánh các đặc tính vật lý trong trường hợp này là không đủ để xác định chắc chắn dù thuốc này thực sự là giả mạo.

Tiếp theo, khu vực dự định phân phối, như được lưu trong cơ sở dữ liệu công ty cho chai thuốc này, được so sánh với một sự giả mạo. Giả sử, ví dụ này, là thuốc dự định được phân phối tại Nam Phi, nhưng thực tế lại cho thấy được thay thế ở Trung Quốc. Rõ ràng, có cái gì là sai trái, và chai này của foobarlene là một nghi ngờ giả mạo. Tuy nhiên, điều gì xảy ra nếu thuốc này cho thấy là tại Nam Phi? Bởi vì những điểm đến dự định phù hợp, nó không thể được xác định chắc chắn rằng đây là một loại thuốc giả (mặc dù trong trường hợp này, nó là thuốc giả). Do đó, nếu trên đường tới Nam Phi, chai foobarlene này được thay thế bằng một chai giả, chính xác với những đặc điểm thể chất thực tế, công ty có dữ liệu sản phẩm được liên kết với thẻ EPC sẽ không xác định chắc chắn thuốc này là giả mạo. Một số biện pháp khác sẽ là cần thiết (ví dụ, mở một chai foobarlene ngẫu nhiên và thử nghiệm các tính chất hóa học của thuốc để xem liệu nó phù hợp với thành phần quy định trong cơ sở dữ liệu của công ty không).

Như bạn có thể hiểu từ các ví dụ trước, một trong những điểm yếu của giải pháp chữ ký điện tử này có vẻ là giữa các lần đọc thẻ. Nghĩa là, sự giả mạo có thể được đưa vào thay thế các loại thuốc thật giữa các lần đọc thẻ (ví dụ, giữa hai điểm phân phối hợp lệ). Thuốc giả mạo có thể được đưa vào, ví dụ, trong thời gian quá cảnh giữa hai điểm phân phối hợp lệ, bằng cách thay thế rất nhiều thuốc hợp lệ bằng thuốc giả có dữ liệu thẻ EPC, các trường hợp tương tự EPC và dữ liệu thẻ pallet, và các đặc điểm thể chất được thay thế rất nhiều. Phải thừa nhận rằng, để hoàn thành tốt việc này sẽ yêu cầu một số hành động giả mạo rất tinh vi và tháo vát. Trong trường hợp này, các giải pháp có thể làm rất khó xác định những loại thuốc giả mạo. Các loại thuốc thật sau khi bị đánh cắp có thể được bán trên thị trường đen cho cá nhân, là người không có liên quan gì với chai thuốc này đã bị mất cắp có chữ ký điện tử duy nhất. Lưu ý rằng trong trường hợp này, không can thiệp với các cơ sở dữ liệu của công ty là cần thiết.

Người bán hàng bất lương cũng có thể lạm dụng chữ ký điện tử để cung cấp các đối tượng giả mạo. Trong một trường hợp, người bán có thể chỉ cần đặt bản sao chữ ký điện tử (ví dụ, EPCs) vào các mặt hàng giả, bỏ qua việc thu hình bán sản phẩm giả nào (cũng như bỏ qua các việc thu hình bán các sản phẩm gốc có liên kết EPC chính hãng với nó). Kết quả là, một khách hàng bị lừa đối tượng giả mạo EPC khi có “xác thực” từ các nguồn đáng tin cậy (ngoại trừ thông tin đối tượng chỉ ra rằng nó đã được bán hay chưa) và có thể nghĩ rằng mình thực sự mua hàng chính hãng?. Trong một thủ thuật đơn giản khác, một người bán đối tượng giả mạo có thể quét EPC của đối tượng giả mạo và hiển thị cho khách hàng các phả hệ điện tử liên quan và dữ liệu sản phẩm trên máy tính của mình để xác minh “tính xác thực” của nó. Tuy nhiên, thay vì nhận được dữ liệu này từ nhà sản xuất / cơ sở dữ liệu

của sản phẩm, người bán có thể làm giả nó cục bộ bằng cách sử dụng một chương trình đơn giản trên máy tính của mình! Các khách hàng có thể không nhận ra âm mưu này một cách dễ dàng bởi vì các tiêu đề, quản lý số, và lớp đối tượng mục giả mạo của EPC, cùng với thông tin sản phẩm hợp lệ và phá hệ điện tử, có thể dễ dàng được sao chép từ một EPC của một sản phẩm tương tự. Trong trường hợp này, người mua dễ dàng tin rằng đó thực sự là mua một sản phẩm chính hãng! Người bán hàng có thể tạo ra sự nhầm lẫn hơn nữa, nếu phải đối đầu (sau khi người mua khẳng định đó là một giả mạo thông qua một nguồn hợp lệ), bằng cách buộc tội công nghệ không ổn định. ( "Ý của tôi là nó không hiển thị cho bạn rằng EPC là hợp lệ như thế nào? Nó có thể là không hợp lệ không? Hãy để tôi cho bạn thấy nó một lần nữa? Đó là vấn đề với công nghệ, nó có thể bị hỏng, và đổ lỗi cho việc sử dụng nó! ")

Các điều này rõ ràng không đại diện cho điểm yếu của công nghệ hoặc sơ đồ các EPC, bởi vì các phần của công nghệ này là chọn lọc, chống lại việc lợi dụng và xuyên tạc các công nghệ để bán hàng giả mạo. Các điều này cho thấy an ninh và chống hàng giả tinh vi không phải là vấn đề đơn giản bằng việc chỉ gắn thẻ RFID vào đối tượng là xong! Đây là nơi mà các biện pháp không có kỹ thuật, chẳng hạn như theo dõi và truy tố người bán hàng giả, thị trường đen, kiểm soát nghiêm ngặt của giao thông vận tải, an ninh vật chất của nhiều vận chuyển, và như vậy, là cần thiết để đảm bảo rằng công nghệ này mang lại lợi ích tiềm năng của mình cho các khách hàng và người sử dụng. Sau đó, các giải pháp RFID cùng với những biện pháp không có kỹ thuật này sẽ cung cấp một giải pháp mà gần như đạt đỉnh.

#### **4.2.1.2 Chống giả mạo tiền tệ:**

Tiền giả là một trong những tội phạm lâu đời nhất trong lịch sử. Theo U.S. Secret Service official (cơ quan mật vụ Hoa Kỳ) , khoảng 63 triệu USD là tiền giả đã bị tịch thu vào năm 2003, trong đó 10.7 triệu USD được thu giữ tại Hoa Kỳ [6]. Columbia có hơn 31 triệu USD, Là nơi sản xuất tiền USD giả lớn nhất.

[6] Tuyên bố của ông Bruce A. Townsend, Phó trợ lý giám đốc, Secret Service Hoa Kỳ, trước Ủy ban dịch vụ tài chính, ngày 28 tháng 4 năm 2004.

The Secret Service (Cơ quan mật vụ) ước lượng rằng hơn 42% tiền giả lưu thông trong nước năm 2003 đã được sản xuất ở bên ngoài nước Mỹ, trong khi đó 46 phần trăm của số tiền này được sản xuất tại Hoa Kỳ. Mạng lưới tội phạm có tổ chức khai thác các cơ hội liên kết với "dollar", trong đó đề cập đến vấn đề một nước ngoài (ví dụ, Ecuador) thông qua đồng đô la Mỹ như là loại tiền tệ quốc gia. Các nước này là mục tiêu chủ yếu cho tiền USD giả mạo.

Tại Hoa Kỳ, một cá nhân hoàn toàn chịu trách nhiệm về tính xác thực của đồng tiền anh ta mang. Nhà chức trách có thể giữ tiền giả từ một cá nhân mà không có bất cứ yêu cầu pháp lý nào để bồi thường cho người này. Tương tự như vậy, các tổ chức tài chính phân phát tiền giả cho cá nhân này cũng không có hiệu lực pháp lý chịu trách nhiệm bồi thường cá nhân đó.

RFID có thể được sử dụng để cung cấp chính xác các hóa đơn tiền giấy. Một thẻ RFID rất nhỏ có thể được giấu trong một hóa đơn tiền tệ. Như một thẻ mang dữ liệu EPC hoặc một số nhận dạng riêng biệt có thể được đọc bởi các đầu đọc đặc biệt. Nếu một thẻ vắng mặt hoặc nếu dữ liệu của nó không thể liên kết với cơ sở dữ liệu tiền tệ, nó có thể được coi là một giả mạo. Nhiều thẻ, mỗi thẻ mang dữ liệu riêng của nó, có thể được chèn vào một đơn vị tiền tệ duy nhất để kết hợp các dữ liệu từ các thẻ nhận dạng riêng biệt và xác nhận đơn vị tiền tệ này. Điều này cũng làm khó khăn cho việc giả mạo.

#### *Lợi ích :*

- Ngăn chặn sao chép lậu không có kỹ thuật: Một giải pháp RFID sẽ xóa phần lớn việc giả mạo hiện thời của những người không am hiểu kỹ thuật.
- Theo dõi các giao dịch bất hợp pháp: Một hóa đơn tiền tệ có thể được theo dõi ở mức độ giao dịch, điều này làm cho các giải pháp ngăn chặn giao dịch bất hợp pháp có hiệu quả. Ví dụ, khi ở tài khoản ATM, dữ liệu thẻ (tag) của loại tiền tệ này có thể được đọc và được liên kết với tài khoản từ nơi nó được rút. Tương tự như vậy, một lưu ý khi tiền gửi tại ngân hàng, dữ liệu thẻ có thể được liên kết với tài khoản được gửi. Trong cả hai trường hợp này, người đang nắm giữ tài khoản này có thể được hỗ trợ trong quá trình giao dịch tiền tệ này.
- Một cách hiệu quả để theo dõi kẻ tổng tiền: Các tiền tệ được đánh dấu có thể được đọc và đánh dấu trong cơ sở dữ liệu trước khi trao cho kẻ tổng tiền, việc này không được tiết lộ tại thời điểm giao dịch. Tiếp theo, tiền này được theo dõi, dữ liệu có thể được sử dụng để xác định kẻ tổng tiền.

#### *Khuyến cáo :*

- Để giải pháp này có hiệu quả cần cơ sở hạ tầng EPCglobal (xem Chương 10). Đối với việc xảy ra trên quy mô toàn cầu, đầu tư lớn là cần thiết để thiết lập phần cứng, phần mềm, và cơ sở hạ tầng mạng (mà có thể mất nhiều năm để thực hiện).
- Nếu một thẻ EPC hợp lệ liên kết với tiền tệ được đánh dấu bị hư hỏng vì quản lý tồi, tính xác thực của nó không thể được xác minh. Trong trường hợp này, lưu ý có thể phải

được tiêu hủy. Tuy nhiên thẻ RFID thường vững chắc và có thể chịu được điều kiện môi trường ở một mức độ bình thường.

- Sự liên kết tiền tệ có dữ liệu thẻ EPC với hồ sơ người tiêu dùng có thể phát sinh các vấn đề tâm riêng tư.
- Đôi lúc tạo ra sự phiền phức quá đáng với một số người vô tội có thể là hiệu ứng phụ của các giao dịch kết hợp với một loại tiền tệ được đánh dấu. Giả sử, ví dụ, mà một người nhận được một giá trị loại tiền tệ được đánh dấu từ một máy ATM record (được ghi trên thẻ ID của loại tiền tệ có đánh dấu với tài khoản của người này). Giả định rằng đánh dấu sau đó bị giả mạo, mà không có bất kỳ hiểu biết nào của một người A, và chính quyền theo dõi đánh dấu bị giả mạo. Do các giao dịch cuối sử dụng giá trị tiền tệ có liên kết với người A, ông có thể trở thành một mục tiêu của việc điều tra hàng giả. Trong tình huống khác, người sử dụng này dùng tiền tệ được đánh dấu trả tiền xe taxi của ông đến sân bay. Các lái xe taxi là sau đó bị cướp, và cướp sử dụng các hóa đơn tiền này để trả tiền ma túy. Cảnh sát bắt những người bán ma túy và lấy tiền tệ được đánh dấu. Một người có thể gặp rắc rối ngay bây giờ có thể là ai?! Vấn đề chính trong ví dụ thứ hai là không phải tất cả các giao dịch tiền mặt có thể được ghi lại để liên kết các tiền tệ có đánh dấu được giao dịch. Những kẻ hở như vậy có thể làm giảm hiệu quả của các ứng dụng theo dõi ở mức độ lớn.
- Một loạt các nhân viên phải được đào tạo để sử dụng các ứng dụng này cho đúng cách.
- Cuối cùng, giá trị thẻ có thể đi xuống đáng kể cho tới khi được áp dụng.

*Những chú ý khi thực hiện:*

Khả năng can thiệp giả mạo các cơ sở dữ liệu tiền tệ, mặc dù trên lý thuyết có thể, là từ xa. Sau tất cả những việc này, nó được chứng minh là 1 trong số các cơ sở dữ liệu an toàn nhất hiện nay. Thẻ thụ động trong dải tần số sóng siêu âm (2,45 GHz) sẽ được sử dụng bởi vì chỉ yêu cầu có các ăng-ten nhỏ giao tiếp với đầu đọc (một yếu tố cốt yếu là làm sao một thẻ có hình thức rất nhỏ để nó có thể được nhúng vào tiền giấy) .

#### **4.2.2 Thẻ thông minh :**

Loại ứng dụng thẻ thông minh được gần giống hoàn toàn lớp ứng dụng chống phi pháp của loại ứng dụng mới nổi! Một thẻ thông minh về bản chất là một thẻ tích cực (hoặc một bán tích cực) chứa pin trên mạch điện tử, và do đó có thể thực hiện được nhiệm vụ tùy chỉnh bên cạnh việc lưu trữ và truyền dữ liệu riêng biệt của đối tượng được gắn thẻ. Cụm

từ chính ở đây là “nhiệm vụ tùy chỉnh”, có thể là bất cứ điều gì! Ví dụ, một thẻ tùy chỉnh có thể giám sát và báo cáo những gì xung quanh: nhiệt độ, độ ẩm, lượng phóng xạ rò rỉ, và vv, trong số các loại công việc không giới hạn. Nói cách khác, RFID có thể được kết hợp với công nghệ cảm biến để tạo ra nhiều loại thẻ thông minh. Kiểu áp dụng này chỉ được giới hạn bởi trí tưởng tượng con người. Lưu ý rằng một thẻ thông minh có thể đạt được bất kỳ kích thước nào miễn là nó có thể được triển khai. Nó có thể là kích thước của một hộp danh thiếp, máy tính xách tay, hoặc một va li, được cung cấp, gắn đúng cách cho các đối tượng mục tiêu. Vì vậy, "bất cứ điều gì" được xem là công bằng khi nói đến thẻ thông minh! Đây là ý kiến riêng của tác giả: rằng loại ứng dụng này giữ hầu hết tiềm năng cho công nghệ RFID của tương lai.

#### *Các thành viên ứng dụng :*

Những loại ứng dụng này chưa tồn tại ngày hôm nay. Một vài kiểu ứng dụng (hiện tại và tương lai) có thể ứng dụng kiểu này cũng có thể ứng dụng kiểu khác. Ví dụ, hôm nay, hệ thống thu phí điện tử sử dụng thẻ thông minh RFID tích cực (bán tích cực), có thể xem số dư tài khoản của của một người là ở một mức độ chấp nhận được. Ứng dụng này như là một kiểu kết hợp thẻ thông minh và các loại ứng dụng thanh toán điện tử. Một số ví dụ ứng dụng thuộc loại này như sau:

- Thanh toán phí: Điều này được trình bày trước đó trong các cuộc thảo luận về các loại ứng dụng phổ biến.
- Xác định ngày hết hạn thông minh: Mỗi đối tượng dễ hỏng có ngày hết hạn được xác định tại thời điểm sản xuất của mình ở điều kiện lưu trữ nhất định, chẳng hạn như nhiệt độ, độ ẩm, vv. Trong thực tế, tuy nhiên, khoảng thời gian tiêu thụ "an toàn" có thể khác nhau đáng kể. Hãy xem xét các gói thức ăn được tiêu thụ bởi người lính trong lĩnh vực này. Giả định rằng các gói dữ liệu này được lưu trữ trong khu vực lưu trữ địa phương gần chiến trường. Các điều kiện môi trường của các khu vực lưu trữ này không thể đoán trước. Ví dụ, một khu vực lưu trữ có thể được đặt ở giữa một sa mạc hoặc trong một hang núi cao, nơi nhiệt độ và độ ẩm có sự biến đổi . Kết quả là, ngày hết hạn được tính toán ban đầu dựa trên điều kiện môi trường trung bình là không hợp lệ nữa. Trong tình hình đó, thẻ thông minh gắn ở các gói dữ liệu có thể xác định sự thay đổi môi trường và có thể tự động tính toán ngày hết hạn mới. Các thẻ sau đó có thể truyền tải thông tin này đến một hệ thống kho trung tâm, có thể trực tiếp đến nhân viên quân đội để loại bỏ các gói ăn có ngày hết hạn mới được cập nhật. Toàn bộ quá trình nhận định và thông báo là tự động và chính xác.
- Vũ khí thông minh: Điều này được thảo luận trong phần tiếp theo.

Vì loại ứng dụng có số lượng lớn và có sự thay đổi đáng kể, phần sau đây là một kiểu mẫu (một vũ khí thông minh) cung cấp một cái nhìn tiềm năng của các kiểu ứng dụng này.

#### 4.2.2.1 Vũ khí thông minh

Giả sử quân đội đang có chiến tranh với lực lượng thù địch ở chính địa hình của họ[7]. Rất khó để gửi một số lượng lớn lực lượng qua các địa hình chưa được khám phá và nguy hiểm để đảm bảo an toàn. Đây là cũng điều rất khó để giữ địa bàn không cho lực lượng của đối phương vượt qua. Kiểm soát địa hình được chứng minh rất quan trọng đối với chiến thắng trong cuộc chiến tranh. Hiện tại, các mỏ đất đang được sử dụng để tạo một địa hình khắc nghiệt đến lực lượng của đối phương. Tuy nhiên, các mỏ đất làm cho địa hình cũng nguy hiểm cho cả lực lượng mình. Trong cuộc chiến tranh công nghệ cao ngày nay, nhà hoạch định quân sự muốn có một giải pháp "thông minh hơn".

*[7] Tác giả không hỗ trợ hoặc tha thứ cho chiến tranh dưới mọi hình thức.  
Đây là chỉ cho mục đích minh họa.*

Thẻ RFID tích cực được sử dụng để thiết kế một loại mới của vũ khí thông minh, có thể nhận ra một lực lượng của mình từ lực lượng đối phương và thay đổi hành vi của mình cho phù hợp. Quân đội có thể thả với số lượng lớn (có lẽ vài nghìn) vũ khí thông minh (ví dụ, chất nổ với khả năng công phá lớn), gắn liền với một thẻ RFID tích cực, trên một địa hình cụ thể và làm cho nó không thể tiếp cận. Một lực lượng của mình đi qua địa hình này có thể được chỉ dẫn, bảo đảm rằng các thẻ RFID tích cực gắn liền với những vũ khí để tắt các loại vũ khí. Ngược lại, Sau khi đi qua địa hình, lực lượng có thể, biến các loại vũ khí trở lại trạng thái kích hoạt, làm địa hình khắc nghiệt đến lực lượng đối phương.

Các khả năng không ngừng ở đây. Những vũ khí có thể, trong thời gian thực, cảm nhận được điều kiện bên ngoài của địa hình (ví dụ, rung động của mặt đất hoặc một âm thanh ồn ào) để báo hiệu kẻ địch đến gần, và đưa các thông tin an toàn trở về trung tâm chỉ huy. Trung tâm lệnh sau đó có thể hướng dẫn các vũ khí để bật thêm tính năng tinh vi của mình để điều chỉnh các giám sát và hành động (ví dụ, chỉ định điều kiện khi các vũ khí này có thể phát nổ). Ngoài ra, một thẻ có thể giao tiếp với các thẻ khác tương tự, tạo thành một mạng lưới không dây lớn không dự tính được (ví dụ, một hệ thống cảm biến) để trao đổi dữ liệu giữa chúng). Ví dụ, một lệnh tắt máy được nhận được bởi một số các quả bom thông minh đặt trong mạng lưới có thể được truyền đến các nút còn lại, ngay cả khi chúng nằm sâu bên trong. Nói cách khác, các vũ khí thông minh có thể thay thế các binh sĩ khi tình hình quá mạo hiểm hay các yêu cầu đòi hỏi không thể hoặc rất khó khăn cho một con người để thực hiện nhiệm vụ, đáp ứng một yêu cầu thời gian dài một cách liên tục.



*Lợi ích :*

- **Linh hoạt:** Sự kết hợp các tính năng của vũ khí thông minh hầu như không giới hạn.
- **Hiệu quả:** Một loại vũ khí thông minh, không giống như một con người, không cần nghỉ ngơi (tất nhiên, trừ khi pin đã hết) khi thực hiện nhiệm vụ liên tục. Ngay cả khi các lực lượng đối phương bắt giữ một vũ khí, họ không thể sử dụng nó như một chip đàm phán.
- **Có thể sản xuất số lượng lớn một cách nhanh chóng:** Việc sản xuất vũ khí thông minh chỉ giới hạn bởi năng lực sản xuất của các nhà sản xuất.

*Khuyến cáo :*

- **Có thể tốn kém:** Tùy thuộc vào loại các tính năng hỗ trợ bằng thẻ tích cực của một loại vũ khí thông minh, chi phí sản xuất các thẻ sẽ thay đổi. Tổng quát hơn; có nghĩa là các tính năng phức tạp hơn thì chi phí sản xuất cao hơn.
- **Việc thử nghiệm cần thiết phải lâu dài:** Các thẻ tích cực đối với vũ khí thông minh phải được kiểm tra kỹ lưỡng trong điều kiện hoạt động khác nhau để đảm bảo rằng chức năng đáng tin cậy, làm cho tăng thời gian thực hiện và chi phí.

*Các chú ý bổ sung đi kèm :*

Thẻ thông minh có thể hoạt động ở dải tần số 2,45 GHz hoặc 5,8 GHz và được trang bị với pin (thông thường, một pin sử dụng 5 năm) và có bảng điện tử hướng dẫn chuyên dụng để thực hiện nhiệm vụ chuyên môn. Một khoảng cách đọc thẻ như vậy sẽ hơn 100 feet (khoảng 30,5 mét). Chuẩn tốc độ truyền dữ liệu (đến môi trường xung quanh mình, bất kể sự hiện diện của một đầu đọc) sẽ là vài giây một lần đến vài giờ một lần. Mặt khác, một thẻ thông minh cũng có thể là một thẻ bán tích cực thực hiện truyền tải dữ liệu của nó trước một đầu đọc thích hợp. Một thẻ thông minh nhất được xây dựng với các cảm biến để giám sát môi trường xung quanh mình và có thể giao tiếp với các thẻ khác (như vậy, tạo thành mạng lưới không dây lớn không dự tính được).

### **4.3 Kết luận**

Các tiến bộ của công nghệ RFID được thúc đẩy nhanh chóng với các sản phẩm có sẵn, phạm vi ứng dụng liên tục mở rộng. Một số kiểu ứng dụng đã lớn mạnh và đang được sử dụng trong thương mại; các loại khác có triển vọng, hiện đang trong giai đoạn đầu. Một vài loại trong số này có thể được triển khai thương mại trong tương lai, tùy thuộc vào kết

quả của lần thử nghiệm đầu, sự tự nguyện của cộng đồng doanh nghiệp để đầu tư vốn và tránh những rủi ro, và sự chấp nhận của người dùng. Chương này bao gồm một trong những loại ứng dụng quan trọng từ nhiều khía cạnh. Các loại thảo luận ở đây không có nghĩa là toàn bộ. Bởi trong thời gian bạn đọc cuốn sách này, các loại ứng dụng khác có thể tồn tại mà không được trình bày; điều này đặc biệt đúng về các loại ứng dụng đang nổi lên. Tuy nhiên, từ những thông tin mà bạn đã truyền tải trong chương này liên quan đến các loại quan trọng và là thành viên của nó, bạn nên có sự hiểu biết và sắp xếp cho có hệ thống và những cái gì không liên quan đến nó.

# Chương 5

## Vấn đề riêng tư

Trong cuộc sống vấn đề riêng tư có ý nghĩa quan trọng, vì thế khi một kỹ thuật mới được phát minh và được cải tiến trong quá trình phát triển, nó phải được phân tích từ nhiều quan điểm để quyết định được hay không và nó sẽ ảnh hưởng như thế nào khi được sử dụng trong xã hội và công nghệ RFID cũng không là ngoại lệ. Các tổ chức bảo vệ quyền lợi người tiêu dùng lo lắng rằng việc lạm dụng RFID sẽ dẫn tới sự theo dõi các cá nhân, kết quả là mất quyền riêng tư của họ.

Trong tất cả các cuộc thảo luận sôi nổi về RFID và về sự riêng tư, một điểm quan trọng là vấn đề riêng tư chỉ được cho phép ở một số loại ứng dụng cụ thể của công nghệ RFID. Một số ứng dụng lớn của RFID tăng lên nhưng không xét các vấn đề quyền cá nhân. Có một tín hiệu đáng mừng là các nhà cung cấp RFID, cộng đồng doanh nghiệp, những nhà nghiên cứu, những nhà phân tích, những nhà lập pháp, và những người đề xướng vấn đề riêng tư đã đang phải làm việc tích cực để giải quyết vấn đề này. Tuy nhiên, để các tiêu chuẩn và qui định đã được thông qua phải tiến hành các cuộc hội họp căng thẳng.

Cả chương này cũng như cuốn sách này không cung cấp tư vấn pháp lý. Tuân thủ triệt để tư vấn về sự cung cấp ở đây không đảm bảo việc tuân thủ mọi luật pháp hoặc tiêu chuẩn trong nước hoặc quốc tế. Những qui tắc và quy định trong chương này và sách này chỉ ra rằng chỉ là những ví dụ, giả định. Những doanh nghiệp nên tham khảo tư vấn về sự hợp pháp của mình để đảm bảo đúng theo pháp luật và quy định có thể áp dụng.

### 5.1 Vấn đề cốt lõi:

Công nghệ RFID có thể nhận dạng hầu hết các loại đối tượng, thậm chí ở mức độ các thành phần riêng lẻ. Ví dụ, bất kỳ một chiếc áo thun (T-shirt) nào được sản xuất bởi bất kỳ nhà sản xuất nào trên thế giới có thể nhận dạng duy nhất bằng việc sử dụng RFID. Hệ thống định dạng như mã sản phẩm điện tử (EPC; xem chương 10 “các tiêu chuẩn”) nó có thể nhận dạng một số lượng lớn bằng một cách nhận dạng duy nhất. Các con số nhận dạng có thể được đặt trên một tag RFID, mà sau đó có thể được gắn trên các bộ phận của sản phẩm. Tiếp tục với ví dụ chiếc áo thun, có thể sử dụng thẻ EPC có kích thước xấp xỉ để gắn trên mỗi chiếc áo thun trên thế giới trong bất kỳ năm nào. Thẻ có thể ẩn hoặc nhúng trong T-shirt một cách thức thích hợp mà khách hàng không thể tìm thấy nó. Khi một khách hàng mua chiếc áo thun đã gắn tag, công nghệ nhận dạng đặc điểm duy nhất này có thể được ghi nhận tại thời điểm bán hàng và kết hợp với hồ sơ cá nhân của khách hàng.

Trên lý thuyết, khi khách hàng này mang hoặc mặc áo thun này, một reader (có thể được che dấu) đọc thẻ "bất cứ nơi nào," "mọi lúc," mà không cần có ý kiến hoặc sự đồng ý của họ. Các dữ liệu từ thẻ tag đó có thể được sử dụng bởi một số loại ứng dụng để trích xuất các hồ sơ liên quan đến cá nhân. Tất nhiên, kịch bản này giả định rằng thẻ tag này không được tiêu hủy trước khi khách hàng rời cửa hàng, hồ sơ cá nhân của ông bằng cách nào đó có thể truy cập và kết hợp với định danh EPC của thẻ tại thời điểm mua hàng, và một số loại hình cơ sở dữ liệu phân phối lớn tồn tại có thể lưu trữ và cập nhật dữ liệu của mỗi EPC trên chiếc áo thun và thông tin cá nhân của mỗi khách hàng.

Các tổ chức bảo vệ quyền riêng tư(cá nhân) lo sợ rằng nếu việc sử dụng RFID không được kiểm tra, thì việc sử dụng nó có thể mở cửa cho chính phủ, các quan chức thực thi pháp luật, cộng đồng doanh nghiệp, và bọn tội phạm đều có thể đọc dữ liệu của thẻ gắn trên sản phẩm của người đang đeo hoặc mang( ví dụ trong một túi xách, giả sử ví được làm bằng một vật liệu "thân thiện" với RF và đang ở trong phạm vi đọc, xem chương 2,"những thuận của công nghệ") và trích các thông tin của người mua hàng và liên kết với dữ liệu này. Vì vậy người mua mất sự bảo mật về thông tin của họ. Thực tế hơn, hiện nay, bạn cần phải hiểu rằng RFID có những hạn chế nghiêm trọng về khoảng cách đọc( phụ thuộc vào tần số và loại thẻ) và các vật liệu mà qua đó nó có thể đọc được dữ liệu của thẻ ( xem chương 2, "những hạn chế của công nghệ"). Vì vậy, hiện nay thẻ tag RFID không thể được đọc tại một khoảng cách tùy ý thông qua một vật liệu bất kỳ trong một môi trường bất kỳ.

Trong cuộc thảo luận này, điểm quan trọng là hai yếu tố nổi bật liên quan đến việc cấp gắn thẻ: dữ liệu thẻ duy nhất và dữ liệu nhận dạng khách hàng (CID) của người tiêu dùng. Sao cho hai thực thể được lưu giữ riêng biệt, vấn đề vi phạm quyền riêng tư của người tiêu dùng không phát sinh. Để giảm bớt vấn đề này và xây dựng lòng tin của khách hàng, một cửa hàng bán lẻ có thể muốn giải thích cho khách hàng những lợi ích của sản phẩm được gắn thẻ. Sau đó có thể đưa ra một lựa chọn cho khách hàng : hoặc chấp nhận hoặc loại bỏ sự thu thập và hỗ trợ các CIDs của họ với dữ liệu trên thẻ của sản phẩm họ mua.

Lưu ý rằng mối quan tâm về vấn đề riêng tư đã tồn tại đối với mã vạch, thẻ tín dụng và người tiêu dùng dùng công nghệ thẻ giảm giá và công nghệ RFID là biến thể khác tương tự. Các nhà bán lẻ đã có thể liên kết dữ liệu từ các thẻ tín dụng với thẻ khách hàng trung thành bằng mã vạch để xâm phạm các vấn đề riêng tư như RFID.

Tuy nhiên, không phải tất cả các cơ quan cấp phát thẻ đều quan tâm đến vấn đề riêng tư. Ứng dụng trong thanh toán bằng điện tử thì có thể được chấp nhận, ví dụ như là gắn thẻ của một container vận chuyển với các thông tin của người gửi(xem chương 4,"các lĩnh vực ứng dụng")

## 5.2 QUYỀN RIÊNG TƯ LÀ GÌ:

Quyền riêng tư khác nhau từ quốc gia này với quốc gia khác. “Quyền riêng tư”, một bài viết Tổng quan về luật Harvard của Samuel D. Warren và Louis D. Brandeis, có lẽ là bài viết cơ bản nhất về quyền riêng tư cá nhân tại Hoa Kỳ. [1] Những phần đầu trong bài viết này các tác giả mô tả khái niệm về riêng tư như sau:

[1] “Quyền riêng tư” Samuel D. Warren và Louis D. Brandeis. Tổng quan về luật Harvard, phần IV, mục số 5, ngày 15 tháng 12 năm 1890.

Đó là cá nhân có sự bảo vệ đầy đủ bản thân và tài sản theo một quy tắc, là một nguyên tắc lâu đời như một đạo luật chung; nhưng nó đã được xác định là cần thiết theo thời gian để xác định bản chất chính xác và mức độ bảo vệ của nó. Chính trị, xã hội và những thay đổi kinh tế đã thừa nhận một quyền mới, và quy luật chung, nó tồn tại trong tầng lớp thanh niên, phát triển để đáp ứng những nhu cầu mới của xã hội. Như vậy, thời gian trước đó, pháp luật đã đưa ra một biện pháp khắc phục chỉ cho giao thoa với vật chất và tài sản. Sau đó “quyền sống” chỉ bảo vệ trong các hình thức bạo hành khác nhau, quyền tự do có nghĩa là tự do từ thực tế hạn chế; và quyền bảo vệ tài sản và gia súc của cá nhân trên vùng đất của họ. Sau đó đến sự thừa nhận về tinh thần của con người, của những cảm xúc và trí tuệ của họ. Dần dần quyền lợi này được pháp luật mở rộng ra, và bây giờ quyền sống có nghĩa là quyền được tận hưởng cuộc sống, quyền được cho phép một mình; quyền tự do an toàn thực hiện các đặc quyền dân sự; và giới hạn “tài sản” đã phát triển bao gồm mọi hình thức sở hữu tốt cũng như tài sản hữu hình.

Bài viết sau đó phân tích những vấn đề có liên quan tới sự riêng tư, các phát biểu như sau:

Sự bảo vệ cho những suy nghĩ, tình cảm, cảm xúc, thể hiện qua các hình thức văn bản hoặc nghệ thuật, cho đến nay nó chỉ dừng lại ở chỗ ngăn ngừa xuất bản, chỉ là một ví dụ của việc thực thi các quyền tổng quát. Nó giống như quyền không được hành hung hoặc đánh đập, không được quyền giam giữ, không được quyền truy tố, không được quyền nói xấu.

Về bản chất, quyền riêng tư là quyền “to be let alone” (là được một mình, giữ riêng mình) và được coi là một trong số của các quyền cơ bản của cá nhân. Một cách để xem quyền riêng tư của một cá nhân là như một bản quyền cá nhân mà người khác không thể công bố bừa bãi. Bài viết trước cũng phân tích những hạn chế của quyền riêng tư, trong đó có một trong hai điều quan trọng như sau:

- Công bố những vấn đề là của chung và những lợi ích chung.
- Công bố sự thật của bản thân hoặc được sự đồng ý của cá nhân đó.

*Nếu một cá nhân công bố thông tin của chính mình hoặc cho phép người thứ ba công bố thông tin cá nhân của chính mình, việc công bố này không vi phạm quyền riêng tư cá nhân. Bất kỳ công bố (có thể liên quan đến việc chia sẻ thông tin với các cá nhân khác, hoặc bằng miệng hoặc bằng văn bản, không phân biệt cho dù nó có được ghi chép lại hay không) các thông tin cá nhân của một người mà không được sự đồng ý của người đó là vi phạm quyền riêng tư cá nhân*

### **5.3 Các nỗ lực giải pháp:**

Những nỗ lực hiện tại để đáp ứng vấn đề riêng tư của RFID thường rơi vào ba trường hợp sau:

- **Chính trị và pháp lý (chính phủ)** : Các chính trị gia, vận động hành lang, và các tổ chức bảo vệ quyền lợi sự riêng tư đang tìm cách ban hành luật pháp (và hướng dẫn) về việc sử dụng RFID để nó không xâm phạm đến quyền riêng tư của cá nhân.
- **Cộng đồng doanh nghiệp** : Doanh nghiệp có thể chủ động đề ra các biện pháp hiệu quả để ngăn chặn những vi phạm về quyền riêng tư.
- **Cộng đồng Công nghệ** : Các nhà phát triển công nghệ RFID và các sản phẩm liên quan đang cố gắng để cung cấp các giải pháp để ngăn chặn việc sử dụng trái phép các thẻ RFID để xâm phạm thông tin cá nhân.

Một trong các loại này, và đôi khi chòng chéo nhau, những người làm việc trên các giải pháp để cung cấp giải pháp thoả đáng đến vấn đề bảo mật của RFID. Phần sau sẽ thảo luận về một số hoạt động hiện tại của họ.

#### **5.3.1 Chính trị và pháp lý:**

Thượng nghị sĩ Patrick Leahy(D-VT) đã bài tỏ quan điểm rằng luật pháp liên bang có thể là cần thiết trước khi các vi phạm về vấn đề bảo mật của RFID đi quá xa.[2]Thượng nghị sĩ Patrick Leahy đề xuất cần phải tìm câu trả lời : thông tin gì được thu thập, cách nó thu thập, lưu trữ , truy cập, bảo đảm, khắc phục các trường hợp lỗi, và điều kiện mà nó có thể được sử dụng bởi các cơ quan thực thi pháp luật. Ông cũng thừa nhận rằng quan trọng là để cho RFID phát triển hoàn thiện hơn mà không có bất kỳ trở ngại nào.

[2] ghi chú của thượng nghị sĩ Patrick Leahy ”the dawn of micro monitoring: những lời hứa và thách thức về bảo mật và an ninh. ” trung tâm luật trường đại học Georgetown, ngày 23 tháng 3 năm 2004.

Tháng 11 năm 2003, tám quyền riêng tư đã được đồng ý, bao gồm Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering(CASPAIN), the American Civil Liberties

Union (ACLU), and the Privacy Rights Clearinghouse (PRC), tuyên bố về vị trí của quyền riêng tư, tuyên bố được đề xuất bao gồm ba phần đối với việc sử dụng RFID:

- Một công nghệ chính thức được đánh giá
- Tuân thủ một tập các nguyên tắc đề xuất việc cạnh tranh thông tin công bằng
- Huỷ bỏ một số loại thẻ sử dụng RFID

Ngoài ra nó cũng yêu cầu các nhà sản xuất và bán lẻ áp đặt một lệnh cấm các đơn vị tự ý cấp, gắn thẻ RFID mà không có sự lưu ý với khách hàng cho đến khi một đánh giá chính thức của công nghệ này được tất cả các bên liên quan và người tiêu dùng thực hiện.

Ở Missouri, dự luật SB 0867 cũng được biết đến như dự luật về quyền sử dụng RFID mà đã ban hành năm 2004, được thượng nghị sĩ Maida Colema (D) giới thiệu ngày 7 tháng 1 năm 2004. Dự luật này đòi hỏi các thẻ RFID phải được nhìn thấy rõ trên sản phẩm, thông tin trên thẻ phải được đọc và thẻ phải được lấy ra khỏi sản phẩm trước khi mặt hàng đó được đem ra khỏi cửa hàng. Các dự luật đã không được duyệt vì hiệu lực của nó đã bị huỷ ngày 9 tháng 3 năm 2004.

Ngày 28 tháng 1 năm 2004, một dự luật về công nghệ nhận dạng bằng sóng vô tuyến ( HB 251) đã được giới thiệu tại Utah, đứng đầu là David L.Hogue (R). Đó là bước đầu chấp nhận của nhà đại diện của Utah và các thượng nghị viện của ủy ban kinh doanh và lao động của Utah. Một trong những sửa đổi của dự luật này yêu cầu các nhà bán lẻ phải huỷ các thẻ trừ khi họ thông báo cho người tiêu dùng về sự tồn tại và khả năng của nó. Sửa đổi này có vẻ không được các nhà bán lẻ đồng ý lắm. Tuy nhiên, dự luật này sẽ hết hạn vào tháng 3 năm 2004, trước khi các thượng nghị viện của Utah sẽ bỏ phiếu lại. Dự kiến dự luật này sẽ được giới thiệu lại.

Tháng 4 năm 2004, thượng nghị viện bang California đã chấp nhận dự luật SB 1834, được giới thiệu bởi thượng nghị sĩ Debra Bowen (D), áp đặt các quy định về việc sử dụng RFID của thư viện, nhà bán lẻ, và các cơ quan tư nhân khác. Các dự luật được đề xuất phải bao gồm ba nguyên tắc sau để việc sử dụng RFID có thể chấp nhận được, để các doanh nghiệp có thể thu thập các dữ liệu có liên quan và nhận dạng cá nhân:

- Thông tin cho khách hàng bất cứ khi nào RFID được sử dụng trong hàng hoá để thu thập dữ liệu.
- Sự cho phép của Khách hàng là bắt buộc trước khi món hàng của họ mua có thể được theo dõi.

- Tất cả các thẻ RFID phải bị ngừng hoạt động trước khi khách hàng rời khỏi cửa hàng ( điều này sau đó đã được sửa đổi ).

Dự luật này đã được huỷ bỏ bởi các thành viên trong tiểu bang California trong cuộc họp ngày 25 tháng 6 năm 2004.

Tháng 6 năm 2004, báo cáo về nguyên tắc bảo mật của RFID được hành bởi bộ kinh tế, thương mại và công nghiệp(METI), và bộ quản lý công quản, nội vụ, bưu chính viễn thông của Nhật Bản. Một số điểm nổi bật của nguyên tắc này như sau:

- Thông báo cho rằng thẻ RFID được gắn vào các mặt hàng.
- Cung cấp cho người tiêu dùng với chính sách lựa chọn đối với việc liên kết các thẻ RFID để thông tin cá nhân của họ. Các tài liệu hướng dẫn dự định thông tin cho khách hàng làm thế nào để huỷ bỏ công nghệ RFID để các thẻ không thể đọc được (ví dụ, sử dụng các lá kim loại để che các tag hoặc gỡ bỏ nó khỏi mặt hàng đó ).
- Hạn chế việc thu và sử dụng thông tin khi dữ liệu cá nhân được lưu trên thẻ.
- Đảm bảo tính chính xác thông tin khi thẻ tag chứa thông tin cá nhân.
- Chia sẻ thông tin với khách hàng.

Các nhóm bảo mật ủng hộ mạnh mẽ và kêu gọi các cuộc thảo luận ở cấp liên bang về việc sử dụng RFID trên quy mô lớn bởi các nhà bán lẻ và chính phủ. Ủy ban thương mại liên bang (FTC) phản ứng lại bằng cách tổ chức hội thảo RFID vào tháng 6 năm 2004. Tại cuộc hội thảo này, các nhóm bảo mật được gọi là biện hộ cho FTC và các cơ quan chính phủ khác để tiến hành đánh giá khách quan của công nghệ RFID. Những người ủng hộ RFID bày tỏ quan ngại rằng đó có thể là một đánh giá có thể quá sớm. FTC đã chuẩn bị một bản báo cáo dựa trên các nghiên cứu và những phát hiện của mình tại hội thảo vào tháng 6 năm 2005[3]. Báo cáo này đưa ra các quy ước của nhà sản xuất và người sử dụng công nghệ RFID. Đồng thời, FTC chưa hoàn toàn quản lý trên nguyên tắc phát hành RFID trong tương lai.

[3]Công nghệ nhận dạng vô tuyến: ứng dụng và ý nghĩa đối với người tiêu dùng. Một báo cáo của hội thảo từ các nhân viên của uỷ ban thương mại liên bang, tháng 3 năm 2005.

Ngày 19 tháng 1 năm 2005, Liên minh châu âu tư vấn về quyền riêng tư và bảo vệ dữ liệu, công bố của một báo cáo rằng các nguyên tắc bảo mật liên quan đến việc sử dụng RFID. Bản báo cáo đưa ra nhưng thông tin rõ ràng khi RFID được sử dụng và làm cho cá nhân đó nhận thức được như sau:

- Sự hiện diện của thẻ RFID trong các hàng hoá.



- Kiểu dữ liệu cá nhân được thu thập và làm thế nào nó được xử lý.
- Quyền truy cập và kiểm tra tính chính xác của thông tin cá nhân được thu thập bởi một doanh nghiệp.

Tháng 3 năm 2005, các nhà đại diện uỷ ban tư pháp mới của Mexico bác bỏ dự luật HB215, với tiêu đề thủ tiêu các tags dùng công nghệ nhận dạng bằng sóng vô tuyến, đứng đầu là đại diện Mini Stewart (D). Dự luật này đòi hỏi gắn nhãn với các thẻ trong đó nêu rõ mục chứa thẻ RFID. Dự luật đề nghị tất cả các thẻ phải được gỡ bỏ trước khi khách hàng rời khỏi cửa hàng và là một doanh nghiệp thì cần phải cung cấp cho khách hàng, theo yêu cầu bằng văn bản, tất cả các thông tin cá nhân mà nó thu thập được.

Tháng 5 năm 2005, thượng nghị sĩ Jarrett Barrios (D) bang Massachusetts giới thiệu dự luật số 181, một dự luật tương tự 1834, trong thượng nghị viện của bang này. Tuy nhiên, thượng nghị sĩ Barrios không đồng tình việc đình hoạt động hoặc “kill” tính năng của một thẻ tag RFID. Mối quan tâm của ông là nếu một tag bị vô hiệu hóa, thông tin cần thiết cho việc tái chế (ví dụ) có thể không có sẵn như được gắn trên thẻ. Ông cũng bày tỏ mối lo ngại rằng luật ban hành ngày hôm nay có thể không được áp dụng trong tương lai vì sự phát triển của RFID.

### **5.3.1. Các tổ chức bảo vệ quyền riêng tư:**

Một số các tổ chức bảo vệ quyền riêng tư đều tham gia vào cuộc tranh luận về bảo vệ quyền riêng tư với những người ủng hộ của công nghệ. Tiêu biểu nhất trong số các nhóm này là:

- Caspian (Consumers Against Supermarket Privacy Invasion and Numbering ;<http://www.nocards.org/>, <http://www.spsychips.com/>): tổ chức và tham gia các sự kiện liên quan đến quyền riêng tư và các cuộc tranh luận và xuất bản tài liệu chính sách liên quan.
- The ACLU (American Civil Liberties Union; <http://www.aclu.org/>): quyền tự do ngôn luận, bảo vệ quyền bình đẳng, quyền riêng tư,.
- The PRC (Privacy Rights Clearinghouse; <http://www.privacyrights.org/>) xuất bản thông tin về bảo vệ quyền riêng tư của người tiêu dùng.
- The IAPP (International Association of Privacy Professionals ; <http://www.privacyassociation.org/>) là một hiệp hội quốc tế chuyên gia bảo vệ quyền riêng tư và cung cấp sự tương tác, giáo dục, và thảo luận về những vấn đề riêng tư.

- The EFF (Electronic Frontier Foundation; <http://www.eff.org/>) là một tổ chức dành cho việc bảo vệ các quyền cơ bản của các cá nhân và tranh luận về các vấn đề tự do dân sự liên kết với công nghệ.
- EPIC (ElectronicPrivacyInformationCenter; <http://www.epic.org/>) là một trung tâm nghiên cứu công cộng có mục đích chính là để bảo vệ sự riêng tư và mang lại sự chú ý của công chúng đến các vấn đề đang nổi lên tự do dân sự.

### 5.3.2 Cộng đồng doanh nghiệp:

Thay vì chỉ phụ thuộc vào chính phủ và cộng đồng công nghệ để giải quyết các vấn đề riêng tư RFID, cộng đồng doanh nghiệp có một vai trò quan trọng không kém. Chỉ đạo và hướng dẫn đã bắt đầu xuất hiện. Ví dụ, EPCglobal cung cấp một tập các nguyên tắc tại cộng đồng doanh nghiệp có liên quan đến việc sử dụng các chuẩn EPC trong các sản phẩm tiêu dùng [4]. Danh sách sau đây cung cấp các mẫu hướng dẫn chung (nghiêm ngặt cho mục đích thông tin):

[4] Hướng dẫn EPC cho các sản phẩm tiêu dùng

[http://www.epcglobalinc.org/public\\_policy/public\\_policy\\_guidelines.html](http://www.epcglobalinc.org/public_policy/public_policy_guidelines.html)).

- Tài liệu chính sách quyền riêng tư công ty.
- Công khai chính sách này chia sẻ với nhân viên và khách hàng.
- Triển khai một hệ thống thông tin phản hồi có hiệu quả, nắm bắt và giải quyết vấn đề liên quan đến chính sách của công ty.
- Ghi rõ trên bao bì sản phẩm được gắn thẻ, sự hiện diện của thẻ RFID trong hàng hóa, và làm cho khách hàng nhận thức lợi ích sử dụng của RFID trong các cửa hàng.
- Thông báo cho khách hàng những dữ liệu gì được lưu trên các thẻ và làm thế nào sử dụng được nó và những lợi ích (cả cho các doanh nghiệp và khách hàng) liên kết với nó.
- Cung cấp cho khách hàng sự lựa chọn để hoặc là chấp nhận hoặc từ chối CID (việc thu thập thông tin nhận dạng) của họ với các dữ liệu thẻ mua hàng. Nếu khách hàng quyết định không tham gia, vô hiệu hoá hoặc loại bỏ các thẻ tại các điểm bán.
- Giáo dục khách hàng về các khả năng và hạn chế của RFID.
- Thực hiện đúng lưu giữ hồ sơ và các biện pháp an ninh để duy trì và an toàn dữ liệu được tạo ra

Giao tiếp, tuân thủ, và nhất quán về việc sử dụng RFID trong các hướng dẫn trước; các nguyên tắc như vậy sẽ giúp các doanh nghiệp duy trì thiện chí và sự tin tưởng của khách hàng. Tuy nhiên, nguyên tắc như có thể tác động đến các quy trình kinh doanh hiện có và do đó, hãy lập kế hoạch cẩn thận và thực hiện.

### **5.3.3 CỘNG ĐỒNG KỸ THUẬT:**

Trong lúc các nhà chính trị, luật pháp, và các doanh nghiệp có sự quan tâm lớn về việc sử dụng RFID, các nhà nghiên cứu công nghệ và các nhà cung cấp cũng đang làm việc để cung cấp các giải pháp kỹ thuật để giải quyết vấn đề RFID về quyền riêng tư. Về cơ bản, các giải pháp này được nhắm đến mục tiêu “tắt” (“killing”) một tag hoặc vô hiệu năng lực của các bộ đọc để đọc một tag (giả định tag là đang “sống”).

#### **5.3.3.1 KILL COMMAND: Lệnh tắt một tag**

Cơ chế “kill” là làm thẻ tự hủy để không đọc được. Ban đầu nó được phát triển bởi nhóm nghiên cứu Trung tâm nhận dạng tự động của MIT năm 2003 về đặc điểm kỹ thuật EPC (xem Chương 10), ý tưởng này dường như có sự ủng hộ của một vài nhóm bảo vệ quyền riêng tư và các nhà lập pháp tiểu bang. Ý tưởng này sử dụng một lệnh từ reader, được gọi là “kill command”, tác động lên các tag “còn sống” để làm cho tag tự hủy. Khi tag nhận được lệnh như vậy, tag có thể xóa bộ nhớ hoặc cấu hình lại chính nó để nó không có thể giao tiếp với bất kỳ một bộ đọc nào. Một mật khẩu cũng có thể được hỗ trợ với một “kill command” để reader có thể gửi lệnh này một cách an toàn.

Các giao thức thử nghiệm đầu tiên cho lệnh này được đưa ra năm 2003. Alien Technology, Inc, phát triển một chip chuyên dụng UHF lớp 1 nhận dạng tự động để thực hiện giao thức thử nghiệm của lệnh này. Tương tự, Matrics phát triển một mẫu chip thử nghiệm dựa trên đặc điểm UHF lớp 0 nhận dạng tự động, và Philips Semiconductors chế tạo chip mẫu thử nghiệm dựa trên một tiêu chuẩn 13,56 MHz. Việc thực hiện lệnh này có vẻ là đơn giản và dự kiến sẽ không làm tăng đơn giá của một tag. Hạn chế chính của phương pháp này là thẻ gốc là bị phá hủy, do vậy, khả năng sử dụng các dữ liệu liên kết với nó bị tiêu hủy. Về tổng thể lệnh “kill” có thể không được như mong muốn trong một số trường hợp. Ví dụ, có một người tiêu dùng mua một chất độc hại có thể RFID có chứa thông tin tái chế cho sản phẩm này. nếu khách hàng yêu cầu là thẻ này được tiêu hủy tại thời điểm mua hàng, các thông tin cụ thể để tái chế sản phẩm này không thể được truy cập nữa (mà có thể dẫn đến hậu quả không mong muốn vv).

#### **5.3.3.2 BLOCKER TAGS: (Thẻ chặn)**

Một thẻ chặn (Blocker Tags) là một thẻ đơn giản nhưng hiệu quả, cơ chế nhắm mục tiêu vào bộ đọc RFID để nó mất tác dụng trong giao tiếp với thẻ trong vùng đọc của nó [5].

Tuy nhiên, các thẻ này không bị phá hủy. Và có thể vẫn còn sống. Ban đầu nó được phát triển bởi Ari Juels, Ronald Rivest, và Michael Szydlo, ý tưởng này của thẻ chặn là dùng một thẻ duy nhất giả mạo như một thẻ hợp lệ với một số tính chất đặc biệt. Các đầu đọc, sử dụng thuật toán tree-walking singulation để đọc dữ liệu tag duy nhất, là những mục tiêu của thẻ này chặn. Thuật toán này được sử dụng bởi hầu như tất cả các đầu đọc trong tần số UHF và, do đó, là hiệu quả nhất trong ngăn chặn những loại đầu đọc này. Các cơ chế thẻ chặn cũng có thể được thực hiện cho các thuật toán ALOHA, mà chủ yếu được sử dụng bởi tất cả các đầu đọc tần số 13,56 MHz. Để bạn có thể hiểu một thẻ chặn hoạt động như thế nào, bạn phải hiểu hoạt động của thuật toán tree-walking singulation. Ví dụ sau mô tả điều này.

Giả sử có ba người, tên mỗi người có ba ký tự (VD trường hợp này, Bax, Bob, và Tim) đang đứng trước một tấm ván bị bịt mắt. Vị thẩm vấn này không biết có bao nhiêu người đang đứng trước ông ta và cũng không biết tên của họ; ông ta chỉ biết rằng mỗi tên của họ bao gồm chỉ ba chữ cái. Thẩm vấn được giao nhiệm vụ phát hiện tên của tất cả những người đứng trước ông ta. Ông chỉ có thể suy luận con số người có mặt từ số các tên duy nhất, ông có thể xác định bằng cách sử dụng các chữ cái từ bảng chữ cái tiếng Anh. Tại một thời điểm, Ông chỉ có thể chấp nhận một phản ứng từ một người, nếu nhiều hơn một người cố gắng nói chuyện với ông ta, kết quả là xung đột. Vị thẩm vấn phải giải quyết một xung đột bất cứ khi nào nó xảy ra. Vị thẩm vấn có thể yêu cầu những người này nói cho ông ta biết các phần tên của họ nếu các phần đó phù hợp với tiêu chí đặt câu hỏi của ông. Một người phải giữ im lặng nếu tên của mình không đáp ứng tiêu chí này. Sử dụng sơ đồ này, các thẩm vấn có thể khám phá ra tên của ba người.

Đầu tiên thẩm vấn yêu cầu những người có tên bắt đầu với A đáp ứng; phần còn lại nên giữ im lặng. Không có ai trả lời. Vị thẩm vấn yêu cầu họ đáp ứng nếu chữ cái đầu của tên của họ bắt đầu với B. Bax và Bob cả hai đáp ứng, dẫn đến xung đột. Thẩm vấn sau đó yêu cầu những người có tên bắt đầu với Ba để đáp ứng. Chỉ Bax trả lời. Thẩm vấn sau đó yêu cầu cho những người có tên bắt đầu với Baa để đáp ứng; họ đều giữ im lặng. Thẩm vấn tiếp tục với tiền tố tên (Bab, Bac, vv) cho đến khi ông đến lúc Bax. Vào thời điểm đó, chỉ có Bax đáp ứng. Vị thẩm vấn đã tìm thấy được tên của một trong những người đang hiện diện. Thẩm vấn sau đó lặp đi lặp lại hành động tương tự cho những người đứng trước mặt mình, bắt đầu với Bb, Bc, vv. Ông chỉ có được một câu trả lời từ Bob khi ông sử dụng tiền tố tên Bo. Thẩm vấn sau đó lặp đi lặp lại cùng một thủ tục bắt đầu với tiền tố tên Bo. Một lần nữa, ông đã được một câu trả lời từ Bob chỉ khi ông đến lúc Bob. Bây giờ thẩm vấn đã thành công đưa ra tên của hai người đứng trước mặt mình. Sau đó ông tiến hành để lặp lại toàn bộ quá trình với C, D, và như vậy, cho đến khi ông gọi ra T. Tại thời điểm đó, chỉ Tim câu trả lời. Thẩm vấn tiếp tục với tiền tố tên bắt đầu với Ta, Tb, vv. Ông gặp một phản ứng từ Tim khi ông đến lúc Ti. Thẩm vấn sau đó bắt đầu từ Tia, và tiếp tục,...và

nhận được một câu trả lời của Tim. Như vậy, thăm vấn phát hiện ra cả ba tên. Thăm vấn sau đó yêu cầu những người đứng trước khi ông phải đáp ứng nếu tên của họ bắt đầu với U. Không có câu trả lời. V. Không có câu trả lời. Thăm vấn tiếp tục không có câu trả lời cho tới Z. Vào thời điểm đó, thăm vấn biết rằng có ba người đang đứng trước ông ta và ông đã phát hiện tên của họ.

Trở lại với thẻ chặn, giả sử rằng bây giờ có một người thứ tư, và người này không có bất kỳ tên duy nhất riêng lẻ nào mà thay vào đó mỗi tên có ba chữ cái có thể (có nghĩa là, có thể sắp xếp tên của mình trong sự kết hợp bất kỳ ba ký tự). Về bản chất, đây chính là định nghĩa một thẻ chặn. Một thẻ chặn là một loại *siêu* thẻ (super tag) có thể giả định bất kỳ giá trị của một thẻ cho phép trong phạm vi của các giá trị có thể. Giả sử rằng người thứ tư này có thể có cách nói chuyện mà có vẻ như hai người khác nhau được đáp ứng với thăm vấn cùng một lúc, dẫn đến xung đột. Nó hoàn toàn có thể làm thăm vấn nhầm lẫn.

Khi thăm vấn bắt đầu với A, Bax, Bob, và Tim giữ im lặng, tuy nhiên, người thứ tư đáp ứng, dẫn đến xung đột (vì anh nói theo cách có vẻ như là hai người đang nói). Để giải quyết tình trạng này, thăm vấn sẽ tiếp tục với Aa, nhưng một lần nữa người này thứ tư nói ra, dẫn đến xung đột khác. Thăm vấn lại tiếp đến Aaa, và nhận phản hồi từ người thứ tư. Thăm vấn này giả định một người hiện có tên là Aaa, và sau đó chuyển đến AAB; là người thứ tư đáp ứng một lần nữa. Thăm vấn là bị buộc phải tìm hiểu mỗi tên ba chữ cái có thể. Tuy nhiên, trong ba chữ cái tên, số lượng có thể có của tên ba chữ là  $26 \times 26 \times 26$  (hoặc 17.576; không chính xác một số lượng nhỏ). Đối với các tên nhiều ký tự hơn, tình hình tồi tệ hơn theo cấp số; trong kịch bản này, thăm vấn sẽ trở nên quá căng thẳng sau một thời gian và dừng lại.

Trong trường hợp của một thẻ (tag), các “chữ” là các số nhị phân có thể là 0 hoặc 1. Thăm vấn như là một đầu đọc (reader) sử dụng một tập lệnh để lấy được đáp ứng chọn lọc từ các thẻ. Độ dài “tên” thường 96 bit trong các thẻ hiện nay, kết quả kích thước vùng tên khoảng 80.000 nghìn tỷ nghìn tỷ! Một đầu đọc sẽ loay hoay mãi mãi để cố gắng tìm các thẻ duy nhất này trong khu vực đọc của nó khi một blocker có mặt. Thậm chí nếu một đầu đọc có thể xác định tất cả các thẻ trong vùng đọc của nó, điều đó không có nghĩa là tất cả các thẻ là hợp lệ, do vậy, thời gian và nỗ lực của đầu đọc là lãng phí trong việc xác định dữ liệu không cần thiết. Trong thực tế, một bộ đọc trở nên quá tải sau một vài nghìn lần cố gắng và dừng lại. Như vậy, trong thực tế, một thẻ chặn có thể làm những gì giống như tên của nó là: Nó chặn đầu đọc hoàn toàn để đầu đọc không thể đọc bất kỳ thẻ (tag) nào trong khu vực đọc.

Rõ ràng, một tag chặn yêu cầu hai ăng-ten để truyền hai phản ứng (0 và 1) tại cùng một thời gian đến reader. Các mẫu thử nghiệm làm việc đầu tiên của một tag chặn được chứng

minh tại Hội nghị thường niên 13 RSA ở San Francisco, California, vào tháng 2 năm 2004. Dự kiến một phiên bản sản xuất của các thẻ chặn sẽ có trong năm 2005.

Một vấn đề với thẻ chặn là chúng có thể được dùng để cố tình làm tê liệt hoạt động của một doanh nghiệp (chẳng hạn, một hoạt động kho bãi).

#### **5.4 KẾT LUẬN:**

Các ý nghĩa riêng tư của RFID hiện đang được tranh cãi trong chính trị, pháp lý, kinh doanh và các diễn đàn về kỹ thuật. Vấn đề bên trong cuộc tranh luận bao gồm những người ủng hộ công nghệ RFID, người chủ trương quyền riêng tư, các doanh nghiệp, các chính trị gia, nhà nghiên cứu, và người tiêu dùng. Tuy nhiên, bởi vì RFID là một công nghệ mới, luật pháp ban hành bây giờ có thể trở nên lỗi thời trong tương lai. Trên phương diện kỹ thuật, cả thuật toán ở cấp độ tag và cấp độ reader đã được phát minh tương ứng là các lệnh tắt thẻ (“kill comand”) và các thẻ chặn (blocker tag), để ngưng hoạt động đọc một tag.

Một sự kết hợp của các biện pháp pháp lý và đo lường kỹ thuật có thể cung cấp một giải pháp cho các vấn đề riêng tư có thể được chấp nhận rộng rãi bởi tất cả các bên liên quan. Mặc dù một sự đồng thuận rõ ràng vẫn chưa xuất hiện, trên mặt trận chính trị và pháp lý, nhưng nhìn chung dựa vào tiêu chuẩn “three-point” (ba điểm) là : thông báo cho khách hàng sự hiện diện của thẻ RFID trong sản phẩm mua, được sự phép của khách hàng để sử dụng dữ liệu thẻ, và hủy ( tùy chọn) các tag trước khi khách hàng rời khỏi cửa hàng.

# Chương 6

## So sánh RFID với mã vạch

RFID hiện đang được chào hàng như là một “mã vạch tốt hơn” và “mã vạch thông minh”. Các phương tiện truyền thông thường xuyên tuyên bố rằng thời kỳ của mã vạch chẳng còn bao lâu nữa và sẽ sớm được thay thế bởi RFID. Trong thực tế, RFID có một số lợi thế rõ ràng hơn mã vạch, nhưng mã vạch cũng mang lại một số lợi thế rõ ràng hơn RFID. Thật đáng tiếc, trong khi tất cả các lời quảng cáo đều nhiệt tình nói tới những ưu điểm của RFID so với mã vạch, thì điều ngược lại lại bị che giấu, đôi khi là cố ý, bị bỏ qua trong báo chí. Kết quả là, một niềm tin đang được hình thành một cách rộng rãi rằng mã vạch là một kẻ thất bại hoàn toàn về mọi mặt khi so sánh với RFID. Đây là một niềm tin hoàn toàn sai!

Chương này sẽ phân tích một cách khách quan những ưu điểm cũng như nhược điểm của RFID và mã vạch. Sau khi đọc xong chương này, bạn sẽ đánh giá tốt hơn những điểm mạnh và điểm yếu của hai công nghệ này, điều đó sẽ cho phép bạn lựa chọn công nghệ phù hợp dựa trên giá trị thực tế của nó mà không phải từ những điều mà người ta nói về chúng. Chương này sẽ làm rõ hơn những vấn đề đã đề cập ở Chương 2: "Ưu điểm của công nghệ RFID", và Chương 3: "Hạn chế của công nghệ RFID", và khép lại bằng một cuộc thảo luận về niềm tin phổ biến ngày nay về RFID đó là: RFID sẽ sớm thay thế hoàn toàn mã vạch. Trước khi đi sâu vào phân tích về mã vạch so với RFID, bạn cần phải có sự hiểu biết về công nghệ mã vạch với những phần sẽ được trình bày sau đây. Sự hiểu biết này sẽ giúp làm rõ hơn những vấn đề sẽ được thảo luận trong các phần tiếp theo. Nếu bạn đã quen thuộc với mã vạch, bạn có thể bỏ qua phần sau đây và đi trực tiếp đến mục 6.2.

### 6.1. Mã vạch

Phần này giới thiệu một cách ngắn gọn về công nghệ mã vạch. Các khía cạnh chính của công nghệ mã vạch sẽ được đề cập tới cùng với một số tiêu chuẩn phổ biến nhất được sử dụng ngày nay.

#### 6.1.1. Mã vạch là gì?

Mã vạch là một sắp xếp có hệ thống những ký hiệu in tượng trưng cho thông tin nguyên văn. Các ký hiệu in thông thường gồm có các vạch kẻ dọc, những khoảng trắng, những hình vuông và những dấu chấm. Một phương pháp mã hóa các ký tự chữ số bằng cách sử dụng những yếu tố ký hiệu từ những ký hiệu được in được gọi là symbology (nghệ thuật diễn tả

bằng tượng trưng hay ký tượng). Hai ký tượng có thể sử dụng những ký hiệu giống nhau hoặc khác nhau để mã hóa cùng một chuỗi ký tự giống nhau. Một số đặc điểm của ký tượng như sau:

- **Kỹ thuật mã hóa.** Một ký tượng với các kỹ thuật mã hóa tốt hơn cho phép mã hóa hiệu quả và giảm sai sót.
- **Mật độ ký tự.** Một ký tượng mà cung cấp mật độ ký tự nhiều hơn có thể đại diện cho nhiều thông tin hơn trên một đơn vị diện tích vật lý.
- **Kiểm tra lỗi kỹ thuật.** Một ký tượng với khả năng kiểm tra lỗi tốt hơn có thể cho phép các dữ liệu được đọc một cách chính xác ngay cả khi một số thành phần ký hiệu bị hư hỏng hoặc mất tích.

Khoảng 270 ký tượng khác nhau đã được phát minh ra để hỗ trợ các yêu cầu cụ thể, và khoảng 50 được sử dụng rộng rãi ngày nay. Mỗi ký tượng thuộc một trong ba loại sau đây:

- **Tuyến tính.** Ký tượng tuyến tính bao gồm các đường thẳng đứng với độ rộng khác nhau với khoảng trống phân cách hai dòng lân cận. Số ký tự tối đa có thể được mã hóa với một tượng trưng tuyến tính là lên đến 50.
- **Hai chiều.** Ký tượng hai chiều có khả năng lưu trữ dữ liệu nhất. Số ký tự tối đa có thể được mã hoá với một mã ký tượng hai chiều là 3.750.
- **Ba chiều (còn gọi là mã vạch bumpy).** Một ký tượng ba chiều thực sự là một mã vạch tuyến tính chạm nổi trên bề mặt. Đây là loại mã vạch được đọc bằng cách sử dụng “bumpiness” hoặc kỹ thuật chạm khắc nổi của mã vạch. Vì thế mã vạch bumpy không phụ thuộc vào sự tương phản giữa những dòng mã vạch và không gian cho việc đọc nó (được thảo luận trong phần sau). Đây là loại mã vạch có thể được tô vẽ và chịu được điều kiện môi trường khắc nghiệt, trong khi đó một mã vạch giấy trong điều kiện tương tự có thể dễ dàng bị phá hủy.

Phần sau sẽ thảo luận về ký tượng cụ thể hơn. Còn bây giờ ta quay lại để bàn về các nguyên tắc vận hành của mã vạch và đầu đọc mã vạch, tiếp theo ngay sau đó là những ưu điểm và nhược điểm của công nghệ.

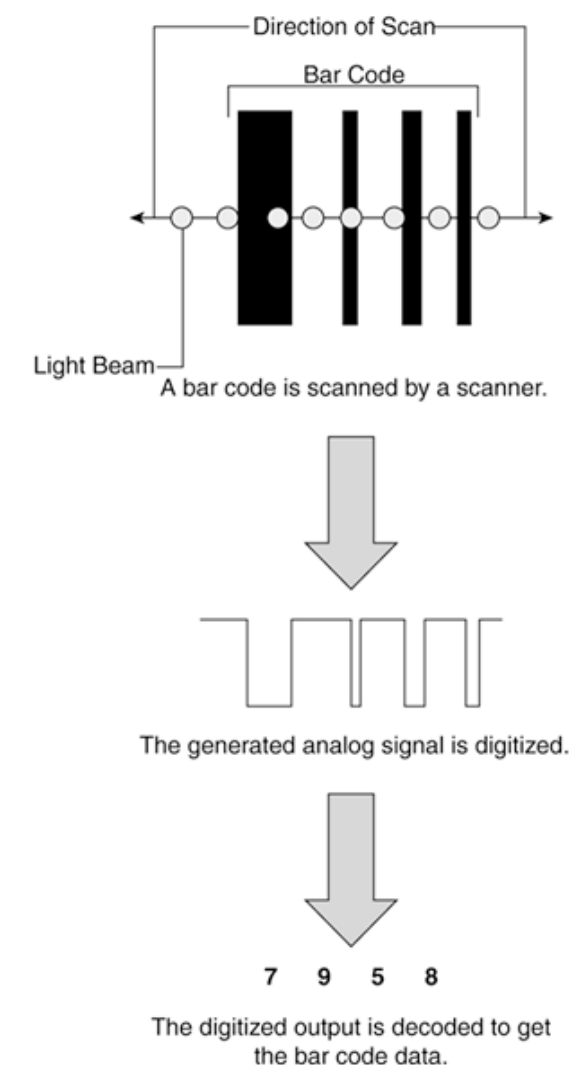
### 6.1.2. Làm thế nào để đọc mã vạch?

Thiết bị đọc mã vạch còn được gọi là máy quét, đầu đọc mã vạch. Một đầu đọc mã vạch sử dụng một chùm ánh sáng để chiếu lên mã vạch. Nói chung là không liên quan tới việc quét thông thường như ta vẫn biết. Tuy nhiên, trong quá trình đọc, các tia ánh sáng không thể di chuyển ra khỏi vùng mã vạch. Vì vậy, sự gia tăng chiều dài mã vạch cũng đồng nghĩa với



việc tăng chiều cao máy quét để phù hợp với độ lệch lớn hơn của chùm ánh sáng bên ngoài khu vực mã vạch trong quá trình quét mã vạch. Trong quá trình quét, đầu đọc sẽ đo lường được cường độ của ánh sáng phản xạ tại vùng đen và trắng (ví dụ: các thanh dọc) của mã vạch. Một thanh tối hấp thụ ánh sáng, và khoảng trắng phản chiếu ánh sáng. Một thiết bị điện tử được gọi là một photodiode hoặc photocell sẽ chuyển ánh sáng đó thành cường độ dòng điện (hoặc tín hiệu analog). Những mạch điện sau đó sẽ giải mã tín hiệu dòng điện sinh ra này thành dữ liệu số. Dữ liệu này chính là cái được mã hóa lúc ban đầu bởi mã vạch. Các dữ liệu số đại diện cho các ký tự ASCII. Một máy đọc mã vạch có thể đọc được vài tượng trưng. Hình 6-1 cho thấy quá trình vừa mô tả.

**Hình 6-1. Các bước trong việc đọc mã vạch.**



### 6.1.3. Đầu đọc mã vạch

Ngày nay có bốn loại đầu đọc mã vạch sau đây:

**Đầu đọc dạng bút** (còn gọi là đũa đọc).Loại đầu đọc này trông giống như một cây đũa hoặc cây bút với nguồn ánh sáng tập trung ở đầu chóp.Các mã vạch cần phải được tiếp xúc với đầu đọc trong suốt thời gian đọc mã vạch.Lợi thế của đầu đọc này là nó có những bộ phận không di chuyển;người sử dụng tiến hành việc quét một cách hoàn toàn thủ công.Kết quả là loại đầu đọc này giá thành rẻ và gọn nhẹ (ngoài việc là thô kệch).Một trong những trở ngại của loại đầu đọc này là khi một mã vạch được đặt trên đối tượng có kết cấu gồ ghề.Nếu bề mặt của mã vạch không đủ độ nhẵn thì đầu đọc có thể đọc dữ liệu không chính xác. Hình 6-2 cho thấy một ví dụ về đũa đọc.

**Hình 6-2. Một đũa đọc mã vạch từ Tổng công ty Intermec.**

**In lại với sự cho phép từ Intermec Technologies Corporation**



**Đầu đọc laser.** Loại đầu đọc này là đầu đọc mã vạch được sử dụng rộng rãi nhất.Một chùm tia laser được đặt bên trong đầu đọc sẽ quét mã vạch một cách tự động.Một trong những ưu điểm của loại đầu đọc này là có khả năng đọc mã vạch ngay cả khi các mã vạch có bề mặt không bằng phẳng. Nó có thể làm như vậy bởi vì chùm tia laser của thiết bị đọc có thể được tập trung chính xác vào một chùm tia nhỏ. Các chùm tia laser của loại đầu đọc này có thể tự động di chuyển hoặc không di chuyển.Chùm tia laser trong đầu đọc có thể phát ra và thu lại một cách nhanh chóng với tốc độ là 4-800 lần mỗi giây. Nói chung, chỉ cần thiết một lần quét để đọc một mã vạch.

Vì vậy, loại đầu đọc này có thể đọc mã vạch với tốc độ cao, thậm chí cả khi mã vạch có chất lượng xấu. Đầu đọc dùng chùm quét tĩnh thường xuyên được sử dụng trong hoạt động công nghiệp nơi mà các đối tượng có mã vạch đang chuyển động ở tốc độ không đổi (ví dụ, trên một băng chuyền). Trong trường hợp này không cần thiết phải cho chùm tia quét di chuyển. Một đầu đọc thuộc loại này có thể là tĩnh hoặc cầm tay. Khoảng cách đọc tối đa cho loại thiết bị là khoảng 30 feet (9 mét khoảng). Hình 6-3 cho thấy một ví dụ về đầu đọc laser.

**Hình 6-3. Một đầu đọc mã vạch laser từ Tổng công ty Intermec.**

**In lại với sự cho phép từ Intermec Technologies Corporation**



**Đầu đọc loại thiết bị nạp tĩnh điện (CCD).** Đây là loại thiết bị đọc có thể đọc mã vạch không cần tiếp xúc. Một mảng chứa hàng trăm bộ cảm biến ánh sáng nhỏ được đặt ở phía trước của máy đọc. Khi hình ảnh của một mã vạch được đưa vào các đầu dò hình ảnh, chúng tạo ra một mẫu điện áp. Mẫu này giống hệt với mẫu điện áp được tạo ra bởi một đầu đọc laser khi đọc chính mã vạch đó. Một số các hệ thống sử dụng thêm các nguồn ánh sáng bổ sung như đèn flash, để gia tăng khoảng cách tiêu cự. Khoảng cách đọc tối đa cho loại đầu đọc này là 6 inch. Một trong những nhược điểm của các loại thiết bị đọc là nó không thể đọc được mã vạch dài vì giới hạn vùng quan sát được của nó. Ngoài ra, số lượng các cảm biến hình ảnh trong một đầu đọc sẽ quyết định mật độ mã vạch có thể đọc. Hình 6-4 cho thấy một ví dụ về một đầu đọc CCD.

**Hình 6-4. Một đầu đọc mã vạch CCD từ Tổng công ty Intermec.**

**In lại với sự cho phép từ Intermec Technologies Corporation**



**Đầu đọc Camera.** Những đầu đọc này là kết quả của tiến bộ gần đây trong công nghệ mã vạch. Một máy ảnh nhỏ bên trong đầu đọc này sẽ chụp hình ảnh mã vạch. Hình ảnh này sau đó được xử lý bằng cách sử dụng công nghệ xử lý hình ảnh kỹ thuật số để xác định dữ liệu của mã vạch. Một nhược điểm của loại đầu đọc này là chúng nhạy cảm với chất lượng của các mã vạch để đọc chính xác. Ví dụ, mã vạch phải có đủ độ tương phản giữa các ký hiệu màu trắng và tối, đồng thời không thể có các điểm hoặc các không gian trống. Đầu đọc camera dựa trên việc quét hình ảnh đã trở nên nhỏ hơn, nhanh hơn và rẻ hơn. Một số lượng lớn người sử dụng sau này đang thay thế đầu đọc laser bởi đầu đọc camera cho các ứng dụng mã vạch hai chiều. Hình 6-5 cho thấy một ví dụ về một đầu đọc camera.

**Hình 6-5. Một đầu đọc mã vạch camera từ Tổng công ty Intermec.**

**In lại với sự cho phép từ Intermec Technologies Corporation**



#### **6.1.4. Ưu điểm**

Các ưu điểm của mã vạch bao gồm:

- **Nhanh và thu thập dữ liệu chính xác.** Một mã vạch tự động thu thập dữ liệu. Sử dụng đầu đọc laser, bạn có thể quét nhiều mã vạch trong một khoảng thời gian ngắn. Việc đọc mã vạch là chính xác, với tỷ lệ lỗi trung bình là 1 trong ba triệu lần đọc. Bảng 6-1 trình bày kết quả nghiên cứu về tính chính xác của mã vạch.

**Bảng 6-1. Độ chính xác mã vạch (Tóm tắt các phát hiện của Đại học Ohio)**

<b>Symbology</b>	<b>Worst Case</b>	<b>Best Case</b>
DataMatrix	1 error in 10.5 million	1 error in 612.9 million
PDF417	1 error in 10.5 million	1 error in 612.4 million
Code 128	1 error in 2.8 million	1 error in 37 million
Code 39	1 error in 1.7 million	1 error in 4.5 million
UPC	1 error in 394,000	1 error in 800,000

- **Tăng hiệu quả hoạt động** . Các dữ liệu được giải mã bởi một đầu đọc mã vạch có thể được đưa trực tiếp vào một ứng dụng đang chạy trên một hệ thống máy tính.Vì vậy, bạn có thể tự động hoá các hoạt động khác nhau, như hồi giá, nhận dạng nhân viên (ví dụ,đọc giả thư viện), theo dõi và kiểm soát hàng tồn.v.v.
- **Giảm chi phí hoạt động**. Mã vạch tiết kiệm chi phí bằng cách giảm các lỗi thu thập dữ liệu, giảm chi phí lao động thủ công,và loại bỏ phương pháp kém hiệu quả.

### 6.1.5. Hạn chế

Những hạn chế chính của mã vạch bao gồm:

- **Dễ dàng bị hư hỏng**. Một mã vạch có thể bị hư hỏng do bụi bẩn, sơn, phai màu do ánh sáng mặt trời, và độ ẩm.
- **Đầu đọc (không tiếp xúc) hoạt động có thể bị ảnh hưởng bởi độ ẩm trong môi trường**. Ánh sáng chiếu từ đầu đọc bị khúc xạ bởi các hạt nước lơ lửng trong môi trường, dẫn đến sự tập trung của ánh sáng không chính xác.Vì vậy, điều này có thể làm giảm đi độ chính xác của đầu đọc.
- **Sự hiện diện của những vật cản**. Một đầu đọc mã vạch cần phải có một đường ngắm thông suốt tới mã vạch để đọc.Bất cứ chướng ngại vật nào giữa thiết bị đọc và mã vạch sẽ ngăn chặn việc đọc mã vạch này.
- **Tốc độ**. Một đầu đọc mã vạch có thể không có khả năng đọc mã vạch mỗi khi chúng di chuyển ở tốc độ cao (ví dụ, khi tốc độ chuyển động của mã vạch vượt qua tốc độ quét của đầu đọc).

Bây giờ, ta bàn về một số ký tượng mã vạch chính.

### 6.1.6. Ví dụ về ký tượng

Sẽ nằm ngoài phạm vi của cuốn sách này để giải thích tất cả các ký tượng hiện có ngày nay.Vì vậy, cuốn sách này chỉ thảo luận về một ít trong số các ký tượng quan trọng được sử dụng rộng rãi ngày nay, như sau:

- **Tuyến tính**. Các loại sau đây được thảo luận cho loại ký tượng này:

UPC

EAN

Mã 128

- **Hai chiều**. Các loại sau đây được thảo luận cho loại ký tượng này:

PDF417

Aztec code

DataMatrix

### 6.1.6.1. UPC

UPC là viết tắt của Uniform Product Code và được quản lý bởi Hội Uniform Code Council. Hai loại UPC chính như sau:

- **UPC-A.** Ký tượng này bao gồm 12 chữ số, trong đó chữ số cuối cùng được sử dụng như là một số để kiểm tra. Chữ số đầu tiên đại diện cho loại sản phẩm, năm chữ số tiếp theo là mã của nhà sản xuất, và năm chữ số tiếp sau dùng để xác định sản phẩm thực tế. Loại ký tượng này được sử dụng rộng rãi trong bán lẻ.
- **UPC-E.** Ký tượng này gồm có bảy chữ số, trong đó có một chữ số được sử dụng như là một số kiểm tra. UPC-E đôi khi cũng được gọi là mã nén số 0 UPC bởi vì nó có thể nén một mã UPC-A thành một mã có sáu chữ số bằng cách nén những con số 0 theo sau đối với mã của nhà sản xuất và số 0 ở đầu của mã sản phẩm thực tế. Chữ số thứ bảy được sử dụng như một số kiểm tra cho sáu chữ số đầu. Như vậy, UPC-E luôn luôn có thể được chuyển đổi trở lại thành UPC-A. Ký tượng này được sử dụng cho các hạng mục nhỏ lẻ.

Một số có 2 hoặc 5 chữ số có thể được gắn bổ sung vào cả hai mã UPC A và UPC-E. Những tạp chí và ấn phẩm xuất bản định kỳ thường sử dụng sự bổ sung này. Hình 6-6 và 6-7 lần lượt là ví dụ về UPC-A với 2 và 5 chữ số bổ sung. Hình 6-8 là một ví dụ về mã UPC-E.

**Hình 6-6. Một ví dụ mã UPC-A sung hai chữ số bổ sung.**



**Hình 6-7. Một ví dụ mã UPC-A với năm chữ số bổ sung.**



**Hình 6-8. Một ví dụ mã UPC-E.**



### 6.1.6.2. EAN

EAN là viết tắt của *European Article Numbering system*, đó là phiên bản châu Âu của UPC. Hai loại EAN chính như sau:

- **EAN-13.** Ký tượng này tương đương với mã UPC-A tại châu Âu. So với UPC-A, một ký tượng EAN-13 có thêm một chữ số, chữ số thêm vào này cùng với chữ số thứ 12 thường đại diện cho mã quốc gia. Ký tượng này được sử dụng bởi ngành công nghiệp xuất bản sách dùng để tượng trưng cho số ISBN của những cuốn sách. Một mã ISBN là một mã vạch EAN-13 với ba chữ số đầu tiên là 978 và chín chữ số còn lại đại diện cho chín chữ số đầu tiên của số ISBN thực tế.
- **EAN-8.** Ký tượng này bao gồm 8 chữ số, trong đó 2 chữ số đầu tiên được sử dụng cho mã quốc gia. Năm chữ số tiếp theo được sử dụng cho dữ liệu, và chữ số sau cùng sử dụng như một số kiểm tra.

Một số có 2 hoặc 5 chữ số có thể được gắn bổ sung vào cả hai mã EAN-13 và EAN-8. Những tạp chí và ấn phẩm xuất bản định kỳ thường sử dụng sự bổ sung này. Đối với mã ISBN, số bổ sung bắt đầu với chữ số 5, và bốn chữ số còn lại được sử dụng để mã hóa giá của cuốn sách. Hình 6-9 và 6-10 lần lượt là ví dụ về mã EAN-8 và EAN-13.

**Hình 6-9. Một ví dụ mã EAN-8.**





**Hình 6-10. Một ví dụ mã EAN-13.**



### 6.1.6.3. Mã 128

Ký tự có chiều dài thay đổi này sử dụng cả hai ký hiệu chữ cái và chữ số. Ký tự này được sử dụng rộng rãi và thường được coi là sự lựa chọn tối ưu cho một loạt các ứng dụng mã vạch khác nhau. Nó sử dụng các ký tự từ ba bộ sau đây:

- Bảng chữ cái hoa và các ký tự ASCII
- Bảng chữ cái hoa và thường.
- Những con số từ 00 đến 99

**Hình 6-11. Một ví dụ Mã số 128 mã vạch.**



Ký tự đầu tiên là một ký tự đặc biệt là dấu hiệu của những bộ ký tự được sử dụng ban đầu. Ba mã đặc biệt tiếp theo, mỗi mã thuộc mỗi bộ cũng cho phép thay đổi bộ ký tự đằng sau bộ ban đầu. Ký tự này cũng sử dụng một số để kiểm tra. Hình 6-11 cho thấy một ví dụ mã vạch 128.

### 6.1.6.4. PDF417

PDF là viết tắt của *Portable Data Format*. Loại ký tự mật độ cao, hai chiều này là phát minh của Symbol Technologies, Inc., có thể mã hóa tất cả 256 ký tự ASCII. Tối đa 2.525 ký tự có thể được đại diện bởi một mã vạch loại này. Ký tự này bao gồm các mã vạch nhỏ hơn chồng chất lên nhau. Đây là một ký tự hoàn thiện cung cấp một số tùy chọn như bảo mật dữ liệu và nén, phát hiện lỗi và sửa lỗi v.v. Mã vạch này mang lại độ

chính xác cho việc đọc mã vạch đứng thứ hai (xem Bảng 6-1) sau DataMatrix.Hình 6-12 cho thấy một ví dụ về mã vạch PDF417.

**Hình 6-12. Một ví dụ mã vạch PDF417.**



#### **6.1.6.5. Mã Aztec**

Ký tượng mật độ cao này có thể mã hóa tất cả 256 ký tự ASCII.Tối đa 3.750 ký tự có thể được mã hóa bởi một mã vạch loại này (khi các ký tự tất cả đều là các chữ số).Các khối kiến trúc cơ bản của ký tượng này có hình dạng giống như khối vuông và được gọi là các module.Tại trung tâm của mã vạch là một khối vuông hình mắt bao quanh bởi các lớp dữ liệu được mã hóa.Một mã vạch thuộc loại hình này có thể được đọc không phụ thuộc hướng của nó.Hình 6-13 cho thấy một ví dụ về mã vạch Aztec.

**Hình 6-13. Một ví dụ mã vạch Aztec.**



#### **6.1.6.6. DataMatrix**

Ký tượng mật độ cao này có thể mã hóa tất cả 256 ký tự ASCII. Tối đa 3.116 ký tự có thể được mã hóa bởi một mã vạch loại này.Một đặc điểm phân biệt của ký tượng này là hoa văn đường viền của nó.Phiên bản mới của ký tượng này được gọi là ECC200, mang lại việc mã hóa tốt hơn,phát hiện lỗi tốt hơn và khả năng sửa chữa.Mã vạch này cho phép đọc mã vạch có độ chính xác cao nhất (xem Bảng 6-1). Hình 6-14 là một ví dụ về mã vạch DataMatrix.

**Hình 6-14. Một ví dụ mã vạch DataMatrix.**



## 6.2. Ưu điểm của RFID so với mã vạch

Những lợi thế của RFID so với mã vạch như sau:

- **Hỗ trợ cho dữ liệu không cố định.** Một thẻ dữ liệu RFID có thể được ghi lại nhiều lần (với thẻ RFID là thẻ RW). Các dữ liệu trên một mã vạch là tĩnh và không thể thay đổi.
- **Không cần đường ngắm.** Nói chung, một đầu đọc RFID không cần một đường ngắm để đọc dữ liệu của thẻ RFID. Một đầu đọc mã vạch luôn luôn cần có một đường ngắm để đọc mã vạch.
- **Đọc xa hơn.** Một thẻ RFID có thể có khoảng cách đọc xa hơn một mã vạch. Tùy thuộc vào nhiều yếu tố, khoảng cách này có thể từ vài feet đến vài trăm feet
- **Chứa được nhiều dữ liệu hơn.** Một thẻ RFID có thể lưu trữ dữ liệu nhiều hơn một mã vạch.
- **Đọc nhiều hơn trong 1 thời điểm.** Một đầu đọc thích hợp có thể đọc một số lượng thẻ RFID trong một thời gian rất ngắn một cách tự động, sử dụng một tính năng gọi là chống xung đột. Tuy nhiên, một đầu đọc mã vạch, chỉ có thể quét một mã vạch tại một thời điểm.
- **Độ bền.** Một thẻ RFID thường đã được tôi rèn và có khả năng chịu đựng được điều kiện môi trường hoạt động khắc nghiệt (đến một mức độ hợp lý). Một mã vạch có thể dễ dàng bị hư hại (ví dụ, do độ ẩm hoặc bụi bẩn).
- **Đặc tính thông minh.** Ngoài việc đơn giản là một vật lưu trữ và vận chuyển dữ liệu, một thẻ RFID có thể được sử dụng để làm các nhiệm vụ khác. Trong khi đó, một mã vạch không có bất kỳ đặc tính thông minh nào và chỉ là một phương tiện lưu trữ dữ liệu.

Mặc dù thường được đề cập trong các phương tiện truyền thông, nhưng còn mơ hồ, do đó những đặc điểm sau đây không biết có được coi là lợi thế của RFID so với mã vạch hay không:

- **Đọc chính xác.** RFID đọc chính xác hơn mã vạch.
- **Item-level tagging.** Một mã vạch không hỗ trợ tính năng gắn thẻ item-level.

Những phần sau sẽ thảo luận về những điểm này cụ thể hơn.

### 6.2.1. Hỗ trợ cho dữ liệu không cố định.

Bạn có thể ghi lại dữ liệu trên một thẻ đọc-ghi RFID nhiều lần. Bao nhiêu lần? Nói chung, bạn có thể ghi lại một thẻ RW RFID trên thị trường hiện nay ít nhất 10.000 lần, trong khi các nhà cung cấp tuyên bố 100.000 lần hoặc nhiều hơn nữa! Khả năng ghi lại đã chứng minh sự hữu ích nếu như bạn sử dụng thẻ để ghi dữ liệu mà khi mới được tạo ra dữ liệu này chưa có trong thẻ. Một thẻ được tạo ra khi một số dữ liệu ban đầu được đưa vào thẻ làm cho thẻ đó có thể sử dụng. Dữ liệu này có thể là một dữ liệu nhận dạng để xác định thẻ này là duy nhất trong tập hợp tất cả các thẻ được tạo ra. Cũng có những thông tin loại khác được thêm vào (nói chung là thông tin về các đối tượng mà thẻ này được gắn lên). Tại sao bạn muốn ghi lại dữ liệu lên thẻ? Nó phụ thuộc vào ứng dụng mà thẻ này được sử dụng. Ví dụ, giả sử rằng một thẻ RW được gắn vào một sản phẩm đang được tạo ra khi nó di chuyển qua một dây chuyền sản xuất. Khi sản phẩm đó di chuyển qua các khâu khác nhau của dây chuyền sản xuất thì thời gian hoàn thành tại mỗi khâu có thể được ghi lên thẻ. Cuối cùng, khi sản phẩm rời khỏi dây chuyền sản xuất, các dữ liệu đã ghi trên thẻ có thể được sử dụng để phân tích, ví dụ tìm ra những điều làm trì trệ dây chuyền sản xuất (có nghĩa là, những nơi mà sản phẩm này là mất nhiều thời gian). Ngoài ra, trong một ứng dụng nào đó nếu một thẻ RFID cần phải được tái sử dụng, thì nó có thể cần phải ghi đè dữ liệu mới lên dữ liệu cũ.

Ngược lại một mã vạch chỉ có thể lưu trữ dữ liệu tĩnh (có nghĩa là, dữ liệu không thể được ghi lại bằng các dữ liệu mới). Một mã vạch phải được tạo mới mỗi lần trữ dữ liệu mới.

### 6.2.2. Không cần đường ngắm

Một trong những lợi thế rõ rệt của RFID là nó không yêu cầu đường ngắm. Giả sử ví dụ như một thẻ RFID được gắn vào một đối tượng và đối tượng đó được đặt bên trong một container được làm bởi một số vật liệu cho phép sóng RF đi qua (đối với tần số đang sử dụng) như là giấy. Một đầu đọc RFID có thể đọc thẻ này xuyên qua container mà không cần phải mở nó! Vì vậy, đầu đọc không cần phải "nhìn thấy" thẻ để đọc dữ liệu của nó. Tuy nhiên trong một số trường hợp, điều này lại không đúng. Trong những tình huống này, một

đường ngắm phải được thiết lập giữa đầu đọc và thẻ nhằm giúp việc đọc các dữ liệu trên thẻ được chính xác. (Mặc dù thiết lập một đường ngắm không đảm bảo khả năng đọc được cải thiện, nhưng nó giúp cấu hình các yếu tố quan trọng như khoảng cách đọc, năng lượng đầu đọc, và vị trí anten đọc để chống lại tác động của môi trường.) Trong những trường hợp này và tại nơi có một số lượng đáng kể các vật liệu phản xạ sóng RF có mặt tại môi trường hoạt động, chẳng hạn như kim loại thì thẻ UHF được sử dụng. Một ví dụ cổ điển là một dây chuyền sản xuất ô tô, nơi mà tất cả mọi thứ chủ yếu được làm bằng kim loại và môi trường xung quanh có khả năng phản xạ sóng RF ở mức độ cao. Nếu một thẻ UHF RFID được đặt trên một chiếc xe để theo dõi nó trong dây chuyền sản xuất, thì thẻ và đầu đọc phải được đặt sao cho tạo ra được một đường ngắm rõ ràng tại những nơi mà việc đọc thẻ sẽ diễn ra (để tránh nhiễu tín hiệu và sự vô hiệu hóa anten). Trong những trường hợp này, một thẻ RFID không mang lại lợi thế hơn mã vạch.

Một đầu đọc mã vạch luôn cần một đường ngắm rõ ràng tới mã vạch để quét nó. Vì vậy, nó có thể hoạt động kém trong một số ứng dụng điển hình, chẳng hạn như việc xử lý hành lý trong ngành hàng không (nơi mà những đối tượng được gắn thẻ được đặt ngẫu nhiên trên các dây xích của hành lý). Trong trường hợp này, dễ xảy ra khả năng là những chiếc túi xếp chồng chéo lên nhau sẽ gây cản trở đường ngắm tới mã vạch trên các túi khác. Ngoài ra, mã vạch trên một túi có thể quay theo hướng mà đầu đọc mã vạch không thể đọc được nó. Các yếu tố này sẽ dẫn đến hiệu suất đọc thấp. Tuy nhiên nếu những thẻ RFID và đầu đọc thích hợp được sử dụng thì sự định hướng của thẻ đối với đầu đọc có thể không còn ảnh hưởng nhiều giống như là đối với mã vạch. Hơn thế nữa, do đường ngắm là không cần thiết nên hầu hết các thẻ có thể được đọc xuyên qua những chiếc túi chồng chéo lên nhau (dĩ nhiên là phải được làm bằng vật liệu cho phép sóng RF đi qua ứng với tần số đang sử dụng). Vì vậy, độ chính xác của việc đọc thẻ RFID trên hành lý thực sự là cao hơn (trên 15% như đã được báo cáo) so với thẻ mã vạch.

### **6.2.3. Đọc xa hơn**

Một thẻ RFID thụ động hoạt động trong vùng tần số UHF có một phạm vi đọc khoảng 30 feet (khoảng 9 mét) trong điều kiện lý tưởng. Một thẻ tích cực trong vùng tần số UHF (433 MHz) có một phạm vi đọc khoảng 300 feet (khoảng 91 mét). Một thẻ tích cực hoạt động trong vùng tần số khoảng 2,45 GHz có một phạm vi đọc trên 100 feet (khoảng 30,5 mét).

Nguyên tắc đọc mã vạch bị ràng buộc với quang học, và phạm vi đọc của một đầu đọc mã vạch phụ thuộc vào phạm vi trọng tâm của thiết bị đọc. Phạm vi đọc của đầu đọc hiện bán trên thị trường là 30 feet (khoảng 9 mét) hoặc ít hơn.

#### 6.2.4. Chứa được nhiều dữ liệu hơn.

Một mã vạch hai chiều, như Aztec, có thể mã hóa lên đến 3.750 ký tự của dữ liệu từ toàn bộ 256 ký tự ASCII, đó thực sự là đáng kể. Ngày nay, khả năng này tương tự như một thẻ RFID thụ động, nhưng trong tương lai điều này sẽ thay đổi. Trên lý thuyết các thẻ tích cực theo yêu cầu khách hàng có khả năng lưu trữ dữ liệu là không giới hạn.

Một thẻ với bộ nhớ lớn làm được gì cho người sử dụng nó? Đây là một câu hỏi được đặt ra mà không dễ trả lời. Rõ ràng, đối với thẻ tích cực mà cần một dung lượng bộ nhớ lớn để làm những việc chuyên biệt, thì một bộ nhớ lớn là một lợi thế. Cùng với sự gia tăng kích cỡ dữ liệu truyền là sự gia tăng khối lượng dữ liệu chuyên giao, thời gian truyền và tỷ lệ lỗi của việc đọc. Vì vậy, một thẻ với một dung lượng bộ nhớ lưu trữ lớn và việc chuyển một lượng lớn dữ liệu tới đầu đọc có thể chứng minh là một bất lợi!

#### 6.2.5. Đọc nhiều hơn trong 1 thời điểm

Một đầu đọc RFID có thể tự động nhận biết một vài thẻ trong khu vực đọc của nó trong một thời gian ngắn. Khả năng này làm cho việc đọc thẻ trở nên nhanh hơn.

Một đầu đọc mã vạch chỉ có thể đọc một vạch tại một thời điểm, có nghĩa là thời gian đọc với cùng một số lượng thẻ đối với mã vạch sẽ lâu hơn so với RFID. Do đó, nếu chi phí của một hệ thống RFID là chấp nhận được, thì nó có thể sẽ hiệu quả hơn trong những quá trình hoạt động hiện tại có sử dụng mã.

#### 6.2.6. Độ bền

Thẻ RFID (đến một mức độ hợp lý) có thể chịu được điều kiện khắc nghiệt của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, hóa chất ăn mòn, rung cơ học, và sốc. Lưu ý rằng hiện tại không có một chiếc thẻ nào có thể chịu được tất cả những điều kiện môi trường đó. Nói chung, một thẻ đặc biệt từ một nhà cung cấp cụ thể là khả năng chịu một hoặc một vài trong số những điều kiện này.

Một mã vạch chỉ tốt giống như vật liệu mà nó được in. Do đó, một mã vạch in trên giấy có thể dễ dàng bị hư hại khi có sự hiện diện của hơi ẩm hoặc nhiệt. Một mã vạch có thể bị mờ trong điều kiện bụi bẩn và sơn. Một mã vạch *bumpy* có thể chịu được nhiệt độ cao.

#### 6.2.7. Đặc tính thông minh

Một thẻ RFID tích cực có thể mang mạch điện tử và nguồn nuôi (pin) để thực hiện chức năng như theo dõi nhiệt độ xung quanh, độ ẩm, v.v. Thẻ có thể sử dụng dữ liệu này để tự động tính toán các thông số khác và truyền tải nó (với ID của riêng nó) tới một đầu đọc thích hợp.

Ngược lại, một mã vạch chỉ là một nơi lưu trữ dữ liệu tĩnh không hơn không kém.

### 6.2.8. Tính chính xác

Bây giờ trở lại với vấn đề độ chính xác của việc đọc. Một tuyên bố phổ biến ngày nay là "Độ chính xác của RFID vượt xa mã vạch." Tuy nhiên, tuyên bố này có hai vấn đề. Đầu tiên là đã có những dữ liệu khách quan chính thức về tính chính xác của mã vạch. Thứ hai là chưa có tài liệu chính thức khách quan nào nói về tính chính xác của thẻ RFID cao hơn so với mã vạch. Với việc thiếu những dữ liệu chắc chắn về độ chính xác của RFID, trong khi đó đã có những dữ liệu chính xác nói về độ chính xác của mã vạch, do đó thật là không công bằng khi nói RFID "chính xác hơn nhiều" so với mã vạch.

Trong nghiên cứu về độ chính xác của mã vạch được thực hiện bởi Đại học Ohio, sử dụng ký tự DataMatrix, tỉ lệ lỗi tệ nhất là 1 trên 10.500.000, tỷ lệ lỗi tốt nhất là 1 trên 612.900.000 lần đọc! Đó là những con số thực sự chính xác! Bảng 6-1 liệt kê một bản tóm tắt kết quả.

Với những khách hàng đã có sẵn hệ thống mã vạch tự động trong sản xuất, thì tính chính xác của việc đọc mã vạch (sau khi điều chỉnh hệ thống) điển hình là trong khoảng 90 phần trăm hoặc cao hơn. Do đó, lợi thế về độ chính xác của RFID so với những hệ thống mã hiện tại dường như chỉ bằng hoặc cao hơn ít hơn 10% (ứng với độ chính xác là cao nhất). Trong một số trường hợp, điều này khó có thể được gọi là "chắc chắn", nhưng tất nhiên, với vị thế của mình thì RFID thực sự sẽ tăng tỷ lệ chính xác. Nếu môi trường là không thích hợp cho RFID, thì mức độ chính xác mang lại khi sử dụng RFID cao hơn mã vạch có thể là số 0 (hoặc thậm chí là âm)! Mặt khác, tùy thuộc vào ứng dụng, RFID có thể mang lại lợi ích về độ chính xác cao hơn 10 phần trăm so với mã vạch (ví dụ trong trường hợp quản lý hành lý hãng hàng không). Ngoài ra, đối với một ứng dụng cụ thể, việc tăng dù chỉ vài % có thể mang lại giá trị đáng kể cho một doanh nghiệp.

### 6.2.9. Hỗ trợ **item-level tagging**

Một niềm tin dường như đang được tăng lên rằng chỉ có RFID mới có thể hỗ trợ **item-level tagging**, trong khi đó mã vạch thì không thể. Điều này là không đúng. Các loại mã vạch khác nhau có khả năng lưu trữ dữ liệu khác nhau. Các loại mã vạch tuyến tính được sử dụng rộng rãi nhất cho **item-level tagging** (ví dụ, UPC) không được lưu trữ đầy đủ để xác định một hàng hóa riêng biệt. Tuy nhiên, các loại mã vạch khác, nếu được sử dụng thì có nhiều ký tự hơn để xác định một mặt hàng riêng biệt. Ví dụ, việc lưu trữ dữ liệu chữ số, DataMatrix có thể lưu trữ đến 3.116 byte; Aztec 3.750 byte, và PDF417 1.850 byte. Với những khả năng lưu trữ đó đủ để chứa một số 1.024 bit, mà chính nó là quá đủ để nhận diện ra bất kỳ hàng hóa cụ thể nào.

Tới đây, bạn có thể nghĩ rằng, với nhiều lợi thế như vậy thì rõ ràng RFID chiến thắng mã vạch. Hãy giữ tư tưởng này. Mặc dù RFID có nhiều lợi thế hơn mã vạch nhưng phần tiếp theo sẽ nói về những lợi thế của mã vạch hơn RFID.

### 6.3. Ưu điểm của mã vạch so với RFID

Những lợi thế của mã vạch so với RFID như sau:

- **Chi phí thấp hơn.** Chi phí cho giải pháp sử dụng mã vạch nói chung là thấp hơn so với sử dụng RFID.
- **Có thể cạnh tranh được về độ chính xác.** Trong vài trường hợp, tính chính xác của việc dùng mã vạch là bằng hoặc tốt hơn tương đương so với khi dùng RFID.
- **Không bị ảnh hưởng bởi loại vật liệu.** Một hệ thống mã vạch có thể được sử dụng tốt đối với gần như tất cả các loại vật liệu.
- **Không bị hạn chế bởi luật pháp quốc tế.** Hệ thống mã vạch được sử dụng trên toàn thế giới mà không có bất kỳ giới hạn nào của pháp luật về việc sử dụng công nghệ.
- **Không có các vấn đề xã hội.** Ngày nay, bạn có thể tìm thấy mã vạch trên hầu hết các mặt hàng trên hành tinh, nhưng không hề có quyền sử dụng của nhóm đối tượng sử dụng riêng biệt nào.
- **Công nghệ lâu đời được ứng dụng rộng rãi.** Công nghệ mã vạch có lẽ là công nghệ được triển khai rộng rãi nhất trên thế giới.

Những phần sau sẽ thảo luận cụ thể hơn về những điểm này.

#### 6.3.1. Chi phí thấp hơn

Chi phí của một mã vạch là gần bằng không, trong khi chi phí của một thẻ RFID là khoảng 20 ¢ hoặc nhiều hơn đối với thẻ UHF khi đặt hàng với số lượng lớn. Ngoài ra, một mức giá trung bình cho một đầu đọc mã vạch cầm tay là thấp hơn \$ 400; chi phí cho một đầu đọc cầm tay RFID là hơn \$ 800 cho đầu đọc UHF. Tương tự như vậy, đầu đọc mã vạch tĩnh có chi phí trung bình thấp hơn 700 \$, trong khi đầu đọc RFID hiện đang có giá cao hơn 900\$ (đầu đọc UHF). Đối với đầu đọc 13,56 MHz, thì loại cầm tay và loại tĩnh thì nói chung là thấp hơn so với đầu đọc UHF, nhưng thẻ 13,56 MHz thường đắt hơn các thẻ UHF. Đối với RFID, ngoài đầu đọc thì phần cứng thêm vào như anten cũng rất cần thiết. Chi phí của một anten RFID (cả loại thẳng và tròn) thông thường vào khoảng từ 150 \$ đến 500 \$. Cũng có nhiều anten khác đắt tiền hơn. Chi phí của một đầu đọc RFID và các anten (thông thường hai anten cho mỗi đầu đọc) khiến cho sự chênh lệch giá cả giữa mã vạch và RFID tăng lên. Mặt khác, một đầu đọc mã vạch tĩnh có chất lượng cao, khoảng cách xa (khoảng



15-20 feet) có thể có chi phí hàng ngàn \$ (cao hơn 5,000\$ không phải hiếm). Đối với đầu đọc mã vạch cầm tay chất lượng cao, chi phí có thể cao hơn 4,000\$. Những giá này cao hơn hầu hết các đầu đọc RFID có bán trên thị trường ngay cả khi tính luôn chi phí cho anten (hai anten cho mỗi đầu đọc). Tuy nhiên, những đầu đọc mã vạch đắt tiền có thể không cần thiết cho một ứng dụng thông thường. Ngay cả khi có sự khác biệt về giá giữa đầu đọc mã vạch đắt nhất và đầu đọc RFID cùng anten rẻ nhất, thì chi phí cho các thẻ RFID (giả định rằng các thẻ không được tái chế) cuối cùng cũng sẽ vượt qua cả chi phí tiết kiệm được trước đó.

### **6.3.2. Có thể cạnh tranh về độ chính xác**

Những hệ thống mã vạch hiện hành được đặt trong hệ thống sản xuất thường có độ chính xác cao. Thông thường tỉ lệ đọc chính xác trong khoảng 90 %, và độ chính xác lên tới 98% cũng không phải là hiếm. Vì vậy, đối với những loại ứng dụng đó, RFID cũng không thể mang lại độ chính xác tăng cao thêm hơn 10%, nhưng tất nhiên, một hệ thống RFID tương đương thực sự sẽ làm việc tốt hơn. Tùy thuộc vào môi trường hoạt động và các yếu tố khác, như được loại vật liệu của đối tượng được gắn thẻ và khả năng lưu trữ thì một giải pháp RFID thực sự có thể kém hơn so với giải pháp mã vạch tương đương.

### **6.3.3. Không bị ảnh hưởng bởi loại vật liệu**

Một mã vạch có thể được đặt trên một đối tượng làm bằng hầu hết bất kỳ loại nào, bất kể đó là loại cho phép sóng RF hay cản sóng RF ứng với tần số RFID được sử dụng. Thẻ RFID có thể được đọc một cách khó khăn, nếu như chúng nằm trên kim loại và một số chất lỏng vùng tần số UHF và sóng viba. Do đó, nếu một môi trường có quá nhiều kim loại trong đó, một hệ thống RFID có thể không làm việc tốt khi hoạt động tại các tần số đó.

### **6.3.4. Không bị hạn chế bởi luật pháp quốc tế**

Công nghệ mã vạch hoạt động trên nguyên tắc quang học, trong khi công nghệ RFID hoạt động trên nguyên tắc của sóng RF. Sự khác biệt này dẫn tới những giới hạn pháp lý quan trọng đối với việc sử dụng công nghệ. Không có giới hạn quốc tế áp dụng đối với tần số của ánh sáng, nhưng có một vài sự hạn chế áp dụng đối với sóng RF. Nhiều giới hạn quốc tế khác nhau áp dụng cho vùng tần số của hệ thống RFID và năng lượng truyền của đầu đọc. Vì vậy, một hệ thống RFID được tạo ra với tần số riêng biệt ở một nước có thể sẽ không được chấp nhận ở nước khác hoặc có thể yêu cầu sửa đổi đáng kể dẫn đến có nhiều hệ thống nhưng thực chất là cùng một ứng dụng. Bởi vì RFID đang phát triển và được đón nhận ngày càng nhiều nên một số những hạn chế đó có thể biến mất nếu như các chính phủ hợp tác để nới lỏng các hạn chế về tần số và năng lượng nhằm mang lại những lợi ích từ RFID. Những đầu đọc đa tần số từ các nhà cung cấp mang lại một giải pháp lựa chọn cho vấn đề này.

### **6.3.5. Không có vấn đề xã hội**

Mã vạch không có vấn đề xã hội gắn với việc sử dụng nó bởi vì các loại mã vạch được đặt trên một mặt hàng chỉ để xác định thông tin về loại sản phẩm và cung cấp thông tin khác như giá cả theo một kiểu thống nhất chung. Do đó, một mã vạch trên một gói khoai tây chiên chỉ xác định gói đó có chứa khoai tây chiên và giá cả. Tuy nhiên, nó không xác định một gói khoai tây chiên riêng biệt nào từ những túi khoai tây chiên tương tự khác. Đó không phải là điều không thể được thực hiện bằng cách sử dụng một loại mã vạch chứa nhiều dữ liệu hơn, nhưng hiện nay người ta không làm điều đó. Việc không chứa các thông tin riêng giúp tránh những vấn đề xã hội, chẳng hạn như xâm phạm quyền riêng tư cá nhân, đó là điều hiện đang ảnh hưởng đến việc chấp nhận RFID. Việc gắn lên mặt hàng một mã vạch ngày nay đã được chấp nhận trên toàn thế giới mà không có bất kỳ sự phản đối nào, nhưng việc nỗ lực thử nghiệm sử dụng RFID là nguyên nhân gây ra những dư luận xã hội từ các nhóm bảo vệ quyền cá nhân và các nhà lập pháp. Nó có thể tạo ra một rào cản cho sự chấp nhận công nghệ RFID, chỉ đến khi pháp lý, thương mại, và lợi ích công nghệ giải quyết được cuộc tranh cãi này. (xem Chương 5, "Vấn đề bảo mật").

### **6.3.6. Công nghệ lâu đời được ứng dụng rộng rãi**

Mã vạch đã tồn tại trong 30 năm qua. Trong những năm này, công nghệ này đã trưởng thành rất nhiều. Nhiều hơn 50 tiêu chuẩn về mã vạch đang sử dụng rộng rãi ngày nay, và một số các tiêu chuẩn này (ví dụ, UPC và EAN) nhận được sự ủng hộ rộng rãi trên thế giới. Ngày nay, mã vạch có mặt trong mọi khía cạnh của nền kinh tế. Hiện nay, ước tính rằng mỗi ngày, khoảng năm tỷ mã vạch được quét. Trong thực tế, mã vạch rất phổ biến, chúng dường như trở nên quá bình thường với khách hàng và gần như giá cả của nó bằng 0, đó là dấu hiệu thành công của công nghệ này.

So với sự thành công của mã vạch, sự thành công của RFID ngày nay có thể được cho là rất hạn chế cả về mảng các loại ứng dụng hiện hành và các ứng dụng nhỏ bên trong các loại đó. Công nghệ RFID được xem là một công nghệ đang lên, và như vậy nó vẫn còn rất mới. Giá cả và đặc tính của phần cứng, sự phức tạp liên quan đến việc thiết kế một giải pháp từ vừa đến lớn, và liên quan tới việc xâm phạm quyền riêng tư từ những mặt hàng có gắn thẻ có thể trì hoãn sự phát triển phổ biến RFID trong thời gian tới đây.

Công nghệ RFID và công nghệ mã vạch kết hợp với nhau cũng không bao quát hết tất cả các ứng dụng có thể có. Cả hai đều có những nhược điểm chung sẽ được chỉ ra ở phần sau.

## 6.4. Nhược điểm của RFID và Mã vạch

Những bất lợi lớn của cả RFID và mã vạch như sau:

**Sự hiện diện của trường ngại vật.** Một đầu đọc mã vạch không thể đọc mã vạch nếu có bất kỳ chướng ngại vật giữa đầu đọc và mã vạch. Một đầu đọc RFID, phụ thuộc vào tần số hoạt động của nó và các yếu tố khác, như năng lượng và chu kỳ hoạt động, có thể không có khả năng đọc thẻ nếu có bất kỳ vật cản sóng RF, chẳng hạn như kim loại, hoặc vật liệu hấp thụ RF, như nước nằm giữa thiết bị đọc và thẻ.

**Sự hiện diện của độ ẩm.** Đối với đầu đọc mã vạch, các tia khúc xạ ánh sáng có thể là do hạt nước lơ lửng trong không khí dẫn đến biến dạng tập trung. Đối với đầu đọc RFID hoạt động tại tần số UHF và vi sóng, hạt nước lơ lửng trong không khí có thể hấp thụ năng lượng RF, kết quả là không đủ năng lượng tới thẻ để truyền dữ liệu chính xác.

**Tốc độ.** Nếu tốc độ quét của đầu đọc không bằng tốc độ chuyển động của các mã vạch, việc đọc sẽ mất đi sự chính xác, cùng với việc có thể dẫn tới việc đọc bị thất bại. Đối với đầu đọc RFID, nếu tốc độ của thẻ quá lớn thì thẻ sẽ không có đủ thời gian để nhận đủ năng lượng và truyền dữ liệu lại cho thiết bị đọc, kết quả là việc đọc mất chính xác, cùng với việc có thể dẫn tới việc đọc bị thất bại.

**Nhận diện bên ngoài.** Một mã vạch hoặc một RFID đã được đặt bên ngoài một đối tượng; chúng không phải là một phần của những đặc tính vật lý của vật thể. Do đó, nếu như một đối tượng bị dán nhãn sai hoặc là không được gắn thẻ thì việc xác định đối tượng đó sẽ rất khó khăn. Tuy nhiên, có lẽ những tính chất nội tại có thể được sử dụng để nhận diện một đối tượng. Ví dụ, một dấu vân tay hoặc việc soi vồng mạc của một người có thể nhận diện được người này mà không cần phải đặt bất kỳ một nhân tố nhận dạng bên ngoài nào như một mã vạch hoặc thẻ RFID lên người.

Bây giờ bạn đã sẵn sàng để khám phá điều mà phương tiện truyền thông vẫn thổi phồng về tiềm năng của RFID.

## 6.5. RFID sẽ sớm thay thế Mã vạch

Lời khuyên ngắn gọn là: "Hãy quên nó đi". Hãy đọc để hiểu tại sao. Đối với RFID để "sớm thay thế mã vạch" nó phải nhanh chóng vượt qua những rào cản sau đây:

- **Gắn thẻ được cho bất kỳ mặt hàng nào mà ngày nay mã vạch có thể.** Những mặt hàng này bao gồm tất cả các hàng hóa vật chất tồn tại trong nền kinh tế thế giới. Để làm điều này với chi phí chấp nhận được, phải vượt qua được bốn rào cản sau đây:

- *Phân cứng rẻ với chi phí cho thẻ thấp hơn 5¢.* Lợi nhuận của một số ngành kinh doanh là thấp và có xu hướng cạnh tranh khốc liệt. Việc trả thêm bất kỳ chi phí nào cũng có thể làm mất lợi nhuận.

- *Không có vấn đề từ người tiêu dùng.* Người tiêu dùng phải chấp nhận việc sử dụng các thẻ RFID cho mọi mặt hàng mà mã vạch ngày nay có thể.

- *Kỹ thuật tiên bộ để đáp ứng yêu cầu làm thẻ cho bất kỳ mặt hàng nào.* RFID là một công nghệ mới nổi, do đó tính năng của thẻ, đầu đọc và ăng-ten đang chịu sự thay đổi nhanh chóng. Tại thời điểm này thì những tính năng đó không đủ khả năng để có thể gắn thẻ cho tất cả các mặt hàng mà với mã vạch thì có thể.

- *Thế giới chấp nhận tần số hoạt động chung.* Khi dải băng tần số phổ biến cho hoạt động RFID được chuẩn hóa, thì việc triển khai ứng dụng RFID chắc chắn sẽ tăng tốc độ. Ngay cả khi những trở ngại trên được khắc phục thì vẫn còn một trở ngại cuối cùng sau đây, mà có thể đây là trở ngại khó khăn nhất. Đó là:

- **Thay thế một khối lượng rất lớn công việc của mã vạch .** Ngay cả khi RFID giải quyết tất cả các vấn đề trước để trở nên ngang bằng với mã vạch, thì tại sao một doanh nghiệp lại nên đầu tư tiền để thay thế một hệ thống sử dụng mã vạch vẫn đang hoạt động hiệu quả và hoàn toàn có thể chấp nhận được?

Những rào cản trên sẽ được thảo luận chi tiết trong các phần sau đây.

### **6.5.1. Làm thẻ bất kỳ hàng hóa nào mà ngày nay mã vạch có thể**

Rõ ràng, từ tình trạng “uber tag” hiện tại nếu RFID muốn đánh bại mã vạch thì nó cần phải làm thẻ cho bất kỳ hàng hóa nào mà một mã vạch có thể làm ngày nay. Vấn đề này có ba vấn đề chính: kinh tế, kỹ thuật và xã hội. Mỗi thành phần trong số ba vấn đề này phải được giải quyết trước khi RFID có thể chơi cùng sân chơi với mã vạch. Hai phần tiếp theo thảo luận về các vấn đề kinh tế và xã hội, tiếp sau hai phần đó sẽ thảo luận về vấn đề kỹ thuật.

#### **6.5.1.1. Phân cứng rẻ với phí ít cho thẻ thấp hơn 5¢**

Để thành công ngang bằng với mã vạch, thẻ RFID cần phải được hiệu quả về chi phí. Ngày nay chi phí sản xuất một mã vạch gần như miễn phí, nhưng chi phí cho một thẻ RFID là rất đắt, khi nó đang hướng tới việc gắn thẻ cho các mặt hàng giá trị thấp mang lại lợi nhuận thấp. Các nhà sản xuất và nhà bán lẻ muốn tối đa hóa lợi nhuận của họ và bất kỳ việc thêm chi phí mà không giúp tăng lợi nhuận thì họ hầu như luôn luôn bác bỏ. Như vậy, cho một hàng hóa mà lợi nhuận là 10¢ thì nó không thể gắn một thẻ UHF RFID 20¢, trong khi đây là giá trung bình của một thẻ UHF RFID khi mua khối lượng lớn. Kết quả là, các

thẻ phải có giá trở nên rẻ nhất có thể. Hiện nay dường như có một sự nhất trí chung đó là đối với những mặt hàng bán lẻ có gắn thẻ thì giá của một thẻ phải giảm dưới 5¢ và đối với những mặt hàng khác nhau, thì giá cũng phải thấp hơn 1¢. Đồng thời, giá của đầu đọc RFID và anten cũng phải giảm xuống dưới 100 \$. Xét tới quá trình sản xuất và chi phí cho sản xuất phần cứng RFID hiện nay thì đó là những yêu cầu cao. Ví dụ, để sản xuất một thẻ RFID cần phải tiến hành một số bước khác nhau, mỗi bước sẽ thêm một chi phí cố định vào chi phí sản xuất và làm tăng tổng chi làm thẻ (xem phụ lục B, "Tổng quan quá trình sản xuất"). Chi phí thẻ có thể được giảm xuống bằng một trong hai cách. Chọn lựa đầu tiên là loại bỏ một số bước sản xuất, kết quả là có nhiều thẻ khiếm khuyết hơn (nhưng rẻ hơn và có thể hoặc không thẻ được các doanh nghiệp chấp thuận). Chọn lựa thứ hai đó là cải tiến một quy trình sản xuất mới với việc củng cố một số bước, vì thế làm giảm chi phí trong khi vẫn đảm bảo chất lượng thẻ hay thậm chí nâng cao nó. Lựa chọn thứ hai dường như là hứa hẹn nhất. Khi nào thẻ 5¢ và 1¢ xuất hiện trên thị trường? Các ngành công nghiệp suy đoán rằng khoảng 5-10 năm nữa các thẻ đó sẽ được thương mại hóa.

Chi phí thẻ không tạo nên sự kích thích kinh doanh cho các nhà sản xuất. Ví dụ để xây dựng một nhà máy sản xuất 200.000.000\$ làm 1.000.000.000 thẻ với giá mỗi thẻ 1¢ thì sẽ mất 20 năm để nhận được lợi tức đầu tư (ROI), giả sử lạm phát là 0! Khi nào đầu đọc và anten có giá dưới 100 \$ sẽ xuất hiện trên thị trường? Hiện không có sự dự báo nào cho những đầu đọc và anten đó. Mặc dù có những tiến bộ nhanh chóng nhưng có vẻ như vẫn ưu ái khi dự đoán rằng phải mất ít nhất 3-5 năm thì những đầu đọc và anten đó mới được thương mại hóa. Tuy nhiên không chỉ các thiết bị đọc và ăng-ten mà giá của thẻ cũng phải giảm xuống đến một mức độ chấp nhận được. Vì vậy, có vẻ như là RFID vẫn cần khoảng 5-10 năm để có thể ngang bằng với mã vạch về khía cạnh chi phí.

#### **6.5.1.2. Không có vấn đề từ người tiêu dùng**

Các cuộc tranh luận đang diễn ra hiện nay, sự phản đối của các nhóm bảo quyền cá nhân, và nỗ lực của các nhà lập pháp để áp đặt các quy định pháp lý dường như chỉ vừa mới bắt đầu hình thành có liên quan đến việc sử dụng RFID đối với những mặt hàng có liên quan đến quyền riêng tư của khách hàng. Trong tương lai gần dường như sẽ khó có được một sự đồng thuận giữa những người ủng hộ công nghệ và những người ủng hộ quyền riêng tư. Nó có thể là vài năm trước khi đạt được một quyết định cuối cùng nào đó; đến lúc đó những mặt hàng tiêu dùng gắn thẻ RFID cũng chỉ mới tham gia một số lượng ít. Vì vậy, cho dù công nghệ có thể cung cấp đủ các thẻ giá rẻ cho các mặt hàng cá nhân sau 5 năm kể từ bây giờ, thì thực tế cũng không cho thấy rằng việc **item-level tagging** sẽ thực sự được đưa vào thực hiện tại thời điểm đó.

Bởi vì các quy định và tiêu chuẩn mà có thể áp dụng cho RFID trong tương lai, RFID có thể chỉ được sử dụng chỉ để gắn thẻ lên một số loại mặt hàng nào đó, và mã vạch sẽ

được sử dụng để gắn lên các loại mặt hàng còn lại. RFID sau đó sẽ thua trong trận chiến với mã vạch.

### **6.5.1.3. Kỹ thuật tiên bộ để đáp ứng yêu cầu làm thẻ cho bất kỳ hàng hóa nào**

RFID là công nghệ vẫn còn rất mới để có thể đi tới việc gắn thẻ cho các loại mặt hàng khác nhau. Các đặc tính đối với RF của một mặt hàng, đặc tính vật lý của nó (như hình dạng), môi trường hoạt động v.v tất cả đều có ảnh hưởng quan trọng tới kích thước và thuộc tính của thẻ. Cần thiết phải có một mảng rộng các loại thẻ với các đặc tính khác nhau để đáp ứng các yêu cầu này. Việc này đang tiến hành với những tiến bộ nhanh chóng, nhưng ngay cả khi đạt tới trình độ trưởng thành thì công nghệ làm thẻ vẫn còn khá xa (trên thực tế phải mất 10 năm hoặc hơn).

Tuy nhiên, công nghệ mã vạch và tỷ lệ được ủng hộ của nó sẽ không đứng im trong 5-10 năm tới. Ví dụ, tổ chức UCC đã thông qua chương trình Sunrise 2005 vào năm 1997 để giao nhiệm vụ vào ngày 01 tháng 01 năm 2005, tất cả các doanh nghiệp Hoa Kỳ và Canada ngoài những ký tự UPC với 12 con số thì phải có khả năng tiến hành và quét được mã EAN-8 và EAN-13 tại các điểm bán hàng. Chương trình này là nhằm thúc đẩy thương mại toàn cầu và tạo điều kiện thương mại hiệu quả. Trong khi không phải mọi công ty tại Mỹ và Canada đều hoàn thành nhiệm vụ này thì nó vẫn cho thấy rằng ngành công nghiệp mã vạch rất năng động và sáng tạo.

### **6.5.1.4. Thế giới chấp nhận tần số hoạt động chung**

Một tiêu chuẩn phổ biến trên toàn thế giới phổ biến về tần số RFID (chỉ riêng với tần số UHF) sẽ thể hiện vai trò như một người chấp thuận cho sự chấp nhận đối với công nghệ. Với điều này, một hệ thống RFID đơn lẻ thực hiện một ứng dụng kinh doanh đặc biệt có thể được triển khai trên toàn thế giới mà không có bất kỳ sự thay đổi về chi phí nào để phù hợp với quy định của từng quốc gia cụ thể. Sự tiêu chuẩn hóa này sẽ làm giảm những nỗ lực bảo vệ các giải pháp và có thể cho phép các giải pháp được tiêu chuẩn hóa cho một ứng dụng cụ thể. Những giải pháp RFID, mà có thể được mua ở hầu hết mọi giá sách và được đưa vào sử dụng ở bất kỳ nơi nào trên thế giới sẽ có vai trò như một yếu tố kích thích tác mạnh mẽ sự chấp nhận công nghệ. Lưu ý rằng để vượt qua vấn đề này thì việc các nhà cung cấp đưa ra những đầu đọc có thể hoạt động với nhiều tần số khác nhau có thể mang lại một giải pháp cho vấn đề này.

Tuy nhiên, giả sử có được sự chấp nhận phổ biến trên toàn thế giới thì cũng phải vài năm nữa. 10 năm có thể là không đủ cho mục đích này bởi vì công nghệ này cần phải được trưởng thành đủ để thuyết phục các chính phủ trên thế giới nỗ lực đầu tư các nguồn lực vào nó.

## 6.5.2. Thay thế một khối lượng lớn công việc của mã vạch

Đến bây giờ, chương này đã thảo luận làm thế nào công nghệ RFID có thể vượt qua những rào cản để được chấp nhận. Giả sử RFID làm được điều đó thì đó là một giả định rất lớn, điều gì đảm bảo nó sẽ thay thế mã vạch? Vâng, không gì cả! Lý do chủ yếu là sẽ tiết kiệm được gì khi thay thế hoàn toàn các giải pháp mã vạch đang được sử dụng rất rộng rãi trong các doanh nghiệp lớn, vừa và nhỏ bằng RFID? Khi hàng hóa di chuyển từ các nhà sản xuất lớn đến các nhà bán lẻ, các doanh nghiệp nhỏ, thì cơ hội đạt được lợi suất lớn dường như là xa vời, bởi vì khối lượng hàng hoá buôn bán thực chất cũng làm giảm lãi suất. Ngoài ra, chi phí thực hiện và duy trì một hệ thống RFID phải là ít hơn chi phí bảo trì các hệ thống mã vạch hiện tại trừ khi các nhà điều hành doanh nghiệp mạnh mẽ để bù đắp phần chênh lệch chi phí với việc tăng năng suất.

Từ những phân tích trong chương này, bạn có thể hiểu rằng có rất ít khả năng RFID sớm thay thế mã vạch hoàn toàn. Cả hai RFID và mã vạch sẽ cùng tồn tại như là những công nghệ bổ sung cho nhau trong tương lai. Kết luận này có thể dẫn bạn nghĩ rằng RFID không phải là một công nghệ hữu ích. Tuy nhiên đừng thất vọng, phần kế tiếp sẽ thuyết phục bạn bằng cách khác.

## 6.6. Kết luận

Một so sánh với mã vạch đã không cho thấy rằng hiện nay RFID có nhiều triển vọng giống như quảng cáo. Trong thực tế, bạn có thể ngạc nhiên rằng có hay không RFID là kẻ thất bại bởi vì nó không thể thay thế mã vạch. Đây là một quan điểm hoàn toàn không chính xác! Mặc dù nó có thể đúng về việc RFID sẽ không thay thế mã vạch, nhưng nó không phải là sự báo trước sự sụp đổ của công nghệ RFID. Tại sao? Bởi vì có cuộc sống ngoài mã vạch! Không có luật pháp nào quy định rằng RFID phải thành công trong việc thay thế mã vạch. Một số lĩnh vực mà mã vạch không thể ứng dụng là cơ hội mở rộng cho RFID. Ví dụ về các ứng dụng này bao gồm các thẻ thông minh, chống giả mạo thẻ, và các thẻ để định vị các đối tượng trong thời gian thực là những trường hợp chỉ có thể sử dụng công nghệ RFID.

Vấn đề với cuộc tranh luận về sự đối chọi giữa mã vạch và RFID không phải thực hiện bằng kỹ thuật mà bằng những lời phóng đại để chứng minh sự vượt trội của RFID. Sự đồn thổi rằng một trong những công nghệ phổ biến nhất hiện nay sẽ “sớm” bị đánh bại chỉ nhằm cố gắng tạo sự chú ý và lòng tin của mọi người đối với RFID. Tuy nhiên chỉ với những lời quảng cáo đồn thổi thì công nghệ RFID với tình trạng hiện thời của nó khó có thể đánh bại công nghệ mã vạch.

Sự so sánh của hai công nghệ trong chương này đã không ngại nêu ra một số cải tiến quan trọng mà công nghệ RFID cần. Do đó, có hai điều có thể đã xảy ra trong chương

này:Đầu tiên, bạn có thể đã thấy qua sự đồn thổi, và sự hiểu biết này có thể đã tạo ra một quan điểm tiêu cực về công nghệ; thứ hai, những trở ngại hiện nay mà RFID phải đối mặt có thể đã khiến bạn càng củng cố hơn ý nghĩ của mình về sự thất bại của công nghệ RFID.Xin chỉ để cho thực tế sẽ dẫn dắt quan điểm của bạn.

Cho dù RFID có thể thay thế mã vạch cũng không chứng minh nhiều về sự thành công hay sự sụp đổ của công nghệ.Những ứng dụng của mã vạch chỉ là một số trong những lĩnh vực mà RFID có thể được áp dụng.Trong thực tế, RFID có thể được áp dụng trong các ứng dụng hoàn toàn nằm ngoài tầm với của mã vạch.Vì vậy,hai công nghệ này có những khả năng và phạm vi ứng dụng riêng biệt.Bất cứ sự so sánh nào nhằm hạ thấp giá trị của một trong những công nghệ trên là không hợp lý.Chẳng hạn như RFID,công nghệ có thể đem lại sự phát triển của các ứng dụng mà đối với hiện nay là khó khăn hoặc thậm chí không thể. Cuối cùng,xin lưu ý rằng đã có quan điểm cho rằng những hệ thống mã vạch là một thất bại ngay từ những ngày đầu mới sinh ra vào thập niên 1970.Nhưng đến nay,công nghệ mã vạch đã đi được một chặng đường dài (để công nghệ này có thể được sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới ngày nay).Từ viễn cảnh này, hoàn toàn có thể viết rằng RFID có cơ hội để trở thành một trong những công nghệ được sử dụng rộng rãi nhất trên thế giới trong 30 năm nữa.



# Chương 7

## Chiến lược RFID

Một chiến lược RFID cung cấp một lộ trình để sử dụng công nghệ phù hợp với tầm nhìn chiến lược và mục tiêu của doanh nghiệp. Ví dụ, một doanh nghiệp mà phần đầu để được một mô hình hiệu quả có thể sử dụng RFID để sắp xếp các hoạt động của họ. RFID là một chiến lược khuyến khích mạnh mẽ cho một doanh nghiệp lớn. Một công ty nhỏ hơn cũng có thể được hưởng lợi từ chiến lược như vậy. Một chiến lược RFID cũng cho thấy mức độ quy mô mà một doanh nghiệp đã sẵn sàng để sử dụng RFID trong chính doanh nghiệp đó.

Một chiến lược phù hợp cho tất cả nói chung là không thể, điều đó có nghĩa rằng các doanh nghiệp phải tạo ra một chiến lược RFID độc đáo của riêng mình, xác định cách mà RFID có thể tạo ra giá trị để phù hợp với đường lối chiến lược của doanh nghiệp, các yếu tố tác động bên ngoài như là yêu cầu về RFID từ hội nghị khách hàng, tất cả trong phạm vi chi phí/mức độ rủi ro chấp nhận được và v.v. Phần sau đây sẽ xem xét các lợi ích của một chiến lược đơn giản. Sau đó chương này cung cấp một số ví dụ về đường lối chiến lược cấp cao

### 7.1. Tại sao phải làm chiến lược RFID?

Đừng nhầm lẫn việc tạo ra một chiến lược RFID (trong bối cảnh của một doanh nghiệp lớn) là một quá trình đại trà không cần thiết mà khiến bạn bỏ qua nó để tập trung ngay vào việc thi hành một cách quá phần khích. Việc tiến hành nhảy bước như vậy mặc dù có thể được coi là thành công trong con mắt của những người thực hiện, nhưng rốt cuộc có thể được xem như là một thất bại, hoặc thậm chí không thể ứng dụng bởi những người, những bộ phận khác của doanh nghiệp. Quá trình thi hành về sau có sử dụng công nghệ có thể bị điều tra/phản đối, dẫn đến thất vọng và làm nản lòng đối với những người ủng hộ công nghệ. Bạn có thể tránh những tình huống này bằng cách đảm bảo đầu tư từ trên xuống dưới, và một chiến lược RFID toàn diện có thể tạo ra những thuận lợi giống như tạo điều kiện cho việc đưa ra một giải pháp tầm cỡ.

Tóm lại, những lý do cơ bản để thiết lập một chiến lược RFID bao gồm:

- Để xác định các tác động khác nhau của công nghệ RFID
- Để đảm bảo sự hiểu biết cơ bản và đầu tư từ ban quản lý cấp cao

- Hình thành một kế hoạch tổng thể cấp cao mà từ đó việc thuyết phục kinh doanh, các chiến lược triển khai và các chính sách khác có thể đạt được
- Để đảm bảo hỗ trợ qua lại

Những phần sau sẽ xem xét những lý do này cụ thể.

### **7.1.1. Xác định các tác động khác nhau của công nghệ RFID**

RFID là một công cụ mà các doanh nghiệp phải áp dụng một cách sáng suốt để thu được lợi ích. Nếu không, việc sử dụng các công nghệ này có thể trở nên có hại. Ví dụ, hiệu quả hoạt động có thể hạ xuống, chi phí có thể tăng lên, dẫn đến mất doanh thu, cơ hội bị bỏ lỡ, và luân chuyển khách hàng. Vì vậy, lợi nhuận của các doanh nghiệp được lợi bằng cách không sử dụng công nghệ RFID trước khi xác định cách nào và làm thế nào là tốt nhất để sử dụng nó, điều đó sẽ tác động đến các quy trình và nhân viên của họ. Khi những người ra quyết định đưa ra quyết định triển khai RFID, thì một chiến lược toàn diện cho phép họ phê chuẩn việc sử dụng nó thông qua những phân tích lý giải và kết quả thực hiện thí điểm. Vì vậy, các doanh nghiệp có thể tập trung vào các lĩnh vực thích hợp với việc kinh doanh của họ và hứa hẹn lợi tức đầu tư tối đa trong khi loại bỏ đáng kể những cách làm sai có thể tác động tiêu cực đến kinh doanh.

### **7.1.2. Đảm bảo sự hiểu biết cơ bản**

Một chiến lược RFID có thể cho thấy những lợi ích tiềm năng của việc sử dụng công nghệ ở mức độ có thể được xem xét, được phân tích và được hiểu bởi những người ra quyết định cấp cao. Nói chung, mỗi người ra quyết định đều có những ưu tiên và quan tâm đặt biệt của riêng họ. Kết quả là tính khả thi của một kế hoạch phụ thuộc vào cách mà những người này nắm bắt được về kế hoạch và hiểu được những lợi ích của nó đối với họ. Vì vậy, một chiến lược RFID nên phục vụ cho lợi ích của một tập thể rộng lớn hơn là tìm cách đáp ứng các nhu cầu của một vài người.

Cách tốt nhất để đạt được mục tiêu này là tạo ra một chiến lược phù hợp với những khả năng sẵn có và đường lối chiến lược của doanh nghiệp thay vì tập trung vào các lĩnh vực riêng biệt về lợi ích. Như một kế hoạch tổng hợp, khi được xác nhận và được hỗ trợ từ việc ra quyết định của cấp cao nhất có thể mang lại một đường lối thực hiện ít ảnh hưởng xấu tới các hoạt động chính trị nội bộ, những vấn đề về kinh phí, chậm trễ trong việc ra quyết định và triển khai. Việc thực hiện thành công một hệ thống RFID không phải là việc tầm thường, việc có những yếu tố dưới sự kiểm soát đó sẽ cho phép các nhà bảo trợ tập trung vào cung cấp giải pháp, điều đó không phải là một thành quả nhỏ trong môi trường kinh doanh. Ngoài ra, một chiến lược RFID đảm bảo rằng nếu công nghệ này đáp ứng sự mong đợi về lợi ích, thì kết quả là nó sẽ được đồng hóa vào các bộ phận khác của doanh nghiệp.

### 7.1.3. Hình thành một kế hoạch tổng thể cấp cao

Một chiến lược RFID có thể điều khiển các hoạt động tiếp theo sau như là:

- Ước đoán được lợi ích của công nghệ
- Ước đoán được chi phí thực hiện
- Tạo ra một chiến lược triển khai

Kết quả của một số trong các hoạt động này có thể cung cấp thêm bằng chứng để xác nhận tính khách quan của chiến lược. Thật vậy, chiến lược cần phải được xác nhận một cách định kỳ từ những kết quả của sự nỗ lực thực hiện. Việc xác nhận như vậy có thể giúp người đề xuất sáng kiến tranh thủ được sự tín nhiệm và có thể tăng cường việc sử dụng RFID trong doanh nghiệp.

### 7.1.4. Đảm bảo sự hỗ trợ qua lại

Doanh nghiệp có nhiều mối quan hệ điển hình liên quan đến một số khu vực chức năng của doanh nghiệp. Ví dụ, sự thâm hụt thường xuyên sẽ liên quan đến việc đặt hàng, an ninh, kho bãi và hậu cần vận tải v.v. Nếu RFID được sử dụng để giải quyết một vấn đề như vậy thì một quyết định về việc sử dụng nó có thể sẽ đòi hỏi phải đầu tư vào tất cả các bên liên quan, thông thường từ các cấp quản lý cao. Do đó, hỗ trợ qua lại là một yếu tố rất quan trọng cho sự thành công khi triển khai RFID để giải quyết một vấn đề kinh doanh. Sự hỗ trợ này thường bao gồm sự phân bổ nguồn lực, xác định các yếu tố thích hợp, việc thiết kế và thực hiện các thành phần giải pháp để giải quyết các yếu tố, sự tập hợp các thành phần giải pháp để cung cấp một giải pháp RFID tổng thể, việc thay đổi quy trình và đào tạo. Việc đầu tư của ban quản lý cấp trên cho một chiến lược RFID nhằm mục đích loại trừ những vấn đề hoặc cải thiện hiệu quả kinh doanh, có thể hoạt động như một chất xúc tác mạnh mẽ để thúc đẩy như hỗ trợ và hợp tác liên ngành.

Phần sau đây sẽ thảo luận về một số hướng dẫn về chiến lược RFID cấp cao.

## 7.2. Nguyên tắc chiến lược

Danh sách các nguyên tắc chiến lược sau đây không bao quát tất cả các khía cạnh và chỉ có mục đích cung cấp thông tin:

- Tăng cường an ninh
- Tăng hiệu quả hoạt động
- Cho phép nâng cao thương hiệu chất lượng

Rõ ràng, những hướng dẫn chiến lược là khá rộng. Một doanh nghiệp có thể chọn một trong các nguyên tắc này và tùy chỉnh nó tùy thuộc vào những khả năng cốt lõi của nó và mục tiêu chiến lược. Những nguyên tắc này không loại trừ lẫn nhau; có nghĩa là, việc lựa chọn một trong những nguyên tắc đó không nhất thiết phải loại trừ nguyên tắc khác. Điều này đặc biệt đúng với nguyên tắc đầu tiên trong danh sách. Những phần sau sẽ cung cấp các ví dụ về cách bạn có thể tùy chỉnh các nguyên tắc này. Chương 4 cung cấp chi tiết thêm về các ứng dụng RFID cụ thể được nêu trong các ví dụ sau đây.

### 7.2.1. Tăng cường an ninh

An ninh có lẽ là điều cần phải cải thiện nhiều nhất trong bất kỳ doanh nghiệp nào, nhưng nó thường không nhận được sự quan tâm và đầu tư đúng mức, nói chung bởi vì có lẽ tăng cường an ninh là khâu ưu tiên cuối cùng của công ty. Những người ra quyết định thường trì hoãn hoặc hoàn toàn bỏ qua vấn đề an ninh khi đối diện với các nhu cầu của các phần việc khác trong doanh nghiệp. Vấn đề an ninh cũng có nhiều khía cạnh, ví dụ các biểu hiện và phương thức trộm cắp có thể rất khác nhau. Khi phải đối mặt với vô số các khả năng có thể xảy ra và vấn đề chi phí thì một công ty có thể thất vọng và cho rằng an ninh là một việc làm vô ích trong doanh nghiệp. RFID có thể cung cấp một giải pháp công nghệ duy nhất để đối phó với nhiều hình thức trộm cắp hàng hóa. Và có lẽ trên thực tế, những việc trộm cắp có ảnh hưởng trực tiếp đến doanh thu tại khâu cuối cùng của một công ty. Hãy xem xét những điều sau đây.

Hao hụt được cho là một vấn đề đáng kể cho các nhà sản xuất, nhà phân phối, và các nhà bán lẻ. Hàng năm, hàng tỷ đôla doanh thu tiềm năng đang bị mất do hao hụt. Một phần của gánh nặng này được đặt lên vai khách hàng thông qua giá cao hơn. Hiện các quy trình chống hao hụt hoặc là không tồn tại hoặc không đủ để phát hiện và truy tố thủ phạm. RFID có thể cung cấp mặt hàng có khả năng theo dõi và quản lý. Kết hợp với các biện pháp an ninh khác, chẳng hạn như RFID cho phép kiểm soát ra vào, RFID theo dõi hàng hóa cho phép một doanh nghiệp biết những hàng hóa này đã truy cập bởi ai và khi nào. Ngoài ra, RFID có thể chống lại hành vi cố gắng trộm cắp một cách hiệu quả bằng việc kích hoạt báo động thời gian thực, khóa cửa ra vào, và kích hoạt hình ảnh theo dõi của kẻ tình nghi và hàng hóa đang bị đánh cắp.

Hàng giả là một mối quan tâm an ninh khác ảnh hưởng đến nhiều doanh nghiệp trên toàn thế giới. Bên cạnh đó tổn thất tài chính, hàng giả có thể gây tổn hại cho người sử dụng (ví dụ, dược phẩm giả mạo) và có thể làm giảm uy tín thương hiệu (so với những thương hiệu khác). RFID có thể cung cấp một dấu hiệu điện tử duy nhất cho một mặt hàng mà có thể được dùng để xác định tính xác thực của mặt hàng và cung cấp rất nhiều thông tin khác như ngày sản xuất, điểm đến v.v. Thông tin này cũng có thể được sử dụng để xác định xem mặt hàng đó có bị làm giả hay không.

Trách nhiệm pháp lý của doanh nghiệp là một mối quan tâm lớn và có thể phát sinh từ nguyên nhân khác nhau (ví dụ, xử lý sai các chất độc hại, sự hiện diện của vi khuẩn có hại trong các mặt hàng thực phẩm như thịt, hoặc hàng hóa bị lỗi như lốp ô tô). Khi vấn đề trách nhiệm pháp lý của doanh nghiệp xuất hiện thì nó là cần thiết để theo dõi các hàng hóa riêng biệt. RFID cho phép các công ty làm điều đó bằng cách chỉ nhận dạng duy nhất những hàng hóa có liên quan tới một sự cố đặc biệt để các công ty có thể xử lý phù hợp. Ví dụ, trong trường hợp lốp xe ô tô bị lỗi, nhà sản xuất chỉ chọn lọc và thu hồi lại những chiếc lốp được cho là có lỗi, thay vì thu hồi tất cả lốp xe.

An ninh quốc gia là một mối quan tâm cực kỳ quan trọng đòi hỏi sự tham gia không chỉ từ chính phủ mà còn từ cộng đồng các doanh nghiệp. Kẻ khủng bố có thể sử dụng các mặt hàng như chất độc hại, container vận chuyển, và các tài nguyên như nước uống, để khởi động các cuộc tấn công chống lại một quốc gia. RFID có thể mang lại sự giám sát thời gian thực hiệu quả và khả năng báo động để ngăn chặn các loại phá hoại. Một doanh nghiệp ngoài việc xem xét các hoạt động của nó, các đối thủ cạnh tranh, và mối liên kết với chính phủ, thì nên điều tra xem liệu nó có thể sử dụng phương thức nào để xâm phạm an ninh quốc gia và sau đó có biện pháp đối phó thích hợp. RFID có thể cung cấp giải pháp để thực hiện một loạt các biện pháp an ninh.

### **7.2.2. Tăng hiệu quả hoạt động**

Các doanh nghiệp có thể sử dụng RFID để tăng hiệu quả trong sản xuất, dây chuyền cung ứng, và các loại hoạt động chẳng hạn như hậu cần nội bộ. Tuy nhiên, lưu ý rằng bất kỳ hoạt động đang xét ở đây đều là quá trình trung tâm. Vì vậy, một công nghệ như RFID chỉ có thể mang lại lợi ích hạn chế nếu như bản thân quá trình không chịu thay đổi.

Trong sản xuất, các doanh nghiệp có thể sử dụng RFID để xác định khâu sản xuất bị trì trệ, tùy chỉnh một cách chính xác các sản phẩm, và thực hiện các biện pháp kiểm soát chất lượng v.v, từ đó có thể dẫn đến việc tăng năng suất một cách đáng kể và tối ưu hóa các quy trình sản xuất.

RFID hiện đang nhận được sự chú ý rất lớn trong các hoạt động của dây chuyền cung ứng. Tuy nhiên, như đã đề cập trước đây, nó là quá trình cuối cùng cần phải được sửa đổi để thu được lợi ích tối đa từ công nghệ. Vì vậy, một dây chuyền cung ứng chi phối bởi nhu cầu sản xuất gần với thời gian thực có thể mất vài năm để xây dựng và đòi hỏi phải có sự cộng tác của các nhà sản xuất, nhà phân phối, và các nhà bán lẻ. RFID có thể chứng tỏ nó là một công cụ rất hữu ích để tận dụng lợi thế của sự hợp tác này và các quá trình tổng hợp là kết quả từ sự hợp tác đó. Tuy nhiên, một doanh nghiệp không cần phải được tối ưu hóa tới mức độ này để nhận được lợi thế từ RFID. Ví dụ, ngày nay RFID có thể tự động vận chuyển và thu hồi, giảm lượng hàng tồn kho và loại bỏ lao động thủ công.

Các doanh nghiệp có thể sử dụng RFID để tăng hiệu quả hoạt động nội bộ của họ. Ví dụ, RFID có thể tạo điều kiện thuận lợi cho đăng ký và kiểm tra các mặt hàng cho thuê và nhẹ nhàng hơn trong việc ghi các biểu mẫu và ghi chú bằng cách sử dụng một thẻ nhận dạng duy nhất cho một mặt hàng. Điều này cũng có thể loại bỏ các thẻ/nhãn nhận dạng phức tạp có thể được sử dụng ngày nay để xác định một mặt hàng.

### **7.2.3. Cho phép nâng cao thương hiệu chất lượng**

Trong môi trường kinh doanh cạnh tranh khốc liệt ngày nay, các công ty không ngừng tìm kiếm những cách thức để tạo ra sự khác biệt giữa thương hiệu và sản phẩm của mình đối với các thủ cạnh tranh. Ví dụ, một số công ty cung cấp dịch vụ khách hàng tốt hơn; những công ty khác lại cung cấp những sản phẩm mới hữu dụng và dịch vụ kèm theo. RFID tiêu biểu cho một cách khác để các doanh nghiệp nâng cao thương hiệu chất lượng của họ.

Các doanh nghiệp có thể sử dụng RFID để cung cấp cho khách hàng các thông tin theo yêu cầu. Ví dụ, một hàng hóa được gắn thẻ chẳng hạn như một chai rượu vang, có thể cung cấp thông tin về địa điểm, ngày sản xuất và thành phần của sản phẩm. Những loại thực phẩm có thể dùng chung với loại rượu vang này cũng có thể được bao gồm trong thông tin trên. Như vậy, người mua biết được chất lượng của sản phẩm và hơn nữa còn giúp bán thêm các loại sản phẩm khác (ví dụ, các sản phẩm như các loại thực phẩm được đề nghị). Ngoài ra, các nhà bán lẻ có thể chia sẻ thông tin về doanh số bán các loại rượu vang đặc biệt với nhà phân phối và nhà sản xuất để họ có thể tất điều chỉnh để đáp ứng tốt hơn nhu cầu.

Ứng dụng RFID là gần như vô hạn, chỉ hạn chế bởi khả năng sáng tạo của con người. Một doanh nghiệp có thể tiếp cận những cách sáng tạo để cung cấp các sản phẩm hoặc dịch vụ mới có thể mang lại cho nó một lợi thế cạnh tranh so với các công ty tương tự khác trên thị trường. Ví dụ, một doanh nghiệp có thể đảm bảo rằng các sản phẩm của họ đáp ứng được các tiêu chuẩn chất lượng (ISO 2000, các tiêu chuẩn của cơ quan phê duyệt Chính phủ v.v). Chính những khách hàng đang sử dụng (hoặc xem xét sử dụng) công nghệ RFID cũng có thể bị thu hút từ các công ty cũng đang triển khai RFID.

### **7.3. Từ chiến lược RFID tới triển khai.**

Một chiến lược RFID mang tính sáng tạo phục vụ như một bản lộ trình chỉ dẫn hiệu quả trong việc đưa công nghệ RFID vào áp dụng thực tế. Một doanh nghiệp thông qua lộ trình này để triển khai một chiến lược RFID như thế nào? Phần tiếp theo sẽ trả lời câu hỏi này.

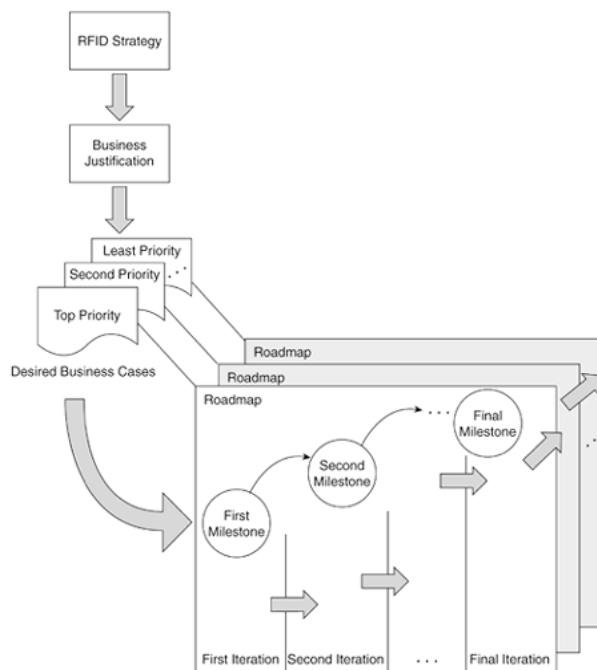
Đội ngũ điều chỉnh kinh doanh có thể sử dụng lộ trình chỉ dẫn này để xác định những lĩnh vực cụ thể mà công nghệ có thể cung cấp lợi ích một cách nhanh chóng (xem Chương 8 “Thuyết phục kinh doanh RFID”).Đội ngũ này sử dụng các lộ trình và các công đoạn xử lý thích hợp để vạch kế hoạch cho bước đầu tiên của quá trình thực hiện giải pháp công nghệ.Chỉ nên lựa chọn một công đoạn xử lý thích hợp nhất cho bước đầu tiên này.Bởi vì RFID là công nghệ mới nổi do đó bạn nên lựa chọn những “công đoạn xử lý” tối ưu và sử dụng chúng trong những cuộc kiểm tra khắt khe nhằm xác thực lợi ích mà chúng có thể mang lại.Việc phiêu lưu với những lựa chọn đa chức năng sẽ làm phân tán sự tập trung cũng như phân tán nguồn lực của doanh nghiệp.

Bước thực hiện đầu tiên của “công đoạn xử lý” là tạo ra một hình thức thí điểm vượt ra khỏi phạm vi của mô hình mẫu.Hình thức thí điểm này cũng đại diện cho cột mốc đầu tiên trong lộ trình của một công đoạn xử lý. Việc thiết kế và thực hiện thí điểm này nên được hoàn tất (Xem Chương 9 “Thiết kế và thực thi một giải pháp RFID”) trong một thời gian cụ thể (không nên quá ngắn hay quá dài).Các thí điểm sẽ có xu hướng chiếm một giai đoạn ngắn,kéo dài khoảng tám tuần hay hơn nữa.Tuy nhiên,căn cứ vào mục tiêu và tính phức tạp,các thí điểm này có thể yêu cầu một khung thời gian dài hơn cho công việc thiết kế và thực thi.Sau khi những thực nghiệm thí điểm được thực thi, lợi ích thật sự của nó phải được đo lường và so sánh với các công đoạn xử lý.Với thông tin này trong tay, sẽ dễ dàng tinh chỉnh công đoạn xử lý đúng theo mong đợi trong thực tế .Kinh nghiệm có được từ việc thiết kế và thực hiện thí điểm sẽ là cơ sở vững chắc để thực hiện các bước tiếp theo trong lộ trình.Việc thực thi thành công bước này, và mỗi bước tiếp theo, sẽ đóng vai trò nền tảng trong việc xây dựng các nấc thang tiếp theo của giải pháp.

Toàn thể một công đoạn xử lý vì thế được xây dựng theo từng bước nối tiếp nhau chứ không phải là được hoàn thiện một lần.Có hai lý do để giải thích điều này. Trước hết là, đối với mỗi bước lặp,rủi ro trong thực thi và triển khai,chi phí và độ phức tạp được kiểm soát.Thứ hai là sự ảnh hưởng của giải pháp lên quy trình hoạt động hiện có được giới hạn ở một bước cụ thể. Vì thế, các yếu tố này có thể được kiểm soát và can thiệp đúng phương pháp.Ngoài ra,trong trường hợp bất khả kháng khi mà hệ thống RFID tỏ ra không hữu ích đến nỗi phải bị loại bỏ thì các doanh nghiệp có thể làm việc này với một chi phí ít nhất mà vẫn có thể hạn chế ảnh hưởng đến quy trình kinh doanh hiện có.

Sau khi công đoạn xử lý ở cấp độ ưu tiên cao nhất được thi hành,công đoạn xử lý có cấp độ ưu tiên cao tiếp theo cũng được thi hành theo cách tương tự.Bạn phải lặp lại quá trình này cho đến khi bạn thiết lập xong toàn bộ các công đoạn sản xuất theo yêu cầu.Hình 7.1 thể hiện một lưu đồ hoàn thiện.

Hình 7.1.Lưu đồ Từ chiến lược RFID tới chiến lược triển khai.



#### 7.4. Kết luận:

Một chiến lược RFID có thể cung cấp cho một doanh nghiệp lớn một kế hoạch đầy tham vọng mà có thể điều chỉnh cả mục tiêu lẫn chiến lược kinh doanh. Khi được đề ra ở cấp độ này, một chiến lược RFID cung cấp các tiện ích to lớn cho những ai hứng thú, và tạo điều kiện để giới quản lý giàu kinh nghiệm đầu tư vào. Bạn nên có một chiến lược cụ thể trước khi thử triển khai công nghệ RFID. Bạn có thể sử dụng chiến lược RFID để điều chỉnh kế hoạch hành động trong việc thực thi, triển khai chính sách về RFID cho một công ty.

Chương này cung cấp một vài nguyên tắc chung cũng như các ví dụ để giới thiệu tới bạn các nhân tố cấu thành một chiến lược RFID. Một doanh nghiệp có thể lựa chọn nhiều nguyên tắc và điều chỉnh chiến lược của mình căn cứ vào khả năng cốt lõi và tầm nhìn chiến lược.



## Tạo sự biện giải kinh doanh đối với RFID

Biện giải kinh doanh được khuyến nghị mạnh mẽ trước khi triển khai RFID trong một doanh nghiệp bởi vì nó cho phép bạn đạt được các mục tiêu cơ bản sau đây:

- **Cung cấp dữ liệu khách quan về lợi ích của RFID.** Dữ liệu khách quan cho phép bạn xác định xem liệu có nên sử dụng công nghệ này hay không. Thực vậy, nếu RFID cho thấy những lợi ích đáng kể thì dữ liệu khách quan có thể đẩy nhanh sự chấp nhận và sử dụng RFID trong kinh doanh. Việc biện giải trong kinh doanh cũng sẽ tạo nên khả năng hiện thực của công nghệ.
- **Tối đa hóa lợi tức đầu tư (ROI).** Thông qua một phân tích cẩn thận những trường hợp kinh doanh, bạn có thể xác định lợi nhuận và những nguồn lực cần thiết để thực hiện một giải pháp RFID. Bạn có thể lựa chọn các lĩnh vực mang lại ROI lớn nhất giống như ứng cử viên tiềm năng cho việc sử dụng RFID.

Ngay cả khi các doanh nghiệp đã nhận được một sự chuyển giao về RFID từ khách hàng hay đối tác kinh doanh thì vẫn cần phải biện giải cho việc sử dụng công nghệ này. Sau khi đạt được những mục đích liệt kê ở đây, thì việc RFID được ứng dụng ở đâu và như thế nào sẽ trở nên rõ ràng. Việc thiết kế và thực hiện các giải pháp RFID phù hợp có thể tiến hành sau đó. Tóm lại, thực hiện thành công các mục tiêu này sẽ thiết lập một nền tảng vững chắc cho sự chấp thuận và thực hiện công nghệ RFID.

Nói chung, bạn không thể xác định một cách chính xác ROI chỉ bằng việc giả định tạo ra một mức lợi nhuận cao. Ví dụ nếu cắt giảm một phần nhỏ của tài khoản kinh doanh với trung bình là 20% doanh thu thì một doanh nghiệp có thể là không dám chắc rằng RFID sẽ tiết kiệm cho họ 20% chi phí. Thứ nhất, hao hụt thực tế của doanh nghiệp đó có thể là lớn hơn hoặc thấp hơn con số này. Thứ hai, giới thiệu một giải pháp RFID đặc biệt trong một môi trường kinh doanh sẽ tác động mạnh đến hoạt động và quá trình kinh doanh. Do đó, con số lợi nhuận cuối cùng có lẽ không được chỉ rõ. Yếu tố quan trọng này cho thấy là một giải pháp RFID có thể không được thiết kế trong không gian kỹ thuật, hơn nữa việc tác động và phân tích kinh doanh phải được thực hiện

Một hệ thống RFID là một công nghệ thu thập dữ liệu. Sau khi thu thập dữ liệu, bạn phải giải quyết câu hỏi cơ bản là sử dụng dữ liệu này như thế nào. Câu trả lời nằm ở việc phân chia lại các quá trình kinh doanh để bạn có thể rút ra lợi thế tối đa từ những dữ liệu có

sẵn. Vì vậy, thay đổi quy trình kinh doanh sẽ mang lại những lợi ích tối đa trong việc sử dụng công nghệ RFID. Để bạn tìm hiểu làm thế nào để xác định lợi nhuận một cách thực tế thì sách này sử dụng cách tiếp cận từ dưới lên trên. Trong phương pháp này, sự thay đổi quá trình kinh doanh đối với việc sử dụng RFID được xác định trước, và sau đó tác động của những thay đổi này được phân tích và lợi nhuận được xác định như là kết quả của sự phân tích này. Phương pháp này có thể mang lại sự xác định ROI chính xác và vì thế thực tế rất kỳ vọng đối với việc sử dụng công nghệ này.

Chương này cung cấp một sự hướng dẫn thiết thực để tìm hiểu và phân tích các biến pháp RFID tham gia vào việc tạo ra những biện giải kinh doanh. Chương này sẽ giúp bạn tránh được nhiều lỗi thường gặp khi xác định sự biện giải kinh doanh trong giải pháp kinh doanh RFID của bạn.

Các phương pháp biện giải kinh doanh được thảo luận ở dưới đây bao gồm 5 bước sau đây:

1. Hình thành đội ngũ biện giải kinh doanh
2. Xác định các lĩnh vực ứng dụng tiềm năng
3. Xây dựng các cơ sở kinh doanh
4. Xác định những điều cần ưu tiên trước nhất
5. Xác định đường lối

Trước khi đi vào một cuộc thảo luận về biện giải kinh doanh, bạn cần phải hiểu một loại ứng dụng quan trọng của RFID được gọi là Slap-and-Ship, nó đại diện cho hầu hết các loại ứng dụng phổ biến nhất hiện đang thực hiện bởi các doanh nghiệp để đáp ứng các nhiệm vụ RFID của họ.

### **Chú ý**

Chương này giả thiết rằng bạn đã thành thạo trong việc phân tích về quy trình kinh doanh chung cho cả hệ thống như cách tạo ra những đồ thị, sơ đồ kinh doanh, sử dụng case .v.v. Bởi vậy, chương này không thảo luận về các chủ đề này một cách chi tiết.

## **8.1. Ứng dụng loại Slap-and-Ship**

Một ứng dụng RFID slap-and-ship bao gồm việc gắn một thẻ RFID hoặc một nhãn thông minh lên một mặt hàng và việc vận chuyển nó tới những khách hàng muốn mặt hàng đã gắn thẻ đó. Phương pháp này đại diện cho cách đơn giản để đạt được sự ưng thuận của khách hàng với mức đầu tư tối thiểu và giảm sự phức tạp khi thực hiện. Một ứng dụng như

vậy có thể hoàn toàn độc lập hoặc là sự tích hợp tối thiểu với các quá trình kinh doanh và các hệ thống sau cùng của doanh nghiệp. Kết quả là, một ứng dụng như vậy mang lại ít hoặc không có lợi nhuận cho các doanh nghiệp đang thực hiện ứng dụng này. Từ khía cạnh khác, một ứng dụng slap-and-ship có thể gây rắc rối ít nhất cho hoạt động kinh doanh. Nó cũng có thể cung cấp những bài học có giá trị về RFID cho một công ty muốn đưa ứng dụng đến cấp độ tiếp theo và tích hợp nó vào các quá trình kinh doanh của mình. Ngoài ra, một ứng dụng slap-and-Ship cung cấp một điểm khởi đầu cho việc áp dụng RFID trong một doanh nghiệp. Một doanh nghiệp có thể thực hiện ứng dụng slap-and-Ship và tăng cường nó để có thể được hưởng lợi từ nó (Hơn nữa còn từ những khách hàng đặt hàng). Một ứng dụng Slap-and-Ship thường không thể mở rộng, nhưng lại phù hợp khi khối lượng mặt hàng gắn thẻ là thấp. Tuy nhiên, nó rất nặng nhọc và dễ bị lỗi từ nhà điều hành. Loại ứng dụng này có thể dẫn đến một sự trở ngại lâu dài, đặc biệt là nếu đối thủ cạnh tranh có thể thành công trong việc tích hợp RFID vào quá trình kinh doanh của họ để thu lợi nhuận.

Trở lại với việc thảo luận về việc tạo ra một sự biến giải kinh doanh đối với việc sử dụng RFID, những phần sau đây cung cấp thông tin chuyên sâu về vấn đề này.

## **8.2. Bước 1: Hình thành đội ngũ biến giải kinh doanh**

Quá trình biến giải việc kinh doanh RFID cần phải được thực hiện bởi một nhóm có khả năng phân tích những lợi ích công nghệ cho các khía cạnh khác nhau của việc kinh doanh với các thành viên cũng phải đến từ các bộ phận có chức năng khác nhau của doanh nghiệp. Đội ngũ này cần phải có đủ kiến thức và thực hiện đúng các phân tích cần thiết. Nếu doanh nghiệp đã tạo ra một chiến lược RFID và đã nhận được sự đầu tư từ ban quản lý cấp cao, thì nó giống như một sự hỗ trợ qua lại (xem Chương 7, "Chiến lược RFID"). Ngay cả khi không có một chiến lược RFID, thì việc hình thành một nhóm như vậy vẫn được khuyến khích mạnh mẽ, với các thành viên của nó đến từ nhiều cấp quản lý cao cấp. Đội ngũ này sẽ đảm bảo rằng tất cả các lĩnh vực ứng dụng tiềm năng được nhìn từ quan điểm thích hợp. Đội ngũ này sau đó có thể tạo ra những đội hỗ trợ, có thể bao gồm những người cả trong và ngoài (ví dụ, những chuyên viên) với những kiến thức cụ thể để cung cấp cho các chuyên gia phân tích bất cứ khi nào và ở đâu.

## **8.3. Bước 2: Xác định các phạm vi ứng dụng tiềm năng**

Bạn có thể xác định vài lĩnh vực rộng mà việc sử dụng RFID có thể giúp cải thiện hiệu quả kinh doanh (ví dụ: quá trình sản xuất, phân phối hậu cần, quản lý và an ninh). Tuy nhiên không phải toàn bộ lĩnh vực mà chỉ có một số phạm vi riêng biệt thuộc các lĩnh vực đó cần được chú ý. Ví dụ để cải thiện an ninh, bạn nên chọn những khu vực đòi hỏi yêu cầu an ninh cao (ví dụ, nơi có nhân viên ăn cắp vật) thay vì cố gắng để cải thiện an ninh cho

toàn doanh nghiệp nói chung. Bạn cũng có thể mở rộng hơn các khu vực được lựa chọn để xác định những nơi cụ thể hứa hẹn những tác động có hiệu quả nhất. Lý do rất đơn giản, bởi vì RFID là một công nghệ mới nổi, bạn phải sử dụng nó có chọn lọc và cân nhắc để các chi phí, sự phức tạp và rủi ro (cũng như lợi nhuận) được giữ trong sự kiểm soát với ảnh hưởng tối thiểu đối với hoạt động kinh doanh. Vì vậy, bạn chỉ nên chọn một số ít các phạm vi ứng dụng có tiềm năng và ưu tiên cho ứng dụng RFID. Đối với mỗi phạm vi ứng dụng như vậy, bạn nên phát triển một cơ sở kinh doanh dựa trên một số tiêu chí. Ví dụ, bạn có thể sử dụng các tiêu chí sau đây:

- Lợi nhuận
- Chi phí
- Rủi ro
- Độ phức tạp phức tạp
- Thời hạn thu hồi vốn

Danh sách trên là không đầy đủ; bạn có thể bổ sung thêm. Tuy nhiên, những yếu tố này nói chung là đủ cho một trường hợp phát triển kinh doanh. Những phần sau sẽ thảo luận về các tiêu chí này một cách chi tiết. Bạn có thể xem xét những công đoạn xử lý “Business case” trong biện giải kinh doanh đối với việc sử dụng RFID trong một doanh nghiệp.

#### **8.4. Bước 3: Xây dựng tình huống kinh doanh (business case)**

Tình huống kinh doanh biểu trưng cho một lĩnh vực ứng dụng cụ thể thì biến đổi liên tục. Vì thế, bạn cần phải thường xuyên xem xét lại các “tình huống kinh doanh” theo định kỳ để giải thích được những thay đổi có thể có do các tác động theo thời gian từ những yếu tố có sẵn và kết hợp những tác động của các yếu tố mới (ví dụ, đối thủ cạnh tranh đang cung cấp những sản phẩm tương tự nhưng tốt hơn hoặc các yêu cầu sử dụng RFID từ khách hàng và đối tác kinh doanh mới). Ngoài ra trong khi xem xét, bạn có thể kiểm tra một “tình huống kinh doanh” để xác định xem nó phản ánh sát với thực tế như thế nào (hiển nhiên từ việc triển khai các thí điểm có liên quan và từ bằng chứng của các khái niệm). Tại thời điểm này, bạn có thể kết luận rằng các “tình huống kinh doanh” chính xác chịu ảnh hưởng từ các yếu tố cấu thành nó. Các mục sau thảo luận về các yếu tố đã được đề cập trước đó trong phần “Bước 2: Xác định lĩnh vực ứng dụng tiềm năng.”

##### **8.4.1. Lợi ích**

Lợi ích đại diện cho một trong những yếu tố quan trọng nhất trong việc xây dựng một “tình huống kinh doanh” RFID tại hầu hết các cơ sở kinh doanh. Bạn nên phân tích những

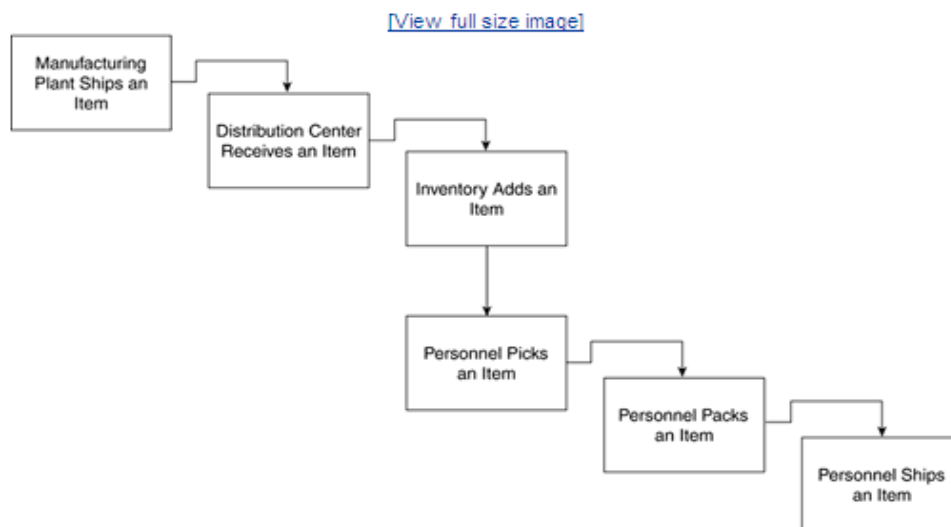
yếu tố lợi ích ngay cả khi bạn đang lên kế hoạch cho một ứng dụng loại **Slap-and-Ship**. Phần này bàn về một cách để xác định lợi ích dựa trên phân tích sơ đồ kinh doanh của lĩnh vực ứng dụng. Phương pháp này bao gồm hai bước sau:

1. Hình thành sơ đồ kinh doanh chung cho hệ thống
2. Xác định và phân tích tác động của RFID mang lại

Ngoài việc phân tích lợi ích do RFID mang lại, phương pháp này cũng có thể cung cấp một số ước tính về chi phí RFID, về rủi ro.... Sau đây là những thảo luận kế tiếp cho việc xây dựng hệ thống.

#### 8.4.1.1. Tạo sơ đồ khối kinh doanh

Các doanh nghiệp có thể không có sơ đồ chung cho các hoạt động kinh doanh mà họ dự định thực hiện. Bây giờ là thời gian để phát họa chung về chiến lược RFID trong kinh doanh. Một số đặc điểm của quy trình hoạt động có thể trở nên rõ ràng chỉ từ việc phân tích các sơ đồ. Hình 8-2 cho thấy một sơ đồ khối trong hệ thống kinh doanh. Mỗi khối trong sơ đồ này đại diện cho các bước xử lý chính trong hệ thống, mỗi bước có thể bao



gồm các bước phụ. Mỗi khối diễn tả một công đoạn tương ứng.

**Hình 8-2. Một ví dụ về sơ đồ kinh doanh**

Hình 8-3 cho thấy ví dụ về một bản mô tả công đoạn.

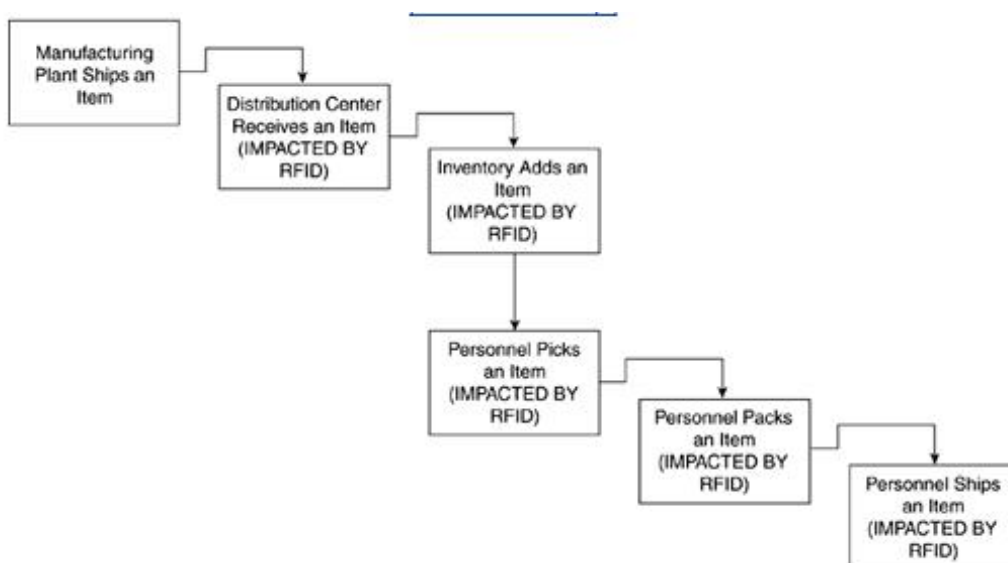
<b>Use Case Name</b>	Distribution Center Receives an Item	
<b>Actor(s)</b>	Receiving personnel (RP)	
<b>Triggering Event</b>	Arrival of an item sent from the manufacturing plant (MP) to a distribution center (DC)	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A shipment containing the item has arrived at a DC Receiving Dock.</li> <li>2. The pallet containing the item is unloaded from the delivery truck.</li> </ol>	
<b>Assumptions</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A pallet contains 25 items packed individually.</li> <li>2. Estimated Time of Completion (ETC) is the average time it takes to complete a particular step in this use case.</li> </ol>	
<b>Description</b>	This use case describes the process of a DC receiving an item from the MP.	
<b>Total ETC</b>	One pallet with a valid order and no invalid items: $(5 + 3*60 + 10*60 + 10*25)$ seconds = 17 minutes 15 seconds.	
<b>Termination Outcome</b>	<b>Condition Affecting Termination Outcome</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. The item is successfully received by the DC RP.</li> <li>2. The item could not be successfully received by the DC RP.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Item absent on the request list (was not ordered).</li> </ol>	
<b>Major Steps</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. RP scans the bar code order number on the pallet to validate the order. (ETC: 5 seconds)</li> <li>2. If an invalid order number is found, e.g. the order was not placed by this DC, then the pallet is returned unopened to the MP. (ETC: 2 minutes)</li> <li>3. Else if a valid order number is found then the RP breaks the pallet. (ETC: 3 minutes)</li> <li>4. RP scans the individual item bar codes to validate that the pallet contains all the items as per the order. (ETC: 10 minutes)</li> <li>5. If an item is invalid (i.e. was not part of the order) then RP makes a manual note of this item and sends it back to the MP (ETC: 3 minutes)</li> <li>6. Else if an item is valid then it is placed on the received area from where it is subsequently moved into the inventory. (ETC: 10 seconds)</li> </ol>	

Sơ đồ này cung cấp các lợi ích khác ngoài những thứ có liên quan tới sự thuyết phục của một hệ thống RFID. Ví dụ, những quy trình dư thừa hoặc không hiệu quả có thể được nhận rõ từ việc xem xét sơ đồ và liên hệ với các khối. Vì vậy, các doanh nghiệp có thể bắt đầu cải thiện hiệu quả của quy trình thậm chí trước khi quy trình bắt đầu sử dụng RFID để đạt hiệu quả.

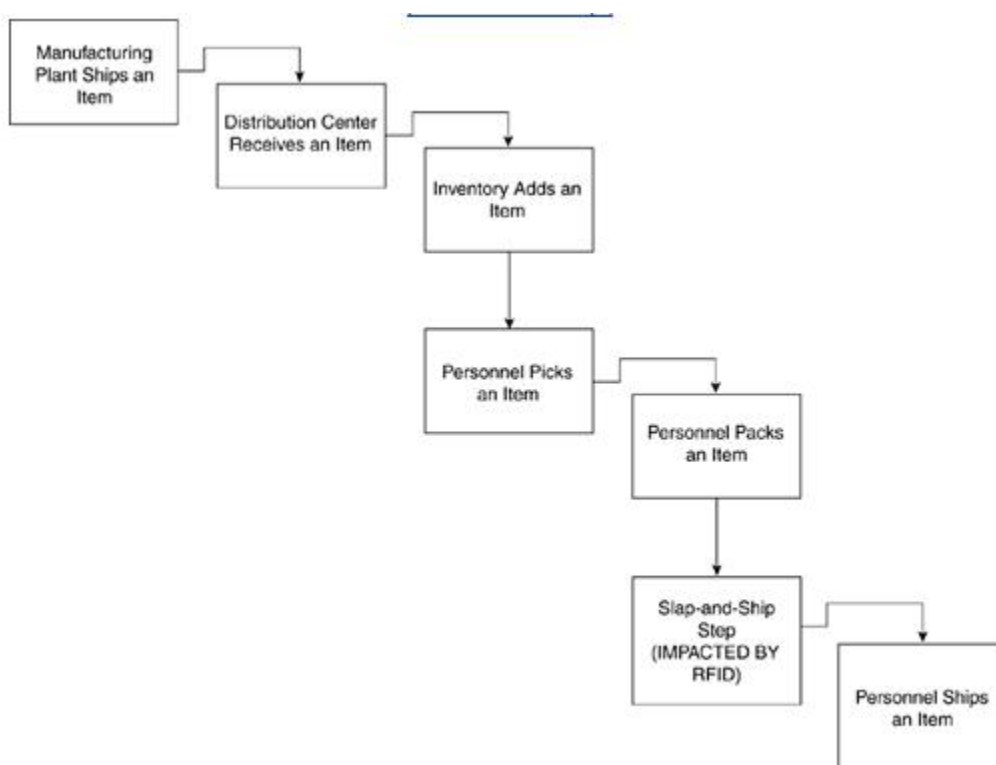
#### 8.4.1.2. Xác định và phân tích tác động của RFID

Tư liệu về sơ đồ kinh doanh của bước trên bây giờ có thể được sử dụng để xác định những quy trình mà RFID có thể ảnh hưởng. Hình 8-4 chỉ cho ta thấy quy trình kinh doanh trong lưu đồ hình 8-1 bị ảnh hưởng như thế nào khi tích hợp RFID.

**Hình 8-4. Một ví dụ về lưu đồ kinh doanh ảnh hưởng bởi RFID**



**Hình 8-5. Một ví dụ về lưu đồ kinh doanh ảnh hưởng bởi một giải pháp slap-and-ship**



Từ hình 8-5, hiển nhiên ta thấy rằng việc đem vào ứng dụng một giải pháp RFID không làm thay đổi những quy trình kinh doanh trước đó. Nói chung chỉ cần thêm một vài bước là đủ. Mặc dù một quy trình như vậy có thể hoạt động trong ngắn hạn, Việc sử dụng giải

pháp này trong dài hạn không được khuyến khích (như đã chỉ ra trước đây). Lý do sẽ được giải thích ngay sau đây. Hình 8-6 cho thấy các công đoạn xử lý trong quy trình(use case ) có liên hệ với các bước **Slap-and-Ship** có thể trông giống như thế nào.

**Hình 8-6. Một ví dụ về công đoạn xử lý sử dụng slap-và- ship.**

<b>Use Case Name</b>	Slap-and-Ship Step	
<b>Actor(s)</b>	Operations personnel (RP)	
<b>Triggering Event</b>	Arrival of a packed item ready for shipping	
<b>Preconditions</b>		
1. A pallet containing the item has arrived at a DC Shipping Dock.		
<b>Assumptions</b>		
1. A pallet contains 25 items packed individually. 2. Estimated Time of Completion (ETC) is the average time it takes to complete a particular step in this use case.		
<b>Description</b>		
This use case describes the process of performing a slap-and-ship procedure to an item packed on a pallet and ready for shipping.		
<b>Total ETC</b>		
One pallet with a valid order and no invalid items: (120 + 25 + 25 + 250 + 500 + 120) seconds = 17 minutes 20 seconds.		
<b>Termination Outcome</b>	<b>Condition affecting Termination Outcome</b>	
1. The item is successfully tagged by the DC RP.	None.	
2. The item is successfully tagged by the DC OP.	None.	
<b>Major Steps</b>		
1. RP breaks the pallet containing the item (ETC: 2 minutes). This is one time overhead associated with the pallet containing the item. 2. RP scans the item bar code. (ETC: 1 second) 3. RFID tag is commissioned for this item. (ETC: 1 second) 4. RP attaches the this tag to the item. (ETC: 10 seconds) 5. RP places this item back on the pallet. (ETC: 20 seconds) 6. If this is the final item on the pallet that was to be tagged then a. RP packs the pallet (ETC: 2 minutes). This is one time overhead associated with the pallet containing the item.		

Nếu bạn so sánh thời gian hoàn thành ước tính của các công đoạn xử lý trong hình 8-3 và 8-6, bạn có thể thấy rằng mất 17 phút 20 giây khi một ứng dụng slap-and-ship được sử dụng cho một pallet duy nhất. Nếu một trạm phân phối phân phối khoảng 1.000 đến 1.500 pallet một ngày, thì sẽ tốn từ 288,9 đến 433,3 giờ / ngày. Giả sử rằng các doanh nghiệp đang chi 10\$ cho mỗi giờ lao động, thì mỗi ngày doanh nghiệp sẽ tốn từ \$ 2,888.90 đến \$ 4,333.30 để trang trải chi phí lao động. Tức là doanh nghiệp phải chi từ \$ 751,114.00 đến \$ 1,126,658.00 / năm, giả sử một năm làm việc 260 ngày (không bao gồm chi phí phần cứng, chi phí triển khai thực hiện, v.v.). Chi phí này có thể được bù đắp bởi việc tiết kiệm chi phí từ các hoạt động khác, chẳng hạn như giảm khấu hao, tăng cường việc vận chuyển chính xác....., chưa kể rằng các công ty bây giờ đang tuân theo ủy thác RFID từ các khách hàng quan trọng. Đã có những doanh nghiệp quyết định tích hợp RFID vào trong quy trình



hoạt động của mình, tuy nhiên những doanh nghiệp này có thể tiết kiệm chi phí bằng cách kết hợp với những ủy thác RFID đến từ nhà cung cấp ( được thảo luận ở phần kế tiếp).

Việc đưa vào sử dụng một giải pháp RFID có thể yêu cầu thêm một vài bước xử lý mới , và kéo theo đó là các công đoạn xử lý mới (có liên hệ với những bước mới) có thể được xuất hiện trong hệ thống. Việc đưa vào sử dụng RFID cũng có thể dẫn tới việc xuất hiện thêm các bước xử lý phụ trong công đoạn có sẵn. Những công đoạn xử lý có liên quan tới các quá trình mới xuất hiện(và bị tác động) bây giờ cần được phân tích về mặt lợi ích . Làm thế nào bạn có thể khám phá những tác động này? Làm thế nào để bạn xác định xem các bước xử lý mới là cần thiết? **Những câu trả lời các câu hỏi này nằm ở sự hiểu biết toàn diện về yếu tố cụ thể liên quan đến kinh doanh và tạo ra một sự cân bằng giữa các yếu tố đó.** Câu trả lời thứ hai tùy thuộc vào loại hình và đặc điểm kinh doanh và do đó vượt ra ngoài phạm vi của cuốn sách này. Tuy nhiên,sau đây là một minh họa đơn giản. Hình 8-7 cho thấy công đoạn xử lý trong hình 8-3 có thể thay đổi như thế nào.Ví dụ bạn có thể ước tính chi phí tiết kiệm bằng cách so sánh sự khác biệt giữa thời gian để hoàn thành công đoạn xử lý trong hình 8-7 và thời gian để hoàn thành công đoạn xử lý ban đầu(lúc chưa sử dụng RFID) trong một lô hàng. Bạn có thể nhân sự khác biệt này với số lượng các lô hàng mà một trạm phân phối nhận được mỗi ngày. Khoản tiết kiệm thời gian này có thể quy ra khoản tiết kiệm về chi phí lao động và các chi phí có liên quan.

**Hình 8-7. Một ví dụ về công đoạn xử lý có tác động của RFID**

<b>Use Case Name</b>	Distribution Center Receives an Item	
<b>Actor(s)</b>	Receiving Personnel (RP)	
<b>Triggering Event</b>	Arrival of an item sent from the manufacturing plant (MP) at a distribution center (DC)	
<b>Preconditions</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. A shipment containing the item has arrived at a DC Receiving Dock.</li> <li>2. The pallet containing the item is unloaded from the delivery truck.</li> </ol>		
<b>Assumptions</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>3. A pallet contains 25 items packed individually.</li> <li>4. Estimated Time of Completion (ETC) is the average time it takes to complete a particular step in this use case.</li> </ol>		
<b>Description</b>		
This use case describes the process of a DC receiving an item from the MP.		
<b>Total ETC</b>		
One pallet with a valid order and no invalid items: (10 + 2 + 20) seconds = 32 seconds.		
<b>Termination Outcome</b>	<b>Condition Affecting Termination Outcome</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>5. The item is successfully received by the DC RP.</li> <li>6. The item could not be successfully received by the DC RP.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Item absent on the request list (was not ordered).</li> </ol>	
<b>Major Steps</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. RP places the pallet inside the RFID portal. (ETC: 10 seconds)</li> <li>2. The RFID pallet tag is automatically read by the RFID reader(s).</li> <li>3. The individual RFID tags are also automatically read by the RFID reader(s).</li> <li>4. The resulting reads are used to perform an automatic check for order validation. (ETC for steps 2-4: 2 seconds)</li> <li>5. If an invalid order number is found e.g. the order was not placed by this DC, then the pallet is returned unopened to the MP. (ETC: 2 minutes)</li> <li>6. Else if a valid order number is found then if an item is invalid (i.e. was not part of the order) then             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. this information is automatically captured by the system. (ETC: 1 second)</li> <li>b. pallet broken by RP. (ETC: 2 minutes, this is a one time overhead)</li> <li>c. item is sent it back to the MP. (ETC: 3 minutes)</li> </ol> </li> <li>1. Else if a valid order is found without any invalid item then             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. then the entire pallet is placed on the received area from where it is subsequently moved into the inventory. (ETC: 20 seconds)</li> </ol> </li> </ol>		

Nếu bạn so sánh thời gian hoàn thành ước tính của công đoạn xử lý trong hình 8-3 và 8-7, bạn có thể thấy rằng một khoản thời gian tiết kiệm  $1.035 \times 35 = 16$  phút 40 giây có thể đạt được khi RFID được sử dụng cho một pallet duy nhất. Theo đó, trong trường hợp này ta có thể giảm 96 % thời gian xử lý cho một pallet duy nhất, không tính đến những điều kiện ngoại lệ. Nếu một trung tâm phân phối xử lý từ 1.000 đến 1.500 pallet một ngày, và 80 phần trăm thời gian các điều kiện là trường hợp ngoại lệ tùy ý, thì ta có thể tiết kiệm khoảng thời gian từ 277,78 tới 416,68 giờ / ngày. Giả sử rằng các doanh nghiệp chi \$ 10 mỗi giờ cho chi phí lao động thì doanh nghiệp có thể tiết kiệm từ \$ 2,777.80 đến \$ 4,166.80 mỗi ngày cho chi phí lao động. Tức là doanh nghiệp đạt được một khoản tiết kiệm chi phí hàng năm là \$ 722,228 đến \$ 1.083.368; giả sử một năm làm việc 260 ngày.

Các điều kiện ngoại lệ riêng biệt có thể được phân tích tương tự để khám phá ra các khoản tiết kiệm có liên quan.

Những thảo luận chuyên sâu về các yếu tố kinh doanh là nội dung chính yếu của phần này.

Lật lại vấn đề đã thảo luận ở trên, khi một giải pháp RFID thực tế được đưa vào hoạt động tại một doanh nghiệp, nó gần như lúc nào cũng ảnh hưởng đến quá trình kinh doanh hiện của doanh nghiệp. Một số quy trình nền có thể được tổ chức lại cho hợp lý và do đó đạt được hiệu quả, trong khi một số quy trình nền khác có thể cần phải bổ sung thêm các bước xử lý mới, có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của nó. Những bước mở rộng này được thêm vào vì một số hoặc tất cả các nguyên do sau:

- Khởi tạo thẻ
- Gắn thẻ
- Đọc thẻ
- Xác định các thông số hiệu chỉnh
- Nghiên cứu và phát triển
- Tái chế thẻ

Bạn có thể phân chia các yếu tố này thành các yếu tố nhỏ hơn. Các mục sau đây sẽ thảo luận riêng từng yếu tố.

## **Chú ý**

Một số các yếu tố có thể khó phân tích (thậm chí là không thể), nếu chỉ sử dụng giấy và viết. Các nhà thiết kế nên chuẩn bị bắt tay vào xây dựng những thử nghiệm RFID. Điều này sẽ giúp họ xác định lần lượt các thông số mà sẽ cho phép họ đưa ra quyết định kinh doanh đúng đắn. Chương 9, "Thiết kế và thực hiện một giải pháp RFID," cung cấp thêm chi tiết về chủ đề này.

### **8.4.1.2.1. Khởi tạo thẻ**

Thẻ đã được “khởi tạo” (có nghĩa là, được tạo ra và có mối liên hệ với một đối tượng được gắn thẻ cụ thể) với một số dữ liệu hữu ích trước khi chúng được đưa vào sử dụng trong các ứng dụng. Các câu hỏi mà nhà thiết kế nên hỏi ở đây là:

- Thẻ có thể được tạo ra tại thời điểm nào trong quá trình hiện tại?

- Liệu có cần đưa vào quy trình hiện có một công đoạn mới để phục vụ cho việc khởi tạo thẻ hay việc này có thể được thực hiện như một phần của quá trình hiện có?

Nếu hiện tại các doanh nghiệp đang sử dụng mã vạch tại một số điểm trong quy trình vận hành nơi mà RFID sắp được áp dụng, thì những điểm này nên là sự lựa chọn đầu tiên cho việc khởi tạo thẻ. Mặc dù việc khởi tạo thẻ tại những điểm này có thể không phù hợp lắm với yêu cầu cụ thể, tuy nhiên những điểm này ít nhất nên được xem xét trước khi ra quyết định. (Mục tiêu ở đây là để tránh tạo ra thêm bất kỳ công đoạn nào liên quan đến việc khởi tạo thẻ để tránh phải đưa vào những bước bổ sung trong quá trình vận hành hiện tại. theo đó, bạn có thể phải cần thêm nhân sự cho những bước này và thêm thời gian để có thể phối hợp các thẻ vừa được tạo ra để đi đến bước xử lý tiếp theo) Trong thực tế, bạn nên thử kết hợp việc tạo thẻ với việc ghi mã vạch như là một bước. Làm thế nào bạn có thể thực hiện được điều này? Nhớ lại từ Chương 1, "Tổng quan về Công nghệ," một máy in RFID có thể in một nhãn thông minh- là sự kết hợp của một mã vạch và thẻ RFID (cùng với một nài thông tin mô tả nào đó)-lên một tờ nhãn mác duy nhất. Do đó, nếu bạn có thể bổ sung những máy in loại này cùng với các máy in mã vạch hiện có, bạn có thể in cả mã vạch và thẻ RFID trong một bước tích hợp.

#### **8.4.1.2.2. Gắn thẻ**

Gắn thẻ là giai đoạn tiếp theo giai đoạn khởi tạo. Tuy nhiên, bước này có thể chưa được tiến hành ngay sau khi khởi tạo thẻ xong. Một số bước trung gian có thể được thực hiện trước khi thẻ có thể gắn vào các hàng hóa thích hợp. Một lần nữa, nhà thiết kế nên hỏi những câu hỏi cơ bản sau đây:

- Có thể gắn thẻ tại những thời điểm nào trong quá trình hiện hành?
- Liệu có cần bổ sung thêm một công đoạn mới dành cho việc gắn thẻ hay việc gắn thẻ có thể được thực hiện như là một phần của quy trình hiện hành?

Nếu một doanh nghiệp hiện đang gắn mã vạch tại một số điểm cụ thể trong quy trình hoạt động của mình, thì những điểm này nên là sự lựa chọn đầu tiên cho việc gắn thẻ. Một lần nữa, mục đích là để tránh việc tạo ra một quá trình riêng biệt để đính kèm một thẻ, để tránh nảy sinh thêm một bước xử lý ngoài các hoạt động hiện tại. Bạn có thể cần thêm nhân sự và thời gian để đính kèm các thẻ vào hàng hóa và có thể làm tăng chi phí một cách không hợp lý trong lâu dài. Để tránh bị rơi vào trường hợp này, bạn nên kết hợp việc gắn thẻ và mã vạch trong một bước. Nếu các nhà thiết kế đã quyết định sử dụng nhãn thông minh và doanh nghiệp đã có sẵn bước gắn mã vạch trong quá trình vận hành của mình thì bạn cũng nên sử dụng bước này để gắn nhãn thông minh. Bạn cần phải gắn các nhãn thông minh một cách chính xác để cho đầu đọc RFID có thể đọc thành công các thẻ RFID được tích hợp trong nhãn. Ví dụ, nếu doanh nghiệp có thói quen dán mã vạch vào các điểm bất

kỳ trên mặt hàng, bạn có thể cần phải giới hạn các điểm dán nhãn này lại để tăng khả năng đọc được thẻ. Ban đầu, bạn có thể mất thời gian một chút so với việc gắn nhãn bình thường. Tuy nhiên, khi công nhân đã thành thạo trong việc xác định vị trí đúng vị trí để gắn nhãn thì sự chậm trễ này là không đáng kể. Ngoài ra, bạn có thể sử dụng máy phủ thẻ RFID tự động để tránh sự xâm nhập và để thẻ có thể được gắn lâu hơn trên mặt hàng.

#### **8.4.1.2.3. Đọc thẻ**

Cũng như bước khởi tạo và bước gắn thẻ, bước đọc thẻ tiếp theo cũng quan trọng không kém. Sau đây là các câu hỏi chính cần phải trả lời:

- Tại các điểm nào trong quy trình hoạt động dữ liệu cần được đọc?
- Quy trình hoạt động hiện tại có cần phải thay đổi để thực hiện việc này?

Rõ ràng, lý do duy nhất khiến doanh nghiệp gắn thẻ vào hàng hóa là bởi vì họ muốn đọc và sử dụng thông tin trong thẻ tại một số điểm cụ thể trong quy trình vận hành. Một doanh nghiệp có thể xem xét việc thực hiện yêu cầu về RFID theo cách gắn thẻ vào hàng hóa rồi để cho một ai khác (ví dụ, khách hàng của mình) đọc và sử dụng dữ liệu thẻ. Tuy nhiên, ngay cả trong trường hợp này, doanh nghiệp vẫn cần phải đọc dữ liệu từ thẻ tại một số thời điểm ngoài thời điểm khởi tạo thẻ được đề cập ở trên. Việc đọc bổ sung có thể xác nhận tính hợp lệ của thẻ và xác định xem liệu thẻ có chứa chính xác những thông tin mà các bên liên quan (chẳng hạn như khách hàng) muốn hay không. Vì vậy, nếu chỉ gắn thẻ RFID vào một sản phẩm kinh doanh thì không có nghĩa là đang sử dụng RFID (RFID-enable).

Ta nên đọc thẻ tại điểm nào trong quá trình vận hành? Yêu cầu ứng dụng cụ thể sẽ xác định điểm này. Ví dụ, ứng dụng yêu cầu hàng hóa được chất vào pallet hay chất lên xe tải? Trong trường hợp đầu tiên, việc đọc thẻ có thể diễn ra trong giai đoạn chất hàng vào pallet, trong khi trường hợp sau thì được diễn ra trong giai đoạn chất hàng lên xe tải (chẳng hạn tại cửa kho).

Tiếp theo, bạn phải xác định xem có hay không sự thay đổi của các bước hoạt động tại điểm đọc. Ví dụ, giả sử các thẻ cần phải được đọc khi nằm trên băng tải đang chuyển động trên đường đến nhà kho. Bạn có cần phải làm chậm quá trình chuyển tải cho tất cả các thẻ để có thể đọc đúng? Làm như vậy liệu có ảnh hưởng đến hiệu quả kinh doanh? Điều này còn tùy! Bạn có thể thấy rằng việc đọc thẻ chính xác thực sự dẫn đến việc quản lý hàng tồn kho tốt hơn do đó bạn có thể bù đắp cho tổn thất này. Nhà thiết kế cần phải thử nghiệm để xác định các yếu tố trên.

#### **8.4.1.2.4. Hoạt động chỉnh sửa**

Bất kỳ giải pháp RFID nào, ngay cả một hệ thống RFID nhỏ, cũng đòi hỏi những người thi hành phải có biện pháp chỉnh sửa, chủ yếu liên quan đến hai loại hoạt động sau đây:

Những hoạt động chỉnh sửa liên quan tới việc đọc một thẻ xấu/gắn thẻ/đọc thẻ.

Những hoạt động chỉnh sửa liên quan tới việc điều chỉnh những kết quả không thích hợp của quy trình hoạt động.

Hoạt động thứ nhất là cần thiết cho mọi hệ thống RFID, bất kể đó là thẻ EPC lớp 0 (dữ liệu được ghi lên thẻ bởi nhà sản xuất) hoặc EPC lớp 0+/1 (dữ liệu được ghi lên thẻ bởi doanh nghiệp). Điều gì sẽ xảy ra nếu các thẻ có chất lượng xấu hoặc máy in /đầu đọc RFID thất bại trong việc ghi dữ liệu lên thẻ một cách đầy đủ? Trường hợp thứ hai có thể xảy ra khi một lượng tương đối lớn dữ liệu cần được ghi lên thẻ (Vì nguy cơ xảy ra trường hợp này tăng lên cùng với sự tăng lên của dung lượng dữ liệu) hoặc máy in có thể không có cấu hình đúng. Giải pháp duy nhất cho vấn đề này là ghi vào một thẻ mới và loại bỏ thẻ cũ, sẽ mất thời gian để ghi một thẻ mới cũng như nguồn lực để thực hiện những can thiệp bằng tay để loại bỏ những thẻ cũ nhằm đảm bảo những thẻ hư này không tiếp tục tồn tại trong lưu đồ kinh doanh. Một máy in RFID sẽ tự động in một thẻ mới với cùng một dữ liệu và đánh dấu các thẻ cũ không còn giá trị. Tuy nhiên, nếu bạn không thể gắn một thẻ hợp lệ lên hàng hóa một cách chính xác, thì bạn nên tháo thẻ đã bị hư ra khỏi mặt hàng trước khi gắn một thẻ mới vào. Tại sao? Bởi vì mặc dù hầu hết các đầu đọc không thể đọc được các thẻ này, một số đầu đọc thỉnh thoảng có thể thực sự đọc được chúng. Vì vậy, nếu bạn không tháo các thẻ hư, một đơn vị hàng có thể có tới hai mã nhận dạng riêng biệt. Mặc dù các thẻ không đúng vị trí có thể được bỏ qua một cách đơn giản (chặn hạn bằng cách không liên kết các thẻ này với hàng hóa) tuy nhiên mã nhận dạng kép (có nguy cơ xuất hiện) sẽ dẫn đến những hệ quả không mong muốn. Ví dụ, giả sử một thẻ hợp lệ được gắn ngay phía trên một thẻ không đúng vị trí; trong trường hợp này, thẻ không đúng vị trí sẽ ngăn cản việc đọc thẻ hợp lệ. Hiệu ứng khác là thiết bị đầu cuối có thể báo động sai khi đầu đọc đọc phải một thẻ không đúng vị trí. Để ngăn chặn những sự cố trên bạn nên tháo những thẻ không đúng vị trí này ra rồi sau đó gắn lại cho đúng hoặc thay một thẻ khác. Lưu ý rằng trong cách giải quyết sau, bạn phải tạo một thẻ mới (sẽ tốn thời gian và nguồn lực). Điều gì sẽ xảy ra nếu đầu đọc đọc thẻ không đúng cách sau khi bạn đã gắn thẻ? Trong trường hợp này, bạn có thể cần phải phát triển các quy trình phụ trợ để điều chỉnh vấn đề đọc (phải bổ sung thêm các bước xử lý). Tuy nhiên, quá trình phụ trợ này có thể không gây tổn thất tổng thể lên toàn quá trình. Các kết quả đạt được từ việc đọc thẻ đúng cách có thể cung cấp những lợi ích to lớn hơn những chi phí có liên quan đến các bước phụ.

Việc xác định những kết quả không thích hợp của quá trình kinh doanh là một trong những lợi ích chính yếu của việc sử dụng hệ thống RFID. Giả sử, chặn hạn như các kiện hàng được gắn thẻ đang được chất lên xe tải để đưa đến nhà kho của khách hàng. Một số kiện hàng có thể được chất mà không được sắp xếp và hướng dẫn. Một ứng dụng RFID có thể tự động kiểm tra tính hợp lệ của lô hàng bằng cách đọc dữ liệu từ thẻ gắn trên những kiện hàng như vậy và so sánh với đơn đặt hàng của khách hàng. Bất cứ khi nào phát hiện

ra sự không hợp lệ, hệ thống sẽ tự động phát một tín hiệu âm thanh hay hình ảnh để cảnh báo nhân viên. Những quy trình bổ sung phải được đưa ra để khắc phục những lỗi như vậy. Mặc dù những biện pháp này có thể cần thêm thời gian và nguồn lực, khoản tiết kiệm từ việc khắc phục những sai lầm như vậy có thể tỏ ra đáng kể, khoản tiết kiệm này thậm chí có thể trang trải được chi phí của các bước sửa lỗi.

#### **8.4.1.2.5. Giáo dục và huấn luyện**

Giáo dục và huấn luyện đóng một phần quan trọng trong việc quyết định sự thành bại của một hệ thống RFID, do vậy, không bao giờ bỏ qua yếu tố này khi thiết kế một sự thay đổi cho bất kỳ quy trình kinh doanh nào. Nhân viên vận hành có thể biết (hay thậm chí là thành thạo) nhiều công đoạn và bước xử lý khác nhau liên quan tới quy trình công việc. Ví dụ, nếu phương pháp kiểm tra theo dõi bằng tay hiện đang được sử dụng, bạn sẽ cảm thấy khó khăn khi tìm kiếm các hàng hóa trong khi hệ thống RFID giúp ích rất nhiều cho bạn trong việc này. Ngoài ra, bạn có thể gặp phải sự sợ hãi và nghi ngờ không có cơ sở khi hệ thống RFID được sử dụng để theo dõi và giám sát nhân viên (có thể dẫn tới mất tinh thần nhân viên). Để loại bỏ nỗi sợ này, bạn cần một cuộc thảo luận tự do và cởi mở. Ngoài ra, việc huấn luyện phù hợp là điều cần thiết để giảm bớt thiệt hại phần cứng và thời gian chết hệ thống cũng như đảm bảo việc sử dụng hệ thống đúng cách. Ví dụ, một người lái xe nâng có thể vô tình đẩy mạnh một pallet vào tường một nhà kho khi chát nó. Kết quả là, thẻ gắn trên pallet có thể bị hư hại (hoặc bị lệch ra khỏi vị trí ban đầu khiến đầu đọc không thể đọc). Bạn phải giáo dục cho người lái xe nâng biết cách làm việc của anh ta ảnh hưởng như thế nào đến hệ thống RFID và phải huấn luyện cho anh ta biết cách thay thế, không làm hư hỏng và các thủ tục bốc xếp hàng hóa. Bạn cũng có thể chủ động lập kế hoạch đào tạo. Ví dụ, nếu bạn định sử dụng một loại xe nâng mới trong hệ thống RFID, bạn có thể lên kế hoạch đào tạo người vận hành trước. Việc đào tạo nâng cao sẽ cho phép các nhân viên vận hành xe nâng thực hiện nhiệm vụ của mình mà không làm gián đoạn hoạt động hoặc làm hư hỏng phần cứng RFID.

#### **8.4.1.2.6. Tái chế một thẻ**

Một ứng dụng RFID điển hình thì không tái chế thẻ. Tuy nhiên, việc tái chế thẻ có thể giảm đáng kể chi phí phần cứng liên quan tới ứng dụng theo đó có thể giảm tổng chi phí sở hữu (TCO). Xét cho cùng, chi phí cho thẻ nói chung chính là chi phí phần cứng cho bất kỳ hệ thống nào mà không tái chế nó. Mặc dù tái chế thẻ là một ý tưởng tốt, bạn nên trả lời những câu hỏi sau trước khi quyết định tái chế một thẻ:

- Yếu tố kinh doanh nào biện minh cho việc tái chế thẻ?
- Tại thời điểm nào thì thẻ có thể được lấy để tái chế?

- Những bước nào cần để tái chế thẻ và đưa nó vào sử dụng?

Sự thuyết phục của việc tái chế phụ thuộc vào một số yếu tố sau đây:

- **Yêu cầu bổ sung nhân sự.** Bạn có thể cần hoặc không cần thêm nhân sự, tùy theo đặc điểm và chiến lược của quá trình tái chế.
- **Đào tạo nhân sự.** Mặc dù thường xuyên bị bỏ qua, một số hình thức đào tạo nói chung là cần thiết cho nhân viên để thu thập và tái chế thẻ đúng cách. Nếu bạn không được đào tạo đúng cách bạn có thể gây tổn hại đến thẻ trong quá trình tái chế.
- **Chi phí xử lý:** Một vài chi phí xử lý điển hình có liên quan tới thẻ (sẽ được trình bày ở phần sau).
- **Các đặc trưng của quá trình.** Một trong số đó là vùng hoạt động. Việc tái chế thiết thực ở những hoạt động được triển khai trong phạm vi nhỏ hơn là những hoạt động triển khai trong vùng địa lý lớn. Việc tái chế cũng khả thi trong những hoạt động khép kín trong một nhà xưởng hơn là những hoạt động mở rộng bên ngoài .
- **Nguồn lực cần thiết để thay đổi một quy trình kinh doanh.** Bạn phải xác định xem bạn có cần phải điều chỉnh các quy trình kinh doanh hiện tại để thích ứng với quá trình tái chế hay không. Nếu vậy, bạn phải tính toán thêm nguồn lực cần thiết (ví dụ, thời gian, tiền bạc và nhân sự) để thực hiện những thay đổi đó.
- **Cái giá của việc tác động đến quy trình kinh doanh hiện tại.** Bạn cần phải điều chỉnh các thông số hoạt động (ví dụ, lượng hàng mà xe tải được phép tải, hoặc tốc độ của băng tải )? Nếu vậy, những thay đổi này sẽ ảnh hưởng như thế nào đến quy trình hiện có?

Tất cả các yếu tố trên có khả năng làm tăng chi phí vận hành. Liệu khoản tiết kiệm từ việc tái chế có lớn hơn tổng chi phí có liên quan tới các quá trình trên? Nếu vậy, các nhà thiết kế phải xem xét cẩn thận trước khi ra quyết định tái chế. Nếu ứng dụng đang sử dụng những thẻ tích cực (hay thụ động) đắt tiền thì nhà thiết kế thực sự nên quyết định tái chế.

Giả sử việc tái chế thẻ là khả thi, thì tại thời điểm nào trong quy trình thẻ có thể được lấy ra khỏi hàng hóa để đem đi tái chế? Nói chung, bạn nên thu thập thẻ vào cuối “chu kỳ sống” của hàng hóa được gắn thẻ. Tùy thuộc vào định nghĩa về chu kỳ sống của một mặt hàng, nó có thể là khi hàng hóa được lắp ráp xong (trong trường hợp của một ô tô) hoặc khi nó đã sẵn sàng để được tái chế (ống hóa chất). Việc thu thập này rất có thể sẽ nảy sinh thêm các bước xử lý bổ sung trong quá trình kinh doanh. Tuy nhiên, khoản tiết kiệm đạt được từ việc tái chế có thể lớn hơn tổng chi phí của các bước liên quan.



Sau khi thu thập thẻ, bạn cần làm gì để có thể sử dụng lại những thẻ đó? Bạn có thể nghĩ rằng ít nhất bạn cần xóa dữ liệu trong thẻ. Tuy nhiên điều này không thực sự đúng. Nếu sự kết thúc của chu kỳ sống là lúc hàng hóa đã sử dụng xong, tức là gần như không còn liên quan đến quá trình kinh doanh, thì bạn chỉ cần sử dụng lại thông tin nhận dạng của thẻ cho các mặt hàng mới bắt đầu chu kỳ sống. Chấn hạn như các thẻ với các mã nhận dạng đặc thù có liên quan tới chỉ số xác định xe (VIN) của ô tô để theo dõi ô tô trong quá trình lắp ráp. Sau khi hoàn thành, chiếc xe lăn ra khỏi dây chuyền lắp ráp, lúc này xe không còn tồn tại (trong bối cảnh của các dây chuyền lắp ráp), và do đó thẻ này có thể được liên kết với số VIN của một chiếc xe khác để bắt đầu lắp ráp. Nếu thẻ này chỉ chứa một mã định dạng duy nhất, nó có thể được tái sử dụng mà không cần bất cứ thay đổi nào. Tuy nhiên, nếu thẻ này chứa chứa nhiều dữ liệu cụ thể (ví dụ, VIN, các đặc điểm như bọc da, màu sắc, v.v...) có liên quan đến chiếc xe ban đầu, dữ liệu này cần phải được xóa hoàn toàn trước khi thẻ có thể được tái sử dụng. Ngoài ra, nếu thẻ cần một khung gắn cố định, những khung này cần được sửa để có thể gắn thẻ đúng cách lên các thiết bị khác. Kết quả là, bước xử lý này có khả năng làm nảy sinh thêm các công đoạn xử lý bổ sung trong quy trình. Tuy nhiên, như đã đề cập ở trên, khoản tiết kiệm từ việc tái chế là lớn hơn tổng chi phí của các công đoạn bổ sung.

#### 8.4.2. Chi phí

Chi phí có liên quan mật thiết với hầu hết mọi yếu tố của một hệ thống RFID. Các yếu tố chính sau đây gây ra tổng chi phí cho việc phát triển hệ thống RFID:

- **Sự thay đổi quá trình sản xuất.** Gắn liền với sự thay đổi quy trình sản xuất là yêu cầu tiềm ẩn về các nguồn lực bổ sung. Những nguồn lực này có thể là những nhân viên hoặc thời gian cần thêm để hoàn thành một nhiệm vụ cụ thể nào đó. Kết quả là mất năng suất hay nói cách khác là mất doanh thu.
- **Phần cứng RFID.** Các đầu đọc và ăng ten được đầu tư một lần cho một ứng dụng RFID. Tuy nhiên, chi phí thẻ có thể ảnh hưởng đến tổng chi phí nếu nó không được tái chế. Trong thực tế, với sự quan tâm về tổng chi phí của hệ thống RFID thì chi phí của thẻ là một yếu tố quan trọng.
- **Phần mềm và phần cứng của ứng dụng.** Thông thường, đây là những khoản đầu tư một lần. Tuy nhiên, chi phí về giấy phép phần cứng và phần mềm chi phí để nâng cấp và bảo trì là một nguồn chi phí theo định kỳ.
- **Việc thực hiện.** Yếu tố này bao gồm một vài thành phần. Trước tiên, đầu đọc RFID và ăng ten (và bộ điều khiển) phải được kết nối và lắp đặt đúng cách, và cơ sở hạ tầng mạng có thể cần phải được tăng cường để kết nối các đầu đọc. Các cổng hoặc những cấu trúc phù hợp cần phải được xây dựng để gắn các đầu đọc. Ngoài ra, thiết lập phần

cứng RFID có thể cần phải được điều chỉnh để khai thác tối đa tiềm năng của nó. Thứ hai, các phần mềm ứng dụng có thể cần phải được xây dựng hoặc điều chỉnh, và các giao diện đến các hệ thống đầu cuối cần phải được xây dựng. Thứ ba, các thử nghiệm cần phải được thực hiện trước khi một ứng dụng như vậy có thể được triển khai trong sản xuất. Trên đây chỉ là một vài ví dụ tiêu biểu. Thách thức cho việc tính toán những chi phí này sẽ tăng lên đối với những hệ thống phức tạp và tích hợp.

- **Giáo dục và huấn luyện.** Yếu tố này ít được chú ý nhất trong suốt quá trình biến hộ kinh doanh. Tuy nhiên, sau khi hệ thống được đưa vào sản xuất và nhà cung cấp dịch vụ chuyển sang thực hiện các dự án khác, việc huấn luyện để duy trì hệ thống hiển nhiên là cần thiết. Bạn có thể tránh “sự chậm trễ” này bằng cách thành lập một đội ngũ chuyên môn và giao phó trách nhiệm cho họ. Ngoài ra, nhân viên công ty có thể theo dõi và tham gia trực tiếp cùng với các nhà cung cấp dịch vụ trong việc thiết kế và thi công một hệ thống RFID.

- **Bảo trì.** Thông thường, chi phí duy trì một ứng dụng RFID hiện là phần chủ yếu của tổng chi phí. Chi phí cho các thẻ là phí định kỳ. Ngay cả khi các thẻ được tái chế, ta có thể phải thay thế các thẻ mới cho các thẻ hư hỏng trong quá trình tái chế. Thẻ dự phòng, ăng-ten đọc, đầu đọc, phần cứng điều khiển, cảm biến, thiết bị truyền động, và thiết bị báo hiệu, cần phải được mua mới để thay thế cho những thiết bị hư hỏng hay lỗi. Chi phí để trả cho nhà cung cấp và nhà hỗ trợ kỹ thuật nội bộ, chi phí sửa lỗi và cải tiến thường là một phần của chi phí bảo trì. Trong việc phân tích chi phí cho hệ thống RFID, đừng bỏ qua hoặc đánh giá thấp chi phí bảo trì.

Chi phí có lẽ là yếu tố quan trọng nhất, nhưng sẽ là khó khăn để phân tích chính xác yếu tố này vì nó còn bao gồm nhiều yếu tố khác. Bởi vì nóng lòng muốn triển khai RFID, các công ty có thể đánh giá thấp chi phí và đánh giá cao những lợi ích mà RFID mang lại. Một cách để tránh tình trạng này là bắt đầu từ từ và tiến tới một hệ thống RFID như ý bằng cách trải qua những bước tiến hành nhỏ (được kiểm soát chặt chẽ) và những kinh nghiệm từ bước trước được đưa vào áp dụng cho những bước sau. Bằng cách đó, bạn có thể hạn chế chi phí ở mỗi bước, và có thể dự toán chi phí chính xác hơn so việc xây dựng toàn bộ hệ thống từ bước đầu.

### 8.4.3. Rủi ro

Rủi ro là vốn có trong bất kỳ dự án thực tế nào, nhưng đối với mỗi dự án thì mức rủi ro là khác nhau. Khi đánh giá rủi ro của việc sử dụng RFID trong một ứng dụng, bạn phải xem xét việc đưa vào sử dụng công nghệ này sẽ ảnh hưởng như thế nào đến doanh nghiệp. Lượng thời gian ngừng hoạt động dự kiến để giải quyết các vấn đề về phần cứng, tác dụng phụ của việc đọc một thẻ không chất lượng, hậu quả của việc không thể đọc một thẻ gắn

trên hàng hóa chặn hạn như khi mặt hàng đó được đóng gói sâu bên trong pallet, nhận thức của khách hàng về công nghệ, tất cả những yếu tố này có thể ảnh hưởng đến kế hoạch sản xuất, sự gắn bó của khách hàng và danh tiếng của công ty. Trong một số tình huống nhất định, mặc dù nguy cơ trễ kế hoạch là không cao, việc ảnh hưởng xấu đến hình ảnh thương hiệu tỏ ra là một nguy cơ mà công ty khó có thể đối phó. Làm thế nào bạn có thể xác định rủi ro một cách khách quan? Một cách hữu hiệu để làm việc này là đánh giá nguy cơ dựa trên 5 mức khác nhau (mức một là nguy cơ rất ít, mức 5 là nguy cơ rất cao). Việc cung cấp thông tin từ các thành viên trong đội ngũ chức năng, cùng với sự hướng dẫn từ các chuyên gia, có thể giúp bạn xác định chính xác các nguy cơ liên quan trong một lĩnh vực ứng dụng.

#### **8.4.4. Phức tạp**

Sự phức tạp liên quan đến một ứng dụng RFID khó có thể được ước tính trên lý thuyết. Bạn có thể mượn tương trưng chung về sự phức tạp thông qua các yêu cầu (ví dụ, từ các lưu đồ kinh doanh và các công đoạn xử lý) và lĩnh vực ứng dụng. Tuy nhiên để xác thực độ phức tạp, việc thử nghiệm là cần thiết để đưa ra các chứng cứ thuyết phục. Tại thời điểm này, bạn có thể cần sự trợ giúp của các nhà cung cấp, các nhà tư vấn nhiều kinh nghiệm. Cuối cùng, những nhà chuyên môn và những người thi hành nên đồng ý với đánh giá này.

#### **8.4.5. Thời gian cần để thu về hiệu quả đầu tư**

Mặc dù một hệ thống RFID có thể cung cấp các lợi ích thiết thực cùng với mức chi phí, rủi ro và độ phức tạp có thể chấp nhận được, thời gian cần để hệ thống bắt đầu sinh lợi có thể tỏ ra quan trọng. Có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả đầu tư, trong đó có sự chấp thuận của cơ quan quản lý, chính phủ, công đoàn, sự đồng thuận của các bên liên quan, việc xác định và thực hiện những thủ tục cần thiết... Trong khi thời gian bắt đầu sinh lợi của một hệ thống thường là một vài tháng, trong một số trường hợp cụ thể thời gian này có thể mất hơn một năm.

### **8.5. Bước 4: Xác định thứ tự ưu tiên**

Các nhân tố trong việc xây dựng một tình huống kinh doanh (business case) của quy trình bây giờ có thể được kết hợp với nhau để xác định thứ tự ưu tiên. Để có thể mượn tương trưng đối về mức độ ưu tiên của các nhân tố, bạn có thể kết hợp các nhân tố theo nhiều cách khác nhau. Một số công cụ trực quan 3 chiều mà bạn có thể sử dụng cho mục đích này hiện đang có mặt trên thị trường, và một số đang có mặt trong các lĩnh vực công cộng.

Một cách đơn giản để hình dung các yếu tố mà không cần sử dụng bất kỳ công cụ nào như vậy là tạo ra một nhân tố “siêu đối lập” bằng cách kết hợp các yếu tố chi phí, rủi ro, và

phức tạp. Một cách để tính toán yếu tố tổng hợp này là tính trung bình cộng của các yếu tố hợp thành. Ví dụ, nếu các yếu tố lợi ích, chi phí, rủi ro, phức tạp được đo bằng cách sử dụng thang điểm từ 1 đến 5 (như được mô tả trước đây) thì yếu tố “đổi lập” của một tình huống kinh doanh có các yếu tố thành phần là: chi phí = 2,5, nguy cơ = 2, và phức tạp = 2, sẽ có mức độ là:  $(2,5 + 2 + 2) / 3$ , (khoảng 2.17). Bạn cũng có thể tính toán một trọng số trung bình phù hợp. Lưu ý rằng nếu các yếu tố thành phần có giá trị cực trị (ví dụ, chi phí = 4, rủi ro = 1, phức tạp = 1), thì yếu tố tổng hợp (tức yếu tố “siêu đổi lập”) có thể nghiêng về một yếu tố thành phần nào đó. Lợi ích, yếu tố “đổi lập”, và thời gian cần để thu về hiệu quả đầu tư (ROI timeline) sau đó có thể được vẽ trong cùng một hệ tọa độ ba chiều để hình dung những tham số khác nhau. Biểu đồ này thường tập hợp các tình huống kinh doanh thành những nhóm riêng biệt hoặc thành những hình nón thẳng đứng. Mỗi nón như vậy đại diện cho một ưu tiên nhất định và cũng có thể được gọi là nón ưu tiên. Các “tình huống kinh doanh” bên trong một hình nón ưu tiên một lần nữa có thể được xếp với nhau để khẳng định thứ tự ưu tiên tương đối của chúng. Một tình huống kinh doanh với lợi ích tương đối, thời gian cần để mang lại hiệu quả đầu tư ngắn, chi phí chấp nhận được, mức độ phức tạp và rủi ro thấp sẽ được các nhà thực hiện ưa chuộng, vì vậy sẽ được ưu tiên số một, trừ khi doanh nghiệp có lý do chính đáng khác. Các nón ưu tiên cho những tình huống kinh doanh này có xu hướng gần gốc tọa độ nhất.

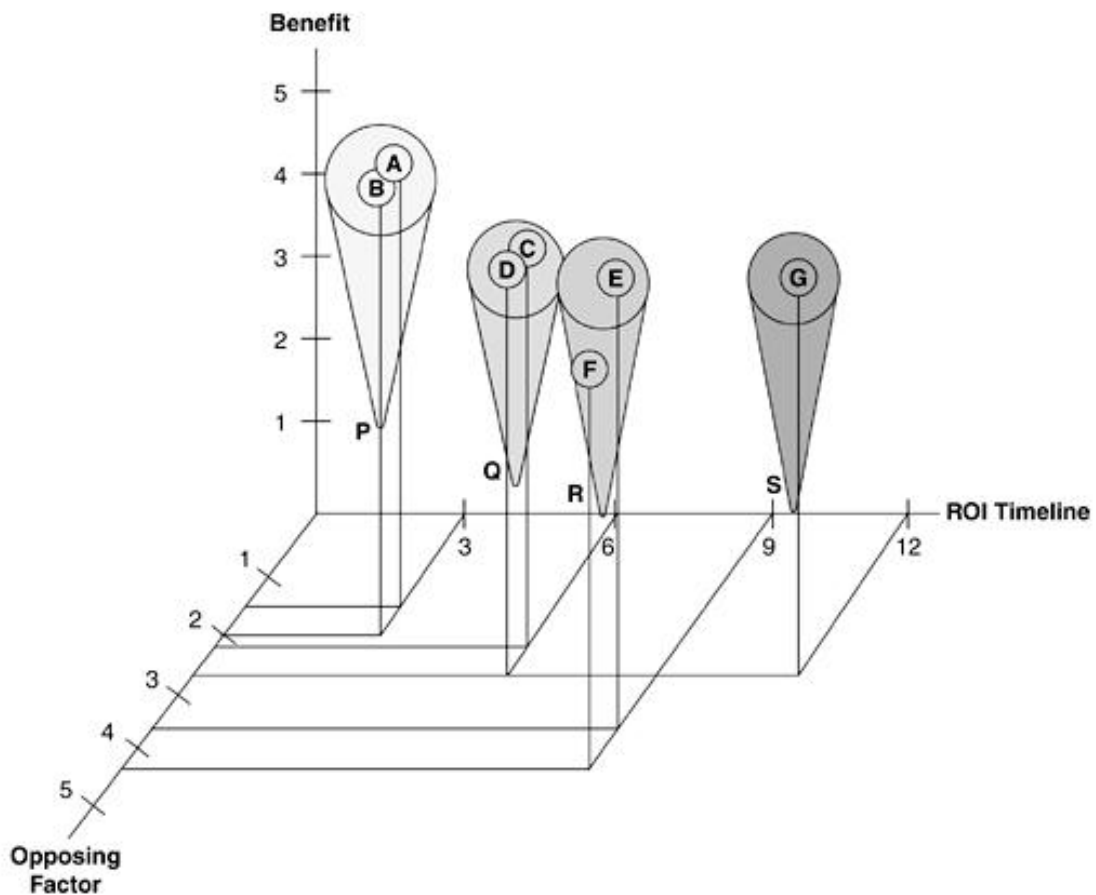
Hình 8-12 cho thấy một ví dụ tập hợp các tình huống kinh doanh với lợi ích, chi phí, rủi ro, phức tạp, và yếu tố đổi lập (sử dụng chỉ số trung bình đơn giản của chi phí, rủi ro, và sự phức tạp) tất cả đều được đánh giá trên thang chia từ 1 tới 5, và thời gian cần để thu về hiệu quả kinh doanh được tính theo tháng.

Hình 8-13 cho thấy kết quả của các nón ưu tiên về những tình huống kinh doanh này. Các tình huống kinh doanh bên trong hình nón ưu tiên P nên được ưu tiên cao nhất và thực hiện đầu tiên.

**Hình 8-12. Một ví dụ về các tình huống kinh doanh cùng với mức độ ưu tiên của chúng**

Case Number	Business Case Name	Benefit	Risk (R)	Cost (M)	Complexity (C)	Opposing Factor = (R+M+C) / 3	ROI Timeline
A	Reduce Labor Cost	4	1	2	2	1.67	3
B	Reduce Shrinkage	4	2	2	2	2	3
C	Automate Receiving	3	2	2	3	2.3	6
D	Increase Security	3	2	3	3	2.67	6
E	Improve Inventory Management	4	3	4	4	3.67	9
F	Reduce Order Turnaround Time	3	4	4	5	4.3	9
G	Increase Customer Satisfaction	3	4	3	4	3.67	12

**Hình 8-13. Các nón ưu tiên tương ứng với các trường hợp kinh doanh trước đó.**



## 8.6. Bước 5: xây dựng qui trình thực hiện

Bây giờ một nhóm các tình huống kinh doanh đã được lựa chọn dựa trên các ưu tiên của nó, nhiệm vụ cuối cùng là tạo ra một lộ trình cho từng tình huống kinh doanh đó. Mỗi lộ trình cung cấp giải pháp tối ưu cho một tình huống kinh doanh tại những cột mốc quan trọng. Mỗi cột mốc này tương ứng với một bước lặp lại của giải pháp hoàn thiện. Nó bao gồm các kế hoạch mang tính chiến lược có thể đạt được trong toàn phạm vi của tình huống kinh doanh trong khung thời gian của cột mốc đó. Việc thiết kế và nỗ lực thực hiện tương ứng với một cột mốc cụ thể thường bắt đầu khi các sự kiện quan trọng trước đó đã được hoàn thành thành công.

Xem xét một ví dụ cụ thể: Giả sử một tình huống kinh doanh có tên là “theo dõi và kiểm kê” yêu cầu một giải pháp RFID để phân phối hàng hóa từ bốn trạm phân phối (DCs), tất cả sử dụng cùng một lưu đồ vận hành. Cũng giả định rằng mỗi DC có 10 cửa phân phối. Hình 8-14 cho thấy một lộ trình ví dụ cho trường hợp này mà doanh nghiệp có thể tham khảo.

**Hình 8-14. Một lộ trình ví dụ cho một công đoạn xử lý mẫu.**

Business Case Name		Track Inventory Using RFID
<b>Roadmap</b>		
<b>Milestone One</b>	<b>Description</b>	Development of a controlled pilot for 2 dock doors of DC 1
	<b>Duration</b>	8 weeks
<b>Milestone Two</b>	<b>Description</b>	Expansion of the pilot to include 4 more dock doors of DC 1
	<b>Duration</b>	8 weeks
<b>Milestone Three</b>	<b>Description</b>	Expansion of the pilot to include all 10 dock doors of DC 1
	<b>Duration</b>	8 weeks
<b>Milestone Four</b>	<b>Description</b>	Replication of the pilot in DC 2
	<b>Duration</b>	12 weeks
<b>Milestone Five</b>	<b>Description</b>	Replication of the pilot in DC 3 and DC4
	<b>Duration</b>	20 weeks

Lưu ý bằng cách nào mà phạm vi (của một giải pháp RFID hoàn thiện theo mục tiêu của một tình huống kinh doanh) được chia nhỏ để mỗi bước lặp kế tiếp được xây dựng sau khi kết thúc thành công bước trước đó. Cũng lưu ý rằng ba lần lặp lại đầu tiên nằm trong phạm vi nhỏ nhằm để nhận biết và giải quyết các yếu tố ảnh hưởng chính của một giải pháp trong khi vẫn cô lập các tác động của chúng trong một DC duy nhất. Sau khi bước này đã được thực hiện thành công, bước thứ tư là thử áp dụng lại giải pháp trước đó vào DC thứ 2. Một tập hợp các yếu tố mới (chưa xuất hiện ở các bước lặp trước) có thể xuất hiện cùng với nỗ lực sao chép này. Sau khi bước này đã được giải quyết thành công, bước cuối cùng là áp dụng giải pháp của các bước trước cho hai DC còn lại.

## **8.7. Kết luận**

Có lẽ, RFID sẽ không cung cấp mọi lý do thuyết phục để được đưa vào áp dụng trong tương lai gần. Tuy nhiên, không nên quyết định việc sử dụng hoặc không sử dụng RFID một cách chủ quan dựa trên những lời đồn thổi hoặc những ý kiến tiêu cực về công nghệ. Chương này xem xét một phương pháp để phân tích khách quan các thông số kinh doanh để xác định lý do tại sao nên sử dụng RFID và RFID nên được sử dụng ở đâu. Nếu các doanh nghiệp đã nhận được lời đề nghị sử dụng RFID từ các khách hàng quan trọng, việc sử dụng RFID có lẽ hầu như đã được quyết định. Các doanh nghiệp có thể sử dụng cách tiếp cận slap-and-ship để đáp ứng lời đề nghị này mà vẫn có thể giảm thiểu thời gian, công sức và nguồn lực cần thiết. Tuy nhiên, lợi ích tối ưu từ RFID chỉ được nhận thấy khi chính bản thân doanh nghiệp chấp nhận và sử dụng. Kết thúc chương này, các doanh nghiệp ít nhất cũng có thể bắt đầu các phân tích kinh doanh cần thiết để xác minh sự thuyết phục của RFID đối với công việc kinh doanh của mình. Kết quả có thể ngạc nhiên đến thú vị!

# Chương 9

## Thiết kế và thực thi một giải pháp RFID

Có những thách thức nào đặt ra cho việc thiết kế và thực hiện một giải pháp công nghệ RFID? Những người chưa từng thực hiện một hệ thống như hệ thống RFID có thể nghĩ rằng: "chẳng cần gì nhiều ngoài một vài đầu đọc, ăng-ten, cable, và một ít tag để xây dựng nên một hệ thống như vậy." Câu trả lời ngắn gọn ở đây là: "cần rất nhiều." Chương này sẽ cung cấp cho chúng ta câu trả lời đầy đủ, đủ để chúng ta thấy rằng việc thiết kế và thực hiện một giải pháp công nghệ RFID trong thực tế là không hề đơn giản. Vì vậy, nếu bạn đang nghĩ tới việc sử dụng giải pháp RFID một cách đơn giản như kiểu "nhấn là chạy" để phục vụ cho nhu cầu công việc thì hãy chú ý: Yêu cầu cụ thể của từng công việc và các yếu tố ngoại cảnh sẽ ảnh hưởng đến sự phù hợp của một giải pháp RFID. Không tồn tại một hệ thống RFID phù hợp cho mọi ứng dụng. Ngày nay, Từ các nhà cung cấp, ta có thể tìm thấy một vài phần của giải pháp cũng như hệ thống tích hợp tùy theo yêu cầu công việc. Vấn đề là phải biết thành phần nào cung cấp giải pháp tối ưu và cần phải làm gì để kết hợp các yếu tố lại với nhau nhằm đạt được một giải pháp như mong muốn.

Chương này sẽ cung cấp cho những nhà thiết kế và những người thực hiện một khảo sát chuyên sâu về những ảnh hưởng của yếu tố ngoại cảnh tới một giải pháp công nghệ RFID. Trong chương cũng đề cập tới sự phức tạp cũng như những khó khăn tiềm ẩn xuất hiện trong quá trình thiết kế và thực hiện giải pháp công nghệ RFID. Ngoài ra, bạn sẽ tìm thấy một vài "mẹo" và lời khuyên dựa trên những kinh nghiệm thiết kế và thi công trong thực tế. Thông qua chương này, bạn có thể rút ra những nguyên tắc và công cụ phong phú để "thiết kế-thi công" một hệ thống RFID.

### Chú ý

Chương này giả định rằng những người thiết kế và thực hiện đã thành thạo trong việc thiết kế và thực hiện một ứng dụng nói chung chẳng hạn như xây dựng kiến trúc hệ thống v.v. Chương này cũng giả định rằng, những hoàn cảnh sử dụng cụ thể, những yêu cầu ứng dụng và những hoạt động yêu cầu không chức năng đã được đề cập tới vào thời điểm này. Vì vậy ta sẽ không thảo luận chi tiết về các vấn đề trên nữa.

Một số vấn đề được đề cập trong chương , chẳng hạn như việc lựa chọn nhà phân phối, có vẻ như đã vượt ra khỏi nội dung truyền thống của việc thiết kế và thi công hệ thống. Tuy



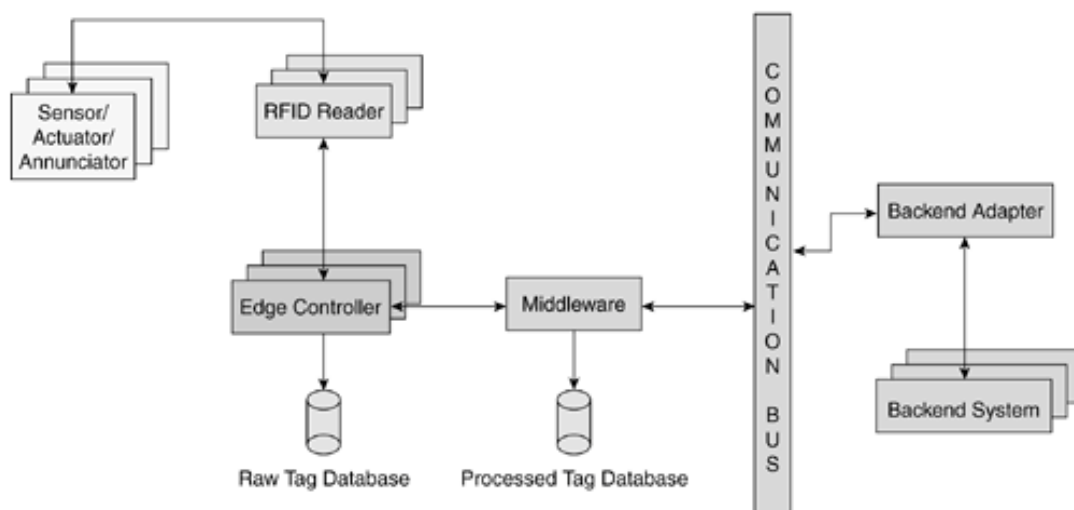
nhiên những yếu tố có vẻ như ngoài luồng này lại có ý nghĩa quan trọng đối với việc dự trù thiết kế và thi công. Do đó, chúng sẽ được xem xét trong chương này.

Có một số yếu tố ảnh hưởng tỏ ra rất phức tạp, không thể phân tích nếu chỉ dùng giấy và bút. Người thiết kế và thực hiện nên bắt tay vào sử dụng những sản phẩm RFID trong các thiết lập mang tính mô hình/thử nghiệm. Kinh nghiệm trong thực hành sẽ giúp họ lần lượt xác định được những thông số cho phép họ đưa ra một giải pháp kỹ thuật đúng đắn.

## 9.1. Cấu trúc hệ thống

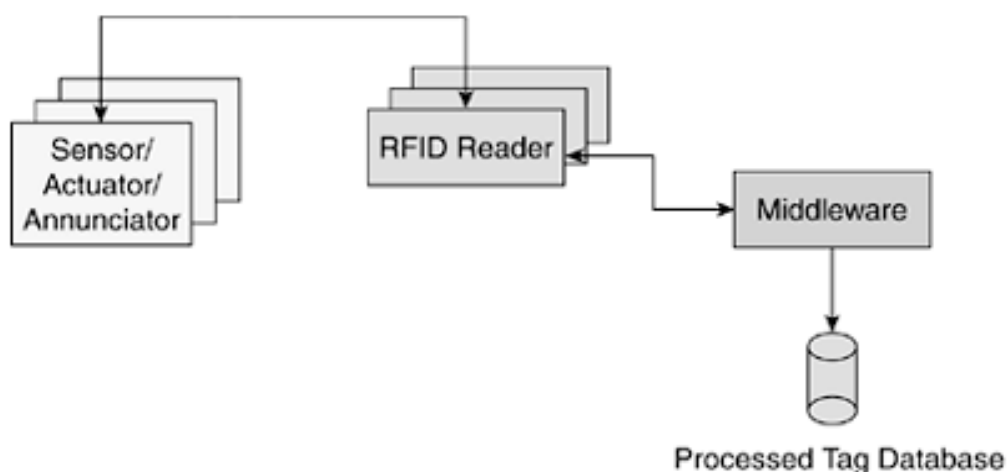
Như một phần của hoạt động thiết kế, bạn phải xác định cấu trúc luận lý của hệ thống. Bạn có thể sử dụng cấu trúc luận lý của một hệ thống RFID thể hiện trong hình 9-1 (bắt nguồn từ hình 1-4 trong Chương 1) như là một điểm khởi đầu.

**Hình 9-1. Một kiến trúc hợp lý của một hệ thống RFID.**



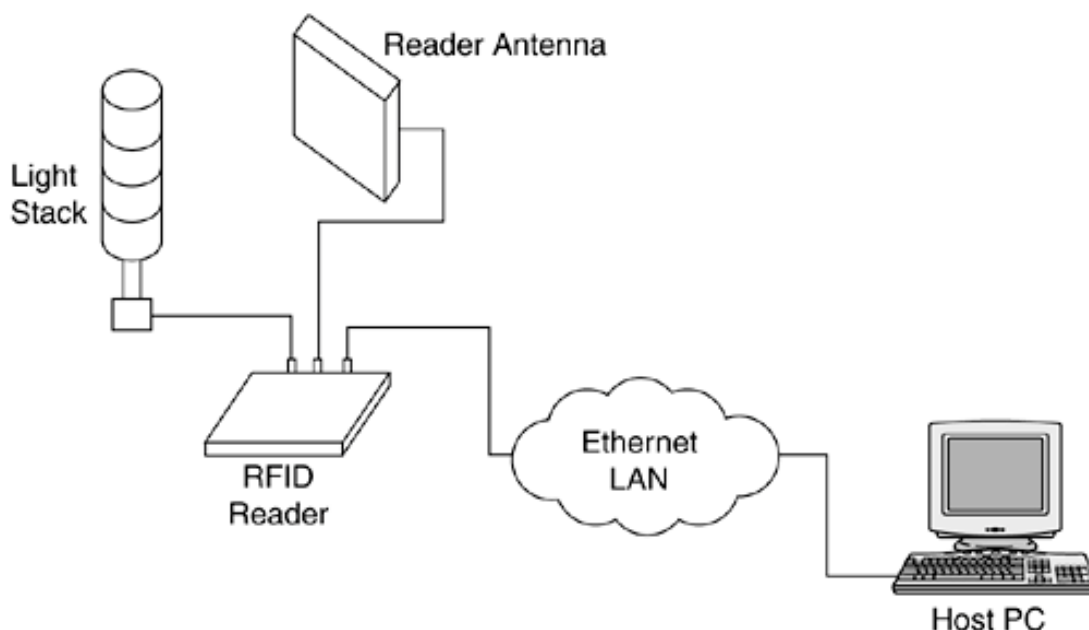
Bạn có thể tự điều chỉnh cấu trúc tổng quát ở trên cho phù hợp với yêu cầu ứng dụng. Ví dụ, hình 9-2 cung cấp một sự điều chỉnh khả dĩ cho ứng dụng kiểu slap-and-ship.

**Hình 9-2. Một cấu trúc luận lý của ứng dụng loại slap-and-ship.**



Một vài điều chú ý trong hình 9-2: bộ điều khiển biên xem như được nhúng vào đầu đọc. Cơ sở dữ liệu tag chưa xử lý xem như được đưa vào trong bản thân đầu đọc dưới hình thức là một bộ phận đóng vai trò như bộ đệm đọc. Cơ sở dữ liệu này cũng được truyền dẫn bởi một phần mềm trung chuyển (middleware). Ngay khi nhận được danh sách các tag đã đọc từ đầu đọc, phần mềm trung chuyển có thể tạo lập những hồ sơ về các tag chưa xử lý ngay trong vùng dữ liệu này (trước khi dữ liệu nhận được tiếp tục đem đi xử lý). Ngoài ra, dữ liệu trong tag (đã được xử lý) không được chia sẻ với các ứng dụng nền. Tuy nhiên, ta cũng có thể trực tiếp sử dụng dữ liệu của tag đã được xử lý để chia sẻ một cách gián tiếp. Chẩn hạn một chương trình, bằng quá trình xử lý lặp lại theo từng đợt, có thể xuất dữ liệu từ cơ sở dữ liệu theo định kỳ. Dữ liệu đã được lấy ra được xử lý theo nhiều cách khác nhau để cung cấp cho hệ thống nền. Đây không phải là một giải pháp dài hạn, nhưng có thể sử dụng như một giải pháp ngắn hạn. Cấu trúc luận lý của hệ thống bây giờ có thể được sử dụng như một bảng thiết kế để xác định xem thành phần nào cần thiết và chúng cần được kết nối như thế nào để thực thi một dự án. Ví dụ, cấu trúc vật lý bây giờ có thể được xác định. Hình 9-3 biểu thị một cấu trúc vật lý được suy ra từ cấu trúc luận lý ở hình 9-2. (Những chi tiết chính xác về sản phẩm như tên nhà sản xuất, chỉ số các bộ phận v.v.. không được thể hiện để đảm bảo tính bí mật cho nhà phân phối. Tuy nhiên những chi tiết này nên là một phần của cấu trúc vật lý.

**Hình 9-3. Một kiến trúc vật lý của một ứng dụng loại slap-and-ship.**



Nói chung, ta chỉ có thể xác định được các thành phần của cấu trúc vật lý sau khi đã phân tích kỹ lưỡng các yếu tố kỹ thuật RFID.

## 9.2. Yếu tố kỹ thuật

Bạn phải xem xét một vài yếu tố kỹ thuật khi thiết kế và thực thi một giải pháp RFID, bao gồm:

Tần số hoạt động

- Tags(thẻ phát)
- Đầu đọc
- Anten
- Vật cần được gắn thẻ(tag)
- Điều kiện hoạt động
- Các nhà cung cấp
- Tiêu chuẩn
- Phần cứng và phần mềm dành cho ứng dụng

- Tích hợp với những hệ thống hiện có
- Bảo trì

Một số các yếu tố trên còn bao gồm thêm các yếu tố phụ khác. Một giải pháp RFID tối ưu phải kết hợp hài hòa giữa các yếu tố để đáp ứng được yêu cầu công việc trong điều kiện ngân sách nhất định. Thật không dễ để tạo ra một giải pháp như vậy. Điều này càng trở nên khó khăn hơn đối với những hệ thống có quy mô lớn và độ phức tạp cao.

Chương này cung cấp những mẫu mà bạn có thể sử dụng để phân tích kỹ càng các yếu tố đã đề cập ở trên và ghi lại kết quả của bạn. Bạn cũng có thể chỉnh sửa những mẫu này cho phù hợp với yêu cầu cụ thể của bạn. Bạn cũng có thể đơn giản hóa một mẫu ở đây bằng cách loại bỏ những yếu tố không liên quan tới dự án của bạn. Bạn cũng có thể phát triển một mẫu bằng cách thêm vào các yếu tố sao cho mẫu mới chứa đựng những yếu tố phù hợp với yêu cầu của bạn. Một mẫu này có thể được tham chiếu từ các mẫu khác. Ví dụ, trường ID của tag mẫu tham chiếu với trường ID của vật mẫu. Những mẫu được cung cấp ở đây chứa những yếu tố ảnh hưởng cụ thể và các yếu tố phụ đi kèm với chúng. Những mô hình mẫu này thường không chứa những yếu tố khác liên quan tới dự án chặn hạn như yếu tố con người, mặc dù những yếu tố này được tính vào công tác bảo trì mẫu. Ngoài ra bạn có thể tiêu chuẩn hóa một mô hình theo hướng tách các bộ phận từ mô hình cũ và biến các bộ phận này thành các mô hình-mẫu độc lập. Ví dụ, vùng đọc được trong mẫu tag có thể được lấy ra và kết hợp với mẫu kiểm tra và phân phối để tạo nên một mô hình có thể đọc. Chương này cho phép ta thực hiện những điều như vậy (và nhiều điều khác nữa) nhằm giúp ta khám phá cũng như làm rõ những yếu tố đặc trưng của công nghệ RFID.

Những mục nhỏ dưới đây bàn về từng yếu tố cụ thể.

### 9.2.1. Tần số hoạt động

Tần số hoạt động là yếu tố kỹ thuật quan trọng nhất trong việc thiết kế hệ thống RFID. Nhà thiết kế không nên tiến hành thêm bất cứ công việc thiết kế kỹ thuật nào cho tới khi xác định được chính xác tần số hoạt động của hệ thống. Tại sao tần số đóng vai trò quan trọng như vậy? Câu trả lời đơn giản: khả năng của hệ thống RFID thay đổi tùy thuộc vào loại tần số. Sau khi bạn biết loại tần số, bạn có thể giải quyết một cách cặn kẽ tất cả các yếu tố còn lại.

Làm thế nào bạn có thể xác định tần số của một hệ thống? Ba yếu tố chính sau đây cho phép bạn thực hiện điều đó:

**Khoảng cách đọc tối đa.** Đây là khoảng cách tối đa giữa đầu đọc và thẻ trong khi dữ liệu thẻ còn có thể được đọc một cách chính xác (tùy theo ứng dụng và tùy thuộc vào loại thẻ, tích cực hay thụ động).

Hình 9-4 cung cấp một bản tần số mẫu.

**Hình 9-4. Tần số mẫu.**

<b>Variable Name</b>	<b>Frequency</b>	
<b>Selection Summary</b>		
<b>Value Options</b>	<input type="checkbox"/> LF: <input type="checkbox"/> 125KHz <input type="checkbox"/> 134KHz <input type="checkbox"/> Other: _____ <input type="checkbox"/> HF: <input type="checkbox"/> 13.56MHz <input type="checkbox"/> Other: _____ <input type="checkbox"/> UHF : <input type="checkbox"/> 303.8 MHz <input type="checkbox"/> 433 MHz <input type="checkbox"/> 868 MHz <input type="checkbox"/> 915 MHz <input type="checkbox"/> Other: _____ <input type="checkbox"/> Microwave: <input type="checkbox"/> 2.45 GHz <input type="checkbox"/> 5.8 GHz <input type="checkbox"/> Other: _____	
<b>Constituting Variables</b>		
<b>Maximum Reading Distance</b>	<b>Priority</b>	
<b>Application Type</b>	<b>Priority</b>	
<b>Operating Conditions</b>	<b>Priority</b>	
<b>Notes</b>		

**Loại ứng dụng.** Nói chung, những nhóm ứng dụng cụ thể sẽ tương ứng với những giải tần nhất định.

**Điều kiện làm việc.** Một số đặc điểm về môi trường hoạt động của hệ thống cũng là nhân tố quan trọng giúp ta xác định tần số hoạt động.

Trước khi đi vào từng yếu tố cụ thể, bạn cần phải hiểu rõ những quy định chung về việc lựa chọn tần số. Luật pháp quy định giải tần mà ta được phép sử dụng. Ví dụ, nếu bạn sử dụng tần số 915mhz để triển khai một hệ thống RFID ở châu Âu, thì bạn sẽ gặp rắc rối, vì luật pháp châu Âu không cho phép ta sử dụng tần số này cho hệ thống RFID. Tuy nhiên bạn có thể sử dụng tần số 868Mhz để thay thế. Ngược lại, nếu bạn sử dụng tần số 868Mhz để triển khai hệ thống RFID ở Mỹ thì một lần nữa, bạn lại gặp rắc rối, vì điều này là vi phạm pháp luật ở Mỹ. Vậy, bạn cần phải làm gì khi tần số bạn đã chọn là không hợp pháp tại nơi bạn triển khai?

Bạn có thể thay thế tần số mà bạn đã chọn bằng một tần số tương ứng gần nhất. Ví dụ, nếu tần số 915Mhz bị cấm ở châu Âu, bạn có thể chuyển sang sử dụng tần số 868MHz. Đó vẫn là tần số UHF và không ảnh hưởng đáng kể đến thiết kế của bạn.

Chỉ chọn một (hay nhiều) nhà cung cấp có thể cung cấp đầu đọc, ăng-ten, thẻ có thể hoạt động ở tần số đã chọn.

Xin giấy phép đặc biệt từ chính phủ hay các cơ quan chức năng hữu quan.

Cách giải quyết đầu tiên liên quan đến việc thay thế tần số bất hợp pháp bằng một tần số thích hợp nhất, được phép sử dụng ở quốc gia hay vùng lãnh thổ triển khai dự án, đồng thời vẫn đáp ứng được các yêu cầu của ứng dụng. Đây là cách làm dễ nhất, tất nhiên là trong trường hợp ta tìm được tần số thay thế khả dĩ.

Nhà cung ứng cũng có thể cung cấp các giải pháp để giải quyết vấn đề này. Những nhà cung ứng hiện nay có các đầu đọc có thể hoạt động ở nhiều tần số khác nhau, vì thế có thể “vượt qua” luật hạn chế tần số. Cách làm này cũng tỏ ra hiệu quả trong trường hợp một ứng dụng đơn lẻ cần được triển khai ở nhiều vùng lãnh thổ khác nhau và tần số hoạt động của hệ thống là bất hợp pháp tại ít nhất một trong các vùng lãnh thổ đó. Ví dụ, nếu bạn cần triển khai một ứng dụng sử dụng tần số UHF ở Mỹ lẫn châu Âu thì bạn nên chọn những nhà cung ứng mà có thể cung cấp các thiết bị phần cứng có thể hoạt động được ở hai tần số 915Mhz và 868Mhz. Nếu làm như vậy, một hệ thống có thể hoạt động ở hai nơi mà chỉ cần một thay đổi nhỏ (thậm chí không cần thay đổi), theo đó, giảm thiểu được sự phiền phức cũng như tốn kém trong việc xây dựng và bảo trì tới hai hệ thống khác nhau mà chỉ thực hiện cùng một chức năng.

Một số quốc gia cấp phép đặc biệt cho việc sử dụng tạm thời một dải tần số, thậm chí khi tần số đó là bất hợp pháp tại quốc gia này. Tuy nhiên quá trình phê duyệt tỏ ra tốn thời gian. Nếu theo đuổi giải pháp này, bạn cần một quỹ “thời gian chết” rất lớn. Phương pháp này tỏ ra hữu dụng trong những tình huống nhất định, chẳng hạn trong trường hợp bạn đang lên kế hoạch để nghiên cứu thí điểm trong một khoảng thời gian tạm thời nhằm đánh giá công nghệ hoặc kiểm tra một số giả thiết về khía cạnh công nghệ. Sẽ không dễ để có được một giấy phép dài hạn đặc biệt cho phép sử dụng tần số bất hợp pháp nếu như một ứng dụng RFID không thật sự cần thiết trong một số lĩnh vực như quốc phòng.

Các mục tiếp theo giúp ta tìm hiểu những nhân tố quyết định đến tần số hoạt động của một ứng dụng RFID.

### 9.2.1.1. Khoảng cách đọc tối đa

Khoảng cách đọc tối đa là một trong những yếu tố quan trọng nhất quyết định tần số của một hệ thống. Khoảng cách đọc thường cho phép ta giới hạn ở một hay hai tần số phù hợp, trong trường hợp có hai tần số cùng phù hợp thì ta cũng dễ dàng xác định được tần số phù hợp nhất. Ví dụ, đối với các ứng dụng mà tag và đầu đọc cần phải tiệm cận với nhau (từ một vài inch tới dưới 3 feet), bạn nên sử dụng hoặc dải tần số thấp (125kHz hoặc 134kHz) hoặc dải tần số cao (13.56MHz). Chương 1 đã thảo luận chi tiết về những loại tần số này.

### 9.2.1.2. Loại ứng dụng

Nói chung, mỗi dải tần số tương ứng với các ứng dụng nhất định. Ví dụ, đối với những ứng dụng dùng thẻ tiệm cận (đưa thẻ đến gần đầu đọc), dải tần thấp LF (tiêu biểu là 125 KHz) thường được sử dụng. Vì vậy, nếu một ứng dụng dùng thẻ tiệm cận đang được thiết kế, nhà thiết kế có thể chọn tần số 125 KHz bằng cách kết hợp một loại ứng dụng cụ thể với tần số thích hợp của nó (xem chương 4: ứng dụng công nghệ RFID).

### 9.2.1.3. Điều kiện vận hành

Một số điều kiện hoạt động điển hình có thể cung cấp những gợi ý rõ ràng giúp ta chọn ra tần số thích hợp. Ví dụ, nếu ứng dụng cần bảo đảm ít bị ảnh hưởng bởi những thứ như bùn, kim loại, hoặc tuyết thì sóng LF (thường là 125 KHz) hay sóng HF (thường là 13,56 MHz) có lẽ là sự lựa chọn lý tưởng. Ngoài ra, tại các bệnh viện, tần số HF (13,56 MHz) là tần số được lựa chọn điển hình bởi vì nó ít gây nhiễu nhất đến các thiết bị sẵn có.

Khoảng cách đọc, nói chung, là yếu tố cuối cùng quyết định đến việc lựa chọn tần số. Mặc dù loại hình ứng dụng và điều kiện hoạt động là quan trọng, khoảng cách đọc vẫn là yếu tố cuối cùng quyết định đến tần số chính xác. Bạn sẽ làm gì nếu tần số lựa chọn dựa trên khoảng cách đọc khác với tần số lựa chọn dựa trên các yếu tố khác? Trong trường hợp này, các yếu tố quan trọng hơn cần được ưu tiên. Nghĩa là Tần số tương ứng với các yếu tố quan trọng nhất nên được lựa chọn. Ví dụ, một trong những công ty lớn sản xuất lớp đã không tuân theo tiêu chuẩn B-11 của tập đoàn công nghiệp ô tô bắc Mỹ trong việc xây dựng hệ thống giám sát nhiệt độ và áp suất của lớp xe. Tiêu chuẩn B-11 quy định khoảng cách đọc 24 inch và tần số hoạt động 915MHz. Tuy nhiên điều kiện hoạt động này đã làm sai lệch kết quả, vì vậy công ty quyết định sử dụng tần số LF (125Khz) để thay thế nhằm hạn chế tối đa những ảnh hưởng đến ứng dụng của họ.

### 9.2.2.Thẻ

Hình 9-5 chỉ ra các thông số mẫu tiêu biểu của thẻ

**Hình. 9-5. Thẻ mẫu.**

<b>Variable Name</b>	Tag	
<b>Selection Summary</b>		
<b>Constituting Variables</b>		
<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> RO <input type="checkbox"/> WORM <input type="checkbox"/> RW	
	<input type="checkbox"/> Passive <input type="checkbox"/> Active <input type="checkbox"/> Semi-active	
	Special Characteristics	
	Other	
<b>Readability</b>	Item ID	
	Read Robustness	
	Read Distance	
	Tag Density	
	Tag Motion	
	Tag Orientation	
	Operating Environment	
	Item ID	
	Read Robustness	
	Read Distance	
	Tag Density	
	Tag Orientation	
	Operating Environment	
<b>Data Capacity</b>	Tag Motion	
	Object Data	
	Data Lock?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
<b>Physical Properties</b>	Dimension	
	Ruggedness	
<b>Attachment</b>	Item Type/Name	
	Where?	
	How?	
	Item Type/Name	
	Where?	
	How?	
<b>Tag Recycled?</b>		
<b>Volume</b>		
<b>Notes</b>		



Yếu tố có vẻ đơn giản này lại bao gồm các yếu tố phụ khác. Trên thực tế, khi thiết kế một ứng dụng RFID, bạn cần phải xem hết hầu như tất cả các yếu tố dưới đây

- Chung loại
- Dễ hay khó đọc
- Dung lượng
- Tính chất vật lý
- Đính kèm
- Tuổi thọ

Việc tối ưu hóa mỗi yếu tố có thể là một nhiệm vụ vô cùng khó khăn, nếu không không muốn nói là không thể. Trước tiên bạn cần cố gắng để đạt được sự cân bằng tối ưu giữa các yếu tố. Nếu không thể làm như vậy, thì ít nhất bạn phải làm cho sự cân bằng trở nên chấp nhận được. Đây là một trong những công việc mà bạn không nên xem nhẹ hoặc làm vội vàng, bởi vì những quyết định liên quan tới các yếu tố đề cập ở trên sẽ ảnh hưởng đến chi phí ứng dụng theo định kỳ và khả năng thu thập dữ liệu của ứng dụng.

Những mục dưới đây sẽ khảo sát chi tiết về các yếu tố phụ này.

### **9.2.2.1. Chung loại**

Yếu tố chung loại dùng để chỉ các loại thẻ sẽ được sử dụng trong ứng dụng. Sau đây là một số câu hỏi quan trọng mà bạn cần phải trả lời:

- RO, Worm, hoặc RW,?
- Thụ động, tích cực, hoặc bán tích cực?
- Đặc điểm đặc biệt?
- Các đặc điểm khác?

Như bạn có thể thấy từ danh sách này, thậm chí chỉ với một thao tác đơn giản là chọn loại tag, thì bạn cũng phải cần xem xét cẩn thận một vài yếu tố như đã kể ở trên.

#### **9.2.2.1.1. RO, Worm, hoặc RW?**

Đặc điểm nhận dạng đặc trưng của một thẻ (tức là chuỗi dữ liệu ghi trong thẻ) sẽ được khởi tạo ra bởi nhà sản xuất hay sẽ được khởi tạo từ các ứng dụng khi cần thiết? Dữ liệu có thể được ghi lại sau khi đã được khởi tạo hay không? Nếu được, thì vấn đề bảo mật dữ liệu

được thực hiện như thế nào để bảo đảm rằng dữ liệu trong tag không được ghi một cách tùy tiện bởi những thực thể không hợp lệ? Câu trả lời cho những câu hỏi trên phụ thuộc vào loại dữ liệu cần được lưu trữ trong thẻ. Nếu thẻ chỉ cần lưu trữ một thông tin tĩnh đơn nhất, thì thẻ RO hay WORM là chính xác những gì ta cần. Nếu dữ liệu trong thẻ có thể thay đổi, tức là thẻ chứa những thông tin động về đối tượng được gắn thẻ (đi kèm với một thông tin tĩnh dùng để nhận dạng) thì ta cần thẻ RW. Nếu ứng dụng được sử dụng trong những nơi được đảm bảo an ninh chặt chẽ như bên trong nhà máy thì vấn đề bảo vệ (liên quan đến kỹ thuật) có lẽ không phải là một mối quan tâm lớn. Tuy nhiên, bạn nên đánh giá vấn đề này dựa trên lịch sử, khả năng quản lý của công ty.....

#### **9.2.2.1.2. Thụ động, tích cực, hay bán tích cực?**

Nói chung, nếu các ứng dụng không cần các thẻ có đặc điểm riêng như nhận biết nhiệt độ, độ ẩm... mà theo đó, cách lưu trữ và truyền dữ liệu cũng khác các thẻ cơ bản, thì ta chỉ cần tag thụ động. Tuy nhiên ứng dụng chắc chắn sẽ cần những tag tích cực nếu những đặc điểm tùy chỉnh (đo nhiệt độ, độ ẩm...) là cần thiết. Ngoài ra, đối với những ứng dụng bao gồm các đối tượng di chuyển với tốc độ cao thì ta có thể sử dụng tag bán tích cực.

#### **9.2.2.1.3. Đặc điểm đặc biệt**

Những đặc điểm đặc biệt (ví dụ, thẻ sử dụng cho các đồ vật kim loại hay những sản phẩm có chứa chất lỏng hấp thụ sóng RF) có thể cần thiết tùy thuộc vào yêu cầu ứng dụng. Đây là mối quan tâm quan trọng. Hiệu năng hệ thống có thể giảm nghiêm trọng nếu loại thẻ được chọn không chính xác dẫn đến khả năng đọc kém khi thẻ đó được gắn vào đối tượng mong muốn. Lưu ý rằng, có thể không tồn tại bất kỳ một loại thẻ thích hợp nào đối với một đồ vật nào đó! Việc Phát triển một thẻ để phục vụ cho một mục tiêu cụ thể thường tốn kém ( chi phí 100,000 \$ trở lên.)

#### **9.2.2.1.4. Những yếu tố khác?**

Các tag có thể có các thuộc tính bổ sung ngoài những đặc điểm phụ đã kể ở trên. Ví dụ, nếu thẻ EPC được sử dụng, thì thuộc tính phụ có thể là EPC lớp 0 / 0 + / 1 hoặc EPC Gen 2. Ngoài ra, nếu loại thẻ đặc thù của nhà cung cấp được sử dụng, thì những thuộc tính phụ sẽ được nhận biết dựa vào mã sản phẩm đặc trưng của từng nhà cung cấp.

#### **9.2.2.2. Khó hay dễ đọc (khả năng cho phép đọc)**

*Khả năng cho phép đọc* là một yếu tố vô cùng quan trọng của một tag, bởi vì bạn muốn rằng tag sẽ được đọc thành công bởi đầu đọc trong vùng tác động. Vì vậy, một mình yếu tố này có thể xác định sự thành công hay thất bại của hệ thống RFID. Để bảo đảm về *khả năng đọc được* của một thẻ, hãy xem xét những điểm sau:

▪ Độ ổn định. Độ ổn định thể hiện ở chỗ tag được đọc bao nhiêu lần khi bị tác động bởi đầu đọc. Số lần đọc được càng cao thì càng ổn định. Do đó, độ ổn định cao đồng nghĩa với khả năng một tag sẽ được đọc ít nhất một lần bởi một thiết bị đọc là cao. Kết quả là, các hệ thống RFID sẽ đạt một mức độ thành công cao trong việc thu thập dữ liệu từ các thẻ.

▪ Khoảng cách đọc từ thẻ đến đầu đọc. Nên tránh việc mở rộng tối đa khoảng cách đọc khi độ ổn định bị ảnh hưởng. Một hệ thống RFID cần được thiết kế sao cho độ ổn định được tối ưu hóa với mỗi khoảng cách đọc yêu cầu.

▪ Thiết kế của ăng-ten thẻ phát(tag). Yếu tố này có ảnh hưởng to lớn đến khả năng đọc được của thẻ. Một ăng ten có thể được thiết kế theo vô số cách khác nhau. Một thẻ ăng ten mà thiết kế đã được tối ưu để sử dụng trong điều kiện hoạt động này có thể hoạt động kém hiệu quả trong điều kiện khác. Các nhà cung cấp phần cứng có trách nhiệm thiết kế thẻ ăng ten. Vì vậy, các doanh nghiệp(hay người sử dụng) không thể kiểm soát nhiều hơn yếu tố này.

▪ Mật độ thẻ. yếu tố này thể hiện việc có bao nhiêu thẻ có mặt trong phạm vi đầu đọc cùng một lúc. Việc tăng mật độ thẻ có thể hạ thấp độ ổn định, theo đó, khả năng đọc được của thẻ cũng giảm .

▪ Sự chuyển động của thẻ. Tốc độ chuyển động của đối tượng được gắn thẻ có thể ảnh hưởng đến khả năng đọc thẻ vì một thẻ cần phải được giữ trong vùng tác động của đầu đọc trong một thời gian đủ dài để nhận và / hoặc truyền tải dữ liệu trước khi chuyển ra khỏi vùng tác động. Nếu thẻ di chuyển ra ngoài vùng tác động trước khi nó có thể nhận dữ liệu thành công hay hoàn thành việc truyền dữ liệu thì khả năng đọc thẻ sẽ bị ảnh hưởng. Trong những tình huống này, bạn có thể sử dụng các thẻ bán tích cực để hóa giải các tác động của tốc độ đến khả năng đọc thẻ. Lưu ý rằng không phải tất cả các thẻ bán tích cực đều có thể giải quyết vấn đề này. Có một điều quan trọng cần lưu ý: hầu như chắc chắn, tại một vài thời điểm trong quá trình vận hành, đầu đọc cần phải đọc thông tin từ tag trong lúc đối tượng gắn tag đang chuyển động (ví dụ, trong giai đoạn xếp dỡ). Vì vậy, một thiết kế giả định mà không đề cập tới trường hợp tag chuyển động thì chắc chắn không chính xác.

▪ Định hướng thẻ. Cách mà một tag được đưa tới ăng-ten đầu đọc đóng vai trò quan trọng trong việc đọc một cách chính xác. Việc định hướng cho thẻ phụ thuộc vào loại ăng-ten và hướng của ăng-ten. Đối với một anten phân cực tuyến tính, thẻ phải được định hướng tới các ăng-ten đúng cách để có thể trùng với các trường điện từ của ăng ten. Điều này có nghĩa là nếu các anten phân cực tuyến tính được định hướng theo chiều ngang, thẻ cũng cần được định hướng theo chiều ngang. Tương tự, đối với một

ăng ten định hướng phân cực tuyến tính theo chiều dọc, thẻ cần phải được định hướng theo chiều dọc. Đối với một anten phân cực tròn, bạn có thể định hướng các thẻ theo cách bất kỳ. Bạn có thể xem lại Chương 1: có một cách định hướng gián tiếp chung cho thẻ sử dụng đối với những thẻ không thể đọc (hoặc khó đọc) với bất kỳ loại ăng-ten nào.

- Môi trường hoạt động. Điều này được thảo luận trong Phần 9.2.6, “Điều kiện vận hành.”

Việc đọc thẻ dễ hay khó là tùy thuộc vào mặt hàng sử dụng. Rất khó để xác định khả năng đọc thẻ trên lý thuyết. Ta chỉ có thể xác định điều này bằng cách thiết lập hệ thống RFID thử nghiệm trong các môi trường hoạt động thực tế, sử dụng các thẻ RFID thực tế, thiết bị đọc, ăng-ten, và các mặt hàng được gắn thẻ. Điều quan trọng là làm thử nghiệm khả năng đọc trong môi trường hoạt động thực tế trong giờ hoạt động bình thường, do đó, việc thử nghiệm đúng có thể tạo ra bất cứ yếu tố thực tế nào có ảnh hưởng đến khả năng đọc. Một thiết lập như vậy có thể tỏ ra quan trọng vì nhiều lý do khác nhau. Trong trường hợp này, thử nghiệm phải được thực hiện trong một thiết lập mà bắt chước môi trường hoạt động thực tế càng giống càng tốt. Thậm chí khi ta đã thực hiện giống như vậy thì kết quả cũng có thể khác với thực tế. Ngày nay, một số nhà cung cấp và tích hợp RFID đã xây dựng phòng thí nghiệm riêng của họ, nơi họ có thể thực hiện thử nghiệm khả năng đọc thay cho doanh nghiệp.

### 9.2.2.3. Dung lượng dữ liệu

Dung lượng dữ liệu là một yếu tố quan trọng, có thể có tác động lớn đến các khía cạnh ứng dụng như chi phí và hiệu quả. Sau đây là các câu hỏi chính mà ta cần giải quyết:

- Có bao nhiêu bit dữ liệu cần được lưu trữ trong tag?
- Khóa dữ liệu có cần thiết?

Câu trả lời cho câu hỏi đầu tiên phụ thuộc vào việc dữ liệu trong thẻ là các “tấm giấy phép (tức chỉ là một mã dùng để nhận biết đó là sản phẩm)” hay là loại có chứa các thông tin khác, chẳng hạn như thuộc tính của đối tượng gắn thẻ. Trong trường hợp đầu tiên, hầu như loại thẻ 96-bit EPC Lớp 0 + / 1 hoặc thậm chí là loại thẻ lớp 0 có thể được sử dụng tốt. Tại sao? Bởi vì một nhà thiết kế có thể muốn sử dụng một loại mã nhận dạng duy nhất không thuộc loại EPC, chẳng hạn như một mã dài hơn mã EPC 96 bit. Thực tế này không phải là hiếm trong các ứng dụng ngày nay. Trong trường hợp này, mã nhận dạng thực tế sẽ mã hóa một vài thông tin về thông số của đối tượng như ngày hết hạn, số lô... Vì vậy, nó phục vụ hai mục đích: Thứ nhất, để nhận biết đích xác hàng hóa, thứ hai, khách hàng hoặc nhân viên có thể sử dụng nó để lấy một số thông tin chủ yếu về mặt hàng mà không cần truy cập vào hệ thống cơ sở dữ liệu của sản phẩm.

Đồng thời, Vì lên quan tới vấn đề lỗi cũng như sự chậm trễ trong quá trình đọc, ghi và truyền dữ liệu, một mã nhận dạng thường không quá dài (khoảng dưới 128 bit). Nếu những thông tin đặc trưng về đối tượng cần được lưu trữ trong thẻ cùng với thông tin dùng để nhận biết đích xác đối tượng đó, thì ta cần một bộ nhớ lớn hơn. Các thông tin đặc trưng có thể là số hiệu chi tiết, lịch sử bảo trì... Những trường hợp sử dụng thẻ có dung lượng lớn hơn 256 bit không phải là hiếm, Đã có những hệ thống đầu tiên sử dụng thành công thẻ có dung lượng lên đến 40000 bit.

Bạn có thể cần các “khóa dữ liệu” để ngăn chặn sự thay đổi dữ liệu. Bạn có thể khóa một phần của dữ liệu trong thẻ để nó không thể được sửa đổi. Khóa dữ liệu có thể ở cấp độ phần cứng hay ở cấp độ phần mềm. Đối với thẻ EPC lớp 0, thông tin được ghi vào thẻ bằng cách vật lý (đốt cháy các đoạn cầu chì) vì vậy vĩnh viễn không thể thay đổi được. Ngược lại, một khóa phần mềm (ví dụ đối với thẻ EPC lớp 1) có thể sử dụng một chương trình mật khẩu để mở khóa các đoạn dữ liệu đã bị khóa.

#### **9.2.2.4. Tính chất vật lý**

Đây là một yếu tố quan trọng mà bạn nên xem xét khi thiết kế một hệ thống RFID. Các mối quan tâm chính liên quan đến tính chất vật lý bao gồm:

- Kích thước thích hợp của thẻ ? Các kích thước thích hợp của thẻ thường phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của mặt hàng được gắn thẻ. Các kích thước cũng có thể phụ thuộc vào độ lớn khoảng trống có sẵn trên bao bì sản phẩm, do đó mặt hàng có thể được gắn thẻ mà không cản trở bất kỳ thông tin quan trọng nào của sản phẩm. Các kích thước vật lý thích hợp của thẻ có thể nhỏ hơn rất nhiều so với kích thước mặt hàng thực tế.
- Thẻ có cần bền hay không?: Điều này thực sự phụ thuộc vào điều kiện môi trường mà hệ thống RFID đang hoạt động. Các điều kiện môi trường có thể bao gồm nhiệt, lạnh, độ ẩm, hóa chất ăn mòn, sóc cơ khí, và rung động. Thẻ có thể phải bền để tồn tại trong các điều kiện trên. Tuy nhiên, giá của thẻ như vậy có thể đắt hơn so với những thẻ không bền.

Đừng bao giờ phá hỏng tag bằng các hành động bất cẩn nhằm làm giảm kích thước của tag để gắn vào hàng hóa. Những hành động này bao gồm việc gấp thẻ, cắt bằng kéo, v.v..., nếu nghiêm trọng có thể làm mất sự điều hướng các ăng-ten trong thẻ. Nếu có ai đó làm như vậy, những thẻ đã bị biến đổi có thể không nhận đủ năng lượng từ tín hiệu của ăng-ten đầu đọc và kết quả là quá trình truyền dữ liệu bị lỗi một phần hay toàn bộ. Lưu ý rằng việc sửa đổi thẻ không phải là hiếm (ví dụ, khoan lỗ vào các thẻ ăng-ten để tăng khả năng đọc của nó)! Tuy nhiên, chỉ những người có chuyên môn mới nên làm việc này (chẳng hạn như các nhà thiết kế tag), vì những người này biết những gì họ đang làm.

### 9.2.2.5. Đính kèm

Cách mà thẻ được gắn vào hàng hóa đóng vai trò quan trọng trong việc đọc thông tin chính xác từ thẻ. Điều này cũng khác nhau tùy theo loại mặt hàng. Ta phải trả lời hai câu hỏi dưới đây:

- Thẻ sẽ được gắn ở đâu?
- Thẻ sẽ được gắn như thế nào?

Về mặt lý thuyết, rất khó để đưa ra câu trả lời cho cả hai câu hỏi này. Việc thiết lập thử nghiệm đối với các đối tượng thực tế là cần thiết để gắn thẻ cũng như xây dựng phần cứng RFID cho thích hợp. Hơn nữa, hoạt động này nên diễn ra trong không gian cũng như thời gian làm việc thực tế để có thể chịu tác động bởi các nhân tố thực tế ảnh hưởng tới khả năng cho phép đọc của thẻ. Hoạt động này có thể được thực hiện chung với việc đánh giá khả năng đọc của thẻ.

#### 9.2.2.5.1. Thẻ sẽ gắn ở đâu?

Thẻ phải được gắn trên đối tượng sao cho nó không che khuất những thông tin quan trọng, chẳng hạn như thương hiệu sản phẩm v.v., trên bao bì sản phẩm. Vì vậy, có thể chỉ có một vài chỗ cụ thể trên bao bì sản phẩm mà các tag có thể được gắn. Điều quan trọng là phải xác định các chỗ này sớm trong giai đoạn thiết kế. Có một nguyên tắc nhỏ là nên đặt các thẻ bên cạnh các nhãn UPC của hàng hóa, nơi các nhân viên có thể dễ dàng tìm thấy chúng. Khi không thể xác định được chỗ gắn tag hợp lý trên bao bì, thì thiết kế của bao bì có thể phải được thay đổi! Mặc dù điều này có vẻ hơi quá cực đoan, nhưng hãy nhớ rằng việc thiết kế một ứng dụng RFID là một công việc hai chiều. Vì vậy, các doanh nghiệp không thể mong đợi lợi ích từ công nghệ này mà không cần linh hoạt để phù hợp với một số yêu cầu của riêng nó. Nói chung, bạn không nên đính kèm một thẻ vào chỗ nhàu nát hoặc chỗ gấp (nơi mà nó sẽ dễ bị hỏng).

#### 9.2.2.5.2. Thẻ sẽ được gắn như thế nào?

Nói chung nếu sản phẩm được làm bằng vật liệu không hấp thụ RF, một dải chất kết dính đơn giản là đủ để gắn thẻ vào đối tượng mong muốn. Tình hình trở nên phức tạp khi đối tượng được gắn thẻ được làm bằng vật liệu hấp thụ RF. Trong những trường hợp này, một miếng đệm làm bằng một số loại vật liệu “thân thiện” với RF, chẳng hạn như một miếng xốp có độ dày nhất định, có thể được sử dụng để gắn kết các tag lên đối tượng. Độ dày của miếng xốp thường bằng hoặc tỷ lệ với một phần tư bước sóng tần số được sử dụng. Việc này thường được thực hiện đối với các mặt hàng làm bằng kim loại hoặc các vật có chứa chất lỏng hấp thụ RF. Trong trường hợp sản phẩm làm bằng kim loại, bạn có thể gắn ăng-ten của thẻ lên phần kim loại của sản phẩm để tăng kích thước tag. Thẻ cũng có thể

được gắn theo kiểu một phần của nó kéo dài ra khỏi phần kim loại của mặt hàng. Trong trường hợp chất lỏng, bạn có thể sử dụng nhiều anten đầu đọc để có thể đọc được tín hiệu bất chấp sự suy giảm. (Điều này có nghĩa là các thiết bị đọc truyền đồng bộ và theo chu kỳ.)

### 9.2.2.6. Tuổi thọ

Yếu tố tuổi thọ liên quan tới việc cần bao nhiêu thẻ để gắn lên một đối tượng trong một ứng dụng trong một khoảng thời gian nhất định(chẳng hạn một năm).Nếu thẻ được tái chế, con số này có thể được giảm đáng kể. Nếu thẻ không được tái chế, đây sẽ là một chi phí định kỳ để vận hành ứng dụng RFID.Khi đặt hàng mua thẻ,chú ý đặt hàng cả thẻ dự phòng(tùy thuộc vào tỷ lệ thẻ lỗi cũng như thẻ hỏng). Hiện nay, tỷ lệ thẻ bị lỗi có thể cao hơn 20 phần trăm hoặc hơn nữa!

### 9.2.3. Thiết bị đọc

Hình 9-6 cung cấp các thông số tiêu biểu của một thiết bị đọc

**9-6. Hình. Reader mẫu.**

Variable Name		Reader	
Selection Summary			
Constituting Variables			
Features	Type	Frequency	
		<b>Embedded Controller?</b>	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No: Description _____
		<b>Antenna Ports</b>	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> Other _____
		<b>I/O Ports</b>	
		<b>Serial?</b>	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
		<b>Network?</b>	<input type="checkbox"/> Yes: <input type="checkbox"/> Wired <input type="checkbox"/> Wireless <input type="checkbox"/> No
		<b>Stationary?</b>	<input type="checkbox"/> Yes: <input type="checkbox"/> Printer <input type="checkbox"/> No
		<b>Handheld</b>	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
	<b>Regulatory Information</b>	<b>Power</b>	
		<b>Duty Cycle</b>	
	<b>Upgradeability</b>	<input type="checkbox"/> Yes: Description _____ <input type="checkbox"/> No	
	<b>Maintainability</b>	<input type="checkbox"/> Yes: Description _____ <input type="checkbox"/> No	
	<b>Ruggedness Required?</b>	<input type="checkbox"/> Yes: Description _____ <input type="checkbox"/> No	
<b>Installation</b>			
<b>Volume</b>			
<b>Notes</b>			

Yếu tố này bao gồm các yếu tố phụ sau:

- tính năng
- lắp đặt
- tuổi thọ

Thiết bị đọc chiếm vị trí trung tâm theo quan điểm thu thập dữ liệu. Do đó, khả năng thu thập dữ liệu của nhiều hệ thống phụ thuộc trực tiếp vào đầu đọc. Các đầu đọc mới cung cấp các tính năng tinh vi như SNMP (Simple Network Management Protocol) phục vụ cho việc giám sát thời gian thực, quản lý mạng và tập hợp dữ liệu...v.v., và như vậy, vai trò trung tâm của đầu đọc được nhấn mạnh trong hệ thống RFID.

Những mục dưới đây bàn sâu thêm về các yếu tố phụ:

### **9.2.3.1. Tính năng**

Các yếu tố sau đây sẽ được xem xét:

- Chủng loại
- Hạn chế pháp lý
- Khả năng nâng cấp
- Khả năng quản lý
- Độ bền

Như bạn có thể thấy được từ danh sách này, bạn phải xem xét nhiều yếu tố liên quan đến đầu đọc để có thể thành công trong việc đáp ứng các yêu cầu ứng dụng.

#### **9.2.3.1.1. Chủng loại**

Trước tiên, thiết bị đọc được chọn dựa theo tần số nhất hoạt động nhất định. Nếu ta cần nhiều hơn một loại tần số (cho việc triển khai ở các vùng địa lý khác nhau với tần số hạn chế khác nhau), sẽ là hoàn hảo nếu ta được hỗ trợ thiết bị đọc ở nhiều tần số. Thứ hai, thiết bị đọc cần hỗ trợ ít nhất hai cổng ăng-ten (Mặc dù gần đây chỉ tiêu là 4 cổng). Sử dụng 4 cổng ăng-ten thì an toàn hơn vì nó đảm bảo được tất cả các thẻ trong vùng tác động mong muốn mà không có sự khác biệt mấy về giá so với việc sử dụng 2 cổng. Thứ ba, thiết bị đọc có thể cần được hỗ trợ một vài loại cổng I / O cần thiết cho ứng dụng. Nếu một bộ điều khiển tiện dụng đã trang bị các cổng này, thì ta không cần chúng ở đầu đọc nữa.



Thứ tư, bộ điều khiển đọc là cần thiết để hỗ trợ các giao diện cho việc thiết lập dữ liệu trong thẻ, điều khiển I / O, theo dõi, và quản lý. Ngày nay bộ phận điều khiển thường được cung cấp như một phần trong cấu hình tiêu chuẩn của bất kỳ đầu đọc hiện có nào. Tuy nhiên, tùy thuộc vào yêu cầu ứng dụng, một số tính năng chuyên biệt có thể cần thiết (như hỗ trợ một loại cổng I/O đặc biệt cho một thiết bị I / O nào đó [ví dụ, một cảm biến chuyên động]). Tuy nhiên, cũng có thể không tồn tại những thiết bị như vậy. Thứ năm, các ứng dụng hiện nay đòi hỏi thiết bị đọc giao tiếp nối tiếp hay thiết bị đọc giao tiếp qua mạng? Không phải vì giao tiếp với máy chủ thông qua cổng nối tiếp mà đầu đọc nối tiếp dễ mắc lỗi về mạng. Ngược lại, đầu đọc mạng được cấu hình linh hoạt như các thiết bị mạng, dẫn đến việc quản lý từ xa tốt hơn, và chúng thường không cần nhiều máy chủ như các đầu đọc nối tiếp. Thứ sáu, các ứng dụng có thể yêu cầu thiết bị đọc cố định hoặc cầm tay. Thiết bị đọc cầm tay hiện đang trải qua những cải tiến nhanh chóng. Vì vậy có thể chưa xuất hiện loại đầu đọc cầm tay phù hợp với yêu cầu ứng dụng của bạn. Chú ý cẩn thận khi đọc một thẻ đơn lẻ bằng đầu đọc cầm tay. Nếu có nhiều thẻ có mặt trong vùng lân cận, đầu đọc cầm tay có thể đọc nhiều thẻ đó cùng một lúc, bao gồm cả thẻ ta đang quan tâm. Tình trạng này cũng có thể xảy ra với các thiết bị đọc cố định. Đối với thiết bị đọc cố định, bạn có thể hạn chế vấn đề bằng cách sử dụng “suy hao” (xem Chương 1). Mặc dù thiết bị đọc có dây đang được sử dụng thường xuyên nhất, tùy thuộc vào yêu cầu ứng dụng, có thể ta cần phải sử dụng thiết bị đọc không dây. Yêu cầu không dây nói chung thường ngăn đến thiết bị đọc cầm tay.

#### **9.2.3.1.2. Các hạn chế pháp lý**

Hầu hết các nước có những hạn chế pháp lý về công suất phát và chu trình làm việc của đầu đọc (xem Chương 1). Vì thế, bạn cần phải tuân thủ các quy định đối với một hay nhiều loại đầu đọc mà bạn đã lựa chọn. Ngoài ra, ta không nên tăng công suất chu kỳ truyền của đầu đọc mà không có sự cho phép của các cơ quan pháp luật (nếu giảm thì không sao). Theo đó, bạn không nên chỉnh sửa một thiết bị đọc mà đã được chứng nhận phù hợp với các hạn chế pháp lý. Làm như vậy có thể vi phạm giấy phép của cơ quan quản lý và mất hiệu lực bảo hành của thiết bị.

#### **9.2.3.1.3. Nâng cấp**

Để tối đa hóa đầu tư phần cứng của bạn, phần sụn của thiết bị đọc nên được nâng cấp để sửa những lỗi trong hiện tại và hoàn thiện hơn trong tương lai. Điều này có thể dẫn đến một khoảng tiết kiệm đáng kể trong việc nâng cấp hay bảo trì. Bất kỳ đầu đọc nào được lựa chọn cho một ứng dụng, dù là cố định hay cầm tay, đều phải được nâng cấp. Khả năng nâng cấp từ xa của đầu đọc được ưa chuộng, bởi vì việc nâng cấp có thể thực hiện một cách toàn diện. Việc nâng cấp toàn diện này tiết kiệm thời gian kiểm tra vị trí lắp đặt và nâng cấp từng thiết bị hằng năm.

#### **9.2.3.1.4. Quản lý**

Bạn muốn thiết bị đọc có thể quản lý từ xa để giám sát và quản lý một cách tự động tình trạng của chúng từ trung tâm. Trong một số sự cố về đầu đọc, bạn có thể theo dõi từ xa (và có hiệu quả), chẩn đoán, và sửa lỗi. Với các thiết bị đọc như vậy, bạn sẽ giảm đến mức tối thiểu số nhân viên kiểm tra vị trí lắp đặt cũng như thời gian chết của hệ thống.

#### **9.2.3.1.5. Độ bền**

Nói chung, một thiết bị đọc thường không bền. Tuy nhiên, tùy thuộc vào yêu cầu, một thiết bị đọc cũng có thể đáp ứng được về độ bền. Ví dụ, một thiết bị đọc cố định có thể được đặt trong hộp bảo vệ vững chắc để phòng trường hợp bị ảnh hưởng bởi thời tiết cực lạnh, sốc, rung động,... Một nhà cung cấp thiết bị đọc có thể tùy chỉnh một thiết bị đọc để đáp ứng yêu cầu về độ bền.

#### **9.2.3.2. Lắp đặt**

Mặc dù việc lựa chọn thiết bị đọc là quan trọng, việc lắp đặt sao cho đúng cũng cần phải được chú ý. Việc lắp đặt sao cho hợp lý có thể sẽ yêu cầu thêm những thứ như một công được xây dựng tại khu vực đọc. Thiết bị đọc và cáp của nó không thể “treo đung đưa”, sẽ gây nguy hiểm cho nhân viên làm việc. Ngoài ra, một thiết bị đọc có thể cần phải được tinh chỉnh (ví dụ, bằng cách gắn các bộ suy giảm lên các cổng ăng-ten để tập trung năng lượng truyền trong một khu vực nhỏ và cực tiểu giao thoa). Cáp mở rộng dài kết nối một đầu đọc với một ăng-ten đọc làm cho tín hiệu yếu. Do đó, nếu khoảng cách giữa thiết bị đọc và ăng-ten là hơn 6 feet (khoảng 2 mét), bạn có thể cần phải sử dụng một cáp chất lượng cao. Tuy nhiên, các loại cáp này đắt tiền và có thể tăng chi phí cài đặt. Việc bố trí vật lý của môi trường xung quanh các anten đọc cũng có thể yêu cầu một nỗ lực đáng kể trong việc cài đặt. Tóm lại, việc cài đặt các thiết bị đọc là một công việc không dễ dàng và cần phải có bàn tay của các chuyên gia có năng lực.

#### **9.2.3.3. Số lượng cần thiết**

Yếu tố này đề cập với việc xác định số lượng thiết bị đọc mà ứng dụng cần có. Con số này phụ thuộc vào số lượng các địa điểm đọc trong ứng dụng, số lượng thiết bị đọc cần thiết cho mỗi địa điểm, và số cổng ăng-ten hỗ trợ cho một thiết bị đọc. Nhìn chung, số lượng thiết bị đọc cần thiết, nếu sử dụng bốn cổng ăng-ten cho mỗi thiết bị, sẽ ít hơn khi sử dụng 2 ăng-ten cho mỗi thiết bị. Tuy nhiên, điều này có thể phức tạp bởi thực tế là tại một số khu vực cụ thể, chỉ có 2 ăng-ten sử dụng cho một đầu đọc để tránh sự xung đột giữa các đầu đọc. Việc sử dụng thiết bị đọc phụ cần phải được để ngăn chặn sự gián đoạn trong trường hợp hỏng thiết bị đọc chính.

## 9.2.4. Ăng-ten

Hình 9-7 cung cấp các thông số mẫu của một ăng-ten.

**Hình 9-7. Antenna mẫu.**

<b>Variable Name</b>	Antenna	
<b>Selection Summary</b>		
<b>Constituting Variables</b>		
<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Linear polarized	<input type="checkbox"/> Circular polarized
<b>Footprint</b>		
<b>Regulatory Information</b>	<b>Power</b>	
	<b>Duty Cycle</b>	
<b>Installation</b>		
<b>Volume</b>		
<b>Notes</b>		

Đây là một yếu tố đáng kể khi bạn đang thiết kế và thực hiện một hệ thống RFID. Yếu tố này bao gồm các yếu tố phụ sau đây:

- Chung loại
- Vùng đọc
- Năng lượng và chu trình hoạt động
- Lắp đặt
- Tuổi thọ

Đây là một trong những yếu tố đơn giản và có thể giải quyết tương đối dễ dàng. Yếu tố này dễ giải quyết hơn bởi vì các tùy chỉnh về tính năng cũng như độ phức tạp của ăng-ten đã có sẵn.

### 9.2.4.1.Chung loại

Bạn có thể xem lại từ Chương 1,có hai loại ăng-ten: phân cực tròn và phân cực tuyến tính, nếu tần số UHF được sử dụng. Nếu ứng dụng yêu cầu thẻ có thể được tự do định hướng đến ăng ten, bạn nên sử dụng một anten phân cực tròn. Nếu ta muốn có một phạm vi đọc dài hơn hoặc hướng của các tag tới ăng-ten được giữ cố định thì ta nên sử dụng một ăng-ten phân cực tuyến tính. Ăng ten thường không bền, nhưng có thể chịu đựng theo tiêu chuẩn nhà cung cấp.

#### 9.2.4.2. Vùng đọc

Vùng đọc ăng ten, như được thảo luận trong Chương 1, là một vùng không gian ba chiều bao gồm các sóng RF phát ra từ thiết bị đọc. Một thẻ, khi được đặt bên trong khu vực này, có thể được đọc bởi thiết bị đọc gắn liền với ăng ten. Trong thực tế, hình dạng vùng đọc của ăng-ten hiếm khi đối xứng bởi vì nó bị ảnh hưởng bởi nhiễu sóng RF trong môi trường điều hành. Để xác định chính xác bản đồ vùng đọc thực tế, bạn cần thiết bị chuyên dụng như một máy phân tích phổ hay phân tích mạng. Các nhà cung cấp phần cứng hoặc các công ty dịch vụ tư vấn phần cứng có thể giúp lập bản đồ các vùng đọc ăng-ten tại vùng hoạt động.

#### 9.2.4.3. Năng lượng và chu trình hoạt động

Theo chi tiết trong Chương 1, chu trình hoạt động và công suất phát của ăng-ten đầu đọc thường bị hạn chế bởi cơ quan quản lý. Công suất và chu trình làm việc không thể được tăng lên mà không có sự cho phép của cơ quan thích hợp, nhưng bạn luôn có thể giảm nó (hữu dụng trong trường hợp giảm công suất để giới hạn khoảng cách đọc). Việc giảm thiểu này có thể ngăn chặn việc xung đột giữa 2 hệ thống RFID cũng như việc đọc những thẻ ngoài phạm vi (trong một số ứng dụng thuộc loại kiểm soát truy cập). Việc giảm công suất có thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến vùng đọc của ăng-ten.

#### 9.2.4.4. Lắp đặt

Bạn nên lắp đặt ăng-ten càng gần thẻ cũng như càng xa kim loại càng tốt (đối với sóng UHF và vi sóng) để giảm phản xạ. Tiêu chuẩn FCC về lắp đặt ăng-ten cho đầu đọc quy định rằng, ăng ten phải được lắp đặt sao cho nhân viên làm việc tại vùng gần ăng-ten trong thời gian dài phải đảm bảo cách xa bề mặt ăng-ten ít nhất 9 inch (khoảng 23 cm) [1]. Ăng ten gắn liền với các thiết bị đọc khác nhau có thể là nguyên nhân gây ra xung đột giữa các đầu đọc khi vùng đọc của chúng chồng lên nhau. Vì thế, bạn phải chú ý để tránh vấn đề này. Ăng-ten có thể cần phải được lắp đặt ở các vị trí khác nhau để tối đa hóa khả năng đọc thẻ (ví dụ, ở hai bên của cửa ra vào, dưới một băng tải chuyển động, trên nóc buồng lái). Bạn có thể phải xây dựng thêm những “công trình phụ” đặc biệt để thực hiện mục đích này. Để tối đa hóa vùng phủ sóng tổng thể, bạn có thể phải nghiêng một ăng ten hoặc lắp đặt nó ở độ cao cụ thể. Việc tinh chỉnh như vậy phụ thuộc vào các yếu tố cụ thể để nơi ăng ten cần phải được lắp đặt (như kích thước cửa v.v..).

[1] FCC OET, Bản tin số 56. "Các câu hỏi và câu trả lời về ảnh hưởng sinh học và môi trường nguy hiểm tiềm tàng của trường điện từ của sóng vô tuyến." bản tin số 65, "Đánh giá theo nguyên tắc FCC đối với con người tiếp xúc với trường điện vô tuyến."

Hãy xem xét những điều sau đây liên quan đến việc cài đặt ăng-ten:

- Nhiều
- Vị trí thẻ
- Mật độ thẻ
- Chuyển động của thẻ
- Định hướng thẻ

Ba yếu sau đã được thảo luận. Các mục sau thảo luận về hai yếu tố đầu tiên.

#### **9.2.4.4.1. Nhiều**

Điều này bao gồm nhiều do thiết bị đọc, mà ta đã thảo luận. Ngoài ra, để tránh các vấn đề nhiễu do con người, bạn có thể cần phải lắp đặt ăng ten tại các điểm thuận lợi nhất định trong vùng đọc. Ngoài ra mạng LAN không dây trong phạm vi 900 MHz có thể ảnh hưởng tới các thiết bị đọc.

Bạn có thể giảm thiểu nhiễu đến một mức độ nào đó bằng cách đặt gương phản xạ (như tờ mylar) trong bao bì để giúp phản xạ lại các tín hiệu RF đến thiết bị đọc.

Vấn đề nhiễu cũng đã thảo luận trong Phần 9.2.6, "Điều kiện vận hành."

#### **9.2.4.5. Vị trí thẻ**

Bạn phải xác định tọa độ (vị trí và độ cao) của nơi mà tag xuất hiện trong vùng đọc để xác định được nơi lắp ăng-ten. Nếu phạm vi xuất hiện thẻ là lớn, bạn có thể sẽ cần nhiều anten để đọc tất cả các thẻ trong khu vực đọc. Bạn có thể cần phải lắp ăng-ten ở hai bên, trên đầu hoặc phía dưới của vùng đọc. Để đạt được phạm vi đọc dài hơn, bạn nên sử dụng ăng-ten phân cực tuyến tính.

#### **9.2.4.6. Độ bền**

Số lượng các anten cần thiết cho một ứng dụng RFID phụ thuộc vào số lượng các khu vực đọc mà ứng dụng này hỗ trợ và số lượng các anten cần thiết để phủ sóng từng khu vực. Hãy suy nghĩ về ăng-ten dự phòng khi xác định số lượng ăng-ten cần thiết. Ăng ten dự phòng sẽ giúp ngăn ngừa các ảnh hưởng xấu đến ứng dụng trong trường hợp một (hay nhiều) ăng ten chính bị hư.

#### **9.2.5. Đối tượng gắn thẻ**

Hình 9-8 cung cấp một số thông số mẫu về yếu tố này.

**Hình 9-8. Khoản mẫu.**

<b>Variable Name</b>	<b>Item</b>
<b>Item ID</b>	
<b>Constituting Variables</b>	
<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Pallet <input type="checkbox"/> Case <input type="checkbox"/> Item
<b>Material</b>	
<b>Packaging</b>	
<b>Handling</b>	
<b>Notes</b>	

Tầm quan trọng của yếu tố này không thể được xem nhẹ. Tóm lại, cách mà hàng hóa được gắn thẻ đóng vai trò quan trọng trong việc quyết định thành công hay thất bại của ứng dụng. Các nhà thiết kế phải chú ý đến:

- **Chủng loại**
- **Chất liệu**
- **Bao bì**
- **Vận chuyển**
- **Tốc độ di chuyển**
- **Định hướng đến ăng ten**

Hai yếu tố cuối cùng đã được thảo luận trước trong chương này. Các mục sau đây phân tích tác động của các yếu tố phụ còn lại.

### **9.2.5.1. Chủng loại**

Các loại mặt hàng có thể được phân chia thành ba loại sau đây:

- **Pallet.** Nói chung, đây là loại mặt hàng dễ gắn tag nhất. Tuy nhiên, một số loại pallet nhất định (ví dụ, pallet làm từ gỗ thông vàng) hấp thụ độ ẩm và làm giảm tín hiệu RF đáng kể và như vậy khả năng đọc thẻ trở nên thấp hơn. Lưu ý rằng việc gắn thẻ vào hàng hóa trong trường hợp hàng hóa được tập hợp lại với nhau (kiện hàng) thì vấn đề riêng tư sẽ không được quan tâm thích đáng.
- **Case.** Đây là loại mặt hàng mà việc gắn thẻ hơi khó hơn so với pallet. Một lần nữa, vì việc gắn thẻ liên quan tới một tập hợp hàng hóa, nên ta thường không quan tâm đến

quyền riêng tư. Tuy nhiên, trong một số cửa hàng, nơi khách hàng mua hàng với số lượng lớn, điều này có thể là một vấn đề.

- Sản phẩm riêng lẻ. Nói chung đây là loại mặt hàng khó gắn thẻ nhất. Nó cũng có thể kéo theo vấn đề về quyền bảo mật (xem Chương 5, "Mối quan tâm bảo mật").

Lưu ý rằng phụ thuộc vào yêu cầu đọc, mức độ khó trong việc đọc các mặt hàng dạng pallet, case hay đơn lẻ có thể thay đổi.

### 9.2.5.2. Chất liệu

Nếu hàng hóa được làm từ những vật liệu thân thiện với sóng RF (tần số được sử dụng) (chẳng hạn như giấy, gỗ khô, một số loại nhựa, v.v.), thì việc gắn thẻ sẽ dễ dàng hơn so với hàng hóa được làm từ vật liệu chắn sóng RF (kim loại) hoặc hấp thụ sóng RF (nước, xà phòng, vv).

### 9.2.5.3. Bao bì

Vật liệu bao bì đóng một vai trò quan trọng trong việc xác định khả năng đọc thẻ của hàng hóa. Nếu các vật liệu bao bì chứa lá kim loại, sợi carbon, hoặc than chì, thì việc đọc thẻ có thể sẽ gặp khó khăn. Ngoài ra, một vật liệu làm bao bì có thể hấp thụ độ ẩm đến mức độ nào đó thì có thể xem như một vật liệu hấp thụ RF, dẫn đến khả năng đọc thẻ thấp. Trong những trường hợp này, nhà sản xuất có thể cần phải thay đổi vật liệu bao bì để dung hòa giữa yêu cầu quảng cáo sản phẩm và khả năng đọc thẻ. Nếu là một gói hàng hóa gồm nhiều phần nhỏ bên trong (ví dụ như một gói 8 cục pin AA), thì khả năng đọc thẻ trên mặt hàng này cũng có thể phụ thuộc vào mật độ các đối tượng thành phần được đóng gói bên trong mặt hàng. Ngoài ra, đối với trường hợp có nhiều hộp được đóng trong một pallet (tùy thuộc vào kích cỡ hộp và độ dày của việc đóng gói), những thẻ gắn ở các hộp nằm gần trung tâm của pallet không thể được đọc hết toàn bộ (hay rất khó đọc), thậm chí ngay cả khi đã tối ưu hóa hệ thống (kể cả khi vật liệu của hộp là vật liệu thân thiện với RF). Lý do là năng lượng RF chỉ có thể xâm nhập đến một độ sâu nhất định, ngay cả trong trường hợp vật liệu thân thiện với RF, tùy thuộc vào công suất và cường độ hoạt động của đầu đọc. Nếu một thẻ RFID có vị trí bằng hoặc sâu hơn độ sâu này thì năng lượng RF sẽ không thể tiếp cận thẻ. Kết quả là, thẻ này có thể không được đọc. Ngoài ra, trong trường hợp pallet nhỏ và có mật độ đóng gói lớn, các ăng-ten của một số thẻ có thể ảnh hưởng lẫn nhau (ví dụ như các ăng-ten có thể chạm vào nhau). (Lưu ý rằng đây là vấn đề ảnh hưởng lẫn nhau bởi tần số, nên các ăng-ten không cần phải tiếp xúc với nhau mới có thể tác động lẫn nhau) Kết quả là, các thẻ không thể thu năng lượng từ đầu đọc và do đó không được đọc. Đây được gọi là hiệu ứng màn chắn. Hàng hóa phải được đóng gói sao cho hiệu ứng màn chắn được giảm thiểu.

#### **9.2.5.4. Vận chuyển**

Các phương pháp và thiết bị được sử dụng để vận chuyển hàng hóa được gắn thẻ có thể ảnh hưởng khả năng đọc thẻ. Ví dụ, nếu sử dụng xe nâng hàng thì những que nâng và cơ cấu nâng hạ của xe có thể phản xạ sóng RF chiếu tới những hàng hóa nằm gần chúng. Ngoài ra, các thiết bị truyền thông không dây được sử dụng bởi người điều khiển xe nâng có thể gây nhiễu sóng RF và ảnh hưởng đến khả năng đọc. Cuối cùng nhưng không phải là kém quan trọng, tốc độ mà các xe nâng di chuyển cũng có thể ảnh hưởng đến khả năng đọc. Ảnh hưởng của tốc độ đến khả năng đọc đã được thảo luận. Tương tự cho bất kỳ loại thiết bị khác, sự hiện diện của kim loại, nhiễu RF, rung cơ khí, phóng tĩnh điện (ESD), và chuyển động đều có thể tác động đến khả năng đọc thẻ.

#### **9.2.6. Điều kiện vận hành**

Hình 9-9 cung cấp thông số về các điều kiện vận hành mẫu.

#### **Hình 9-9. Điều kiện vận hành mẫu.**



**Hình 9-9. Điều kiện vận hành mẫu.**

<b>Variable Name</b>	<b>Operating Conditions</b>	
<b>Summary</b>		
<b>Constituting Variables</b>		
<b>Type</b>		
<b>Footprint</b>		
<b>Regulatory Information</b>	<b>Power</b>	
	<b>Duty Cycle</b>	
<b>RF Obstructions</b>		
<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes Description: _____		
<b>Environmental Conditions</b>		
<input type="checkbox"/> Extreme Heat: Description _____ <input type="checkbox"/> Extreme Cold: Description _____ <input type="checkbox"/> Moisture: Description _____ <input type="checkbox"/> Shock: Description _____ <input type="checkbox"/> Vibration: Description _____ <input type="checkbox"/> Static: Description _____		
<b>RF Interference</b>		
<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes Description: _____		
<b>Notes</b>		

Không có hai điều kiện hoạt động nào là giống hệt nhau, ngay cả khi chúng trông có vẻ như vậy. điều kiện hoạt động giống như vân tay của hai người,thoạt nhìn có vẻ giống nhau,nhưng thực chất là khác nhau. điều kiện vận hành có thể có mối quan hệ trọng yếu với công việc riêng biệt của một ứng dụng RFID. Các điều kiện này có thể được phân loại như sau:

- Cản trở RF
- Điều kiện môi trường
- Nhiễu sóng RF

Thật là khó khăn nếu không muốn nói là không thể xác định tác động của các yếu tố này trên lý thuyết. Một hệ thống RFID cần phải được thử nghiệm tại nơi hoạt động thực tế trong thời gian hoạt động thực tế để xác định tác động tổng hợp của các yếu tố môi trường lên hệ thống. Hãy nhớ rằng một giải pháp RFID hiệu năng cao được thiết kế cho các điều kiện hoạt động cụ thể của một doanh nghiệp có thể hoạt động kém trong môi trường làm việc của khách hàng, của nhà phân phối, của các đối tác của doanh nghiệp đó. Vì vậy, nhà thiết kế và người thực hiện cần phải xem xét các điều kiện hoạt động khi phát triển một ứng dụng như ứng dụng RFID.

#### **9.2.6.1. Vật cản RF**

Cản trở RF có thể là kết quả của sự hiện diện của các vật dụng không thân thiện với sóng RF cũng như các thiết bị di động có thể ngăn chặn sóng RF từ ăng ten đọc đến các thẻ. Ngoài ra, trong môi trường cũng có những loại vật liệu không thân thiện với RF chặn hạn như kim loại, có thể phản xạ sóng RF và gây ra tác động tương tự. Cuối cùng, môi trường cũng có thể chứa những tác nhân hấp thụ hoặc suy hao, chẳng hạn như con người, chất lỏng hấp thụ RF, và vật liệu xây dựng, mà có thể làm suy yếu sóng RF đáng kể, khiến không thể đọc được thẻ. Trong thực tế, sự hiện diện của con người là một điều chắc chắn trong bất kỳ môi trường hoạt động nào và nó có thể đặt ra một thách thức đáng kể. Tác động của các yếu tố này thay đổi tùy theo tần số sử dụng (Tác động rõ ràng ở các tần số UHF và vi sóng, và ít thấy trong LF và HF).

#### **9.2.6.2. Điều kiện môi trường**

Điều kiện môi trường bao gồm sự hiện diện của tạp nhiễu, độ ẩm, cực nóng hay cực lạnh, sóc và rung động, tất cả đều có thể ảnh hưởng đến hoạt động bình thường của các thẻ và rút ngắn tuổi thọ của thẻ, đầu đọc, và anten. Ngoài ra, sự hiện diện của một lượng đáng kể độ ẩm trong môi trường có thể làm yếu tín hiệu RF, kết quả là không đủ năng lượng truyền tới các thẻ để kích hoạt quá trình truyền dữ liệu. Kết quả là, quá trình đọc bị lỗi hoặc không thể đọc.

#### **9.2.6.3. Nhiễu RF**

Chuẩn cài đặt hiện có của những hệ thống RFID (có thể cùng hay khác nhau về kiểu và tần số) có thể gây nhiễu đến những hệ thống sau này. Ngoài ra, những thiết bị RF như radio không dây, Wi-Fi, và Bluetooth cũng góp phần đáng kể trong việc gây nhiễu. Động cơ băng tải và các bộ điều khiển có thể tạo ra nhiễu RF có thể ảnh hưởng đến hệ thống RFID (nhưng không đáng kể).

#### **9.2.7. Các nhà cung cấp**

Hình 9-10 thể hiện một bản mẫu chứa thông tin chi tiết về nhà cung cấp.

Hình 9-11 cung cấp một bản kiểm tra mẫu.

**Hình 9-10. Bản thông tin về nhà cung cấp.**

<b>Variable Name</b>	<b>Vendor</b>		
<b>Name</b>			
<b>Address</b>			
<b>Vendor Type</b>	<input type="checkbox"/> Tag <input type="checkbox"/> Reader <input type="checkbox"/> Antenna <input type="checkbox"/> Integrator <input type="checkbox"/> Other: Description _____		
<b>Contact</b>	<b>Name</b>		
	<b>Phone</b>		
	<b>Fax</b>		
	<b>E-mail</b>		
	<b>Position</b>		
<b>Years in Operation</b>			
<b>Product</b>	<b>Name</b>		
	<b>Product Code</b>		
	<b>Features</b>		
	<b>Issues</b>		
	<b>Client Installations</b>		
	<b>Name</b>		
	<b>Product Code</b>		
	<b>Features</b>		
	<b>Issues</b>		
	<b>Client Installations</b>		
<b>Total Score on Test Cases (%)</b>			
<b>Notes</b>			

**Hình 9-11. Phiếu kiểm tra mẫu.**

<b>Test Case Name</b>			
<b>ID</b>			
<b>Description</b>			
<b>Steps</b>			
<b>Expected Outcome</b>			
<b>Result</b>			
<b>&lt;Vendor Name&gt;</b>		<b>Actual Outcome</b>	
		<b>Score (%)</b>	
		<b>Comment</b>	
<b>&lt;Vendor Name&gt;</b>		<b>Actual Outcome</b>	
		<b>Score (%)</b>	
		<b>Comment</b>	
<b>Notes</b>			

Khả năng thu thập dữ liệu của một hệ thống RFID phụ thuộc vào phần cứng RFID (tức là các thẻ, ăng-ten, và đầu đọc), và phần mềm RFID được sử dụng trong hệ thống, và làm thế nào các thành phần này được kết hợp với nhau thành một hệ thống tích hợp? Ví dụ, mặc dù các phần cứng RFID hiện đang là tương đối giống nhau, một số nhà cung cấp có thể cung cấp các phần cứng có tính năng đặc biệt phù hợp với yêu cầu xem xét. Vì vậy, lựa chọn đúng nhà cung cấp có thể là một phần quan trọng trong việc thiết kế ứng dụng và quyết định mức độ thành công của hệ thống. Hãy ghi nhớ các yếu tố sau đây khi lựa chọn nhà cung cấp hệ thống :

- Đánh giá thực tế
- Tránh các nhà cung cấp lock-in
- Chọn nhiều nhà cung cấp
- Kế hoạch nâng cấp

- Hỗ trợ từ nhà cung cấp
- Mối quan hệ với nhà cung cấp
- Kế hoạch dự phòng

Việc lựa chọn nhà cung cấp nên được tiến hành ngay khi những đòi hỏi của ứng dụng (đang tiến hành hoặc chưa tiến hành) được giải quyết xong. Không nên vội vàng lựa chọn nhà cung cấp. Các “phiếu kiểm tra” để đánh giá nhà cung cấp nên được làm một cách cẩn thận dựa trên cơ sở yêu cầu thực tế của ứng dụng. Sau đó, các nhà cung cấp nên được mời tham gia trong công việc đánh giá (hoặc một phòng thí nghiệm thử nghiệm có thể làm được này thay cho những doanh nghiệp mà sử dụng phần cứng của nhiều nhà cung cấp khác nhau). Sau đó các nhà cung cấp cần được đánh giá và xếp hạng dựa trên kết quả thẩm định. Có ba nhà cung cấp hàng đầu hiện nay có thể được coi là ứng cử viên tiềm năng và ta có thể thu hẹp nhóm ứng cử viên tiềm năng này lại dựa trên sự giới thiệu của họ, sự ổn định tài chính, v.v.. Việc nỗ lực toàn diện trong kiểm tra thiết kế để chọn ra nhà phân phối thích hợp có thể mất vài tuần. Vì vậy, hoạt động này cần phải được lên kế hoạch trước và thực hiện càng sớm càng tốt trong giai đoạn thiết kế.

Các mục con sau đây thảo luận về các yếu tố phụ này.

#### 9.2.7.1. Sử dụng những đánh giá thực tế

Lựa chọn nhà phân phối phải dựa trên kết quả đánh giá thực tế. Sẽ không phải là khôn ngoan khi chọn một nhà cung cấp dựa trên những tài liệu về phần cứng hay phần mềm của nhà cung cấp đó và dữ liệu từ các nghiên cứu hoặc từ việc "quảng bá sản phẩm." Chỉ vì các phần cứng hay phần mềm làm việc cho một ứng dụng khác, mà thậm chí có thể là tương tự, cũng không được đảm bảo rằng sẽ hoạt động tốt trong ứng dụng mới. Việc đánh giá thực tế phần cứng bằng cách sử dụng các trường hợp kiểm nghiệm thích hợp phải được thực hiện, tốt nhất là tại nơi (và trong thời gian) làm việc thực tế. Các nhà cung cấp có thể sẽ chứng tỏ rằng phần cứng của họ hoạt động tốt trong điều kiện làm việc thực tế.

#### 9.2.7.2. Tránh lệ thuộc vào nhà cung cấp

Một trong những cách tốt nhất để không bị lệ thuộc vào nhà cung cấp là tránh các giải pháp sở hữu độc quyền và sử dụng những thiết kế ứng dụng RFID dựa trên một tiêu chuẩn được hỗ trợ tốt. Phần cứng và phần mềm từ các nhà cung cấp khác nhau **mà có hỗ trợ một tiêu chuẩn cụ thể**- có khả năng tương thích với nhau cao hơn so với các giải pháp sở hữu độc quyền từ các nhà cung cấp.

### **9.2.7.3. Chọn nhiều nhà cung cấp**

Nếu bạn không thể tìm thấy một nhà cung cấp duy nhất có thể đáp ứng yêu cầu từ đầu đến cuối, thì tốt hơn bạn nên lựa chọn nhiều nhà phân phối khác nhau, một số trong đó có thể cung cấp thẻ, một số đầu đọc và ăng ten, số còn lại cung cấp các phần mềm và dịch vụ tích hợp. Tuy nhiên, phần cứng và phần mềm cần được tương thích với nhau để ứng dụng có thể được thực hiện bằng cách tích hợp các thành phần với nhau. Cách tốt nhất để đảm bảo điều này là sử dụng thiết kế ứng dụng dựa trên một tiêu chuẩn được hỗ trợ tốt và sử dụng các thành phần tương thích từ các nhà cung cấp.

### **9.2.7.4. Kế hoạch nâng cấp**

Công nghệ RFID đang trải qua những thay đổi nhanh chóng, và các nhà cung cấp đang đưa ra những phần cứng mới, phần sụn, và nâng cấp phần mềm với một tốc độ chóng mặt. Để ngăn chặn sự lỗi thời cũng như việc phải liên tục nâng cấp phần cứng và phần mềm, nhà thiết kế cần phải đưa ra một chiến lược nâng cấp. Chiến lược này có thể bao gồm việc sử dụng phần cứng và phần mềm tương thích ngược từ các nhà cung cấp, xác định khoảng thời gian tối thiểu cần thiết cho việc nâng cấp, khả năng nâng cấp phần sụn của đầu đọc hiện có, v.v.. Tuy nhiên, hiện nay, việc nâng cấp mới phần cứng mới có vẻ như là một lựa chọn không thể tránh khỏi. Vì vậy, điều này phải được lên kế hoạch trước.

### **9.2.7.5. Hỗ trợ bán hàng**

Nếu một nhà cung cấp không thể hỗ trợ phần cứng hoặc phần mềm của mình một cách kịp thời cho dự án đang triển khai thì có thể xảy ra tranh cãi, cho dù đó có thể là một nhà cung cấp ưa thích. Dù bất cứ lý do gì thì cũng đừng nên nghĩ rằng sự hỗ trợ từ nhà phân phối là không cần thiết. Ngược lại, sự hỗ trợ về phần cứng, phần mềm, dịch vụ và hoạch định là luôn cần thiết, và cần được tính đến trong kế hoạch.

### **9.2.7.6. Mối quan hệ với nhà cung cấp**

Việc có được một mối quan hệ tốt với nhà cung cấp có thể là một vấn đề quan trọng. Thoạt tiên thì không có vẻ như vậy. Xét cho cùng, phải chăng mối quan hệ với nhà cung cấp sẽ chấm dứt cùng với hoạt động phân phối và bảo trì? Thực sự không phải như vậy. Công nghệ RFID đang hoàn thiện, các sản phẩm của nhà cung cấp cũng đang thay đổi với một tốc độ nhanh chóng. Các doanh nghiệp nên nhân cơ hội này để phản hồi ý kiến đến các nhà phân phối, giúp họ cải thiện dòng sản phẩm của mình. Ví dụ, các doanh nghiệp có thể sử dụng các kết quả từ thí điểm RFID của họ để thông báo về các trường hợp thẻ được đọc dễ dàng và các điều kiện ứng với các trường hợp đó. Thông tin này sẽ cho phép các nhà cung cấp khắc phục các hạn chế và đưa ra thị trường các phiên bản cải tiến của sản phẩm. Sự cộng tác này sẽ có lợi cho doanh nghiệp, các nhà cung cấp, và công nghệ RFID

trong thời gian dài. Ngoài ra, nếu một ứng dụng nào đó yêu cầu hỗ trợ các tính năng đặc biệt mà chưa xuất hiện trên thị trường thì các nhà cung cấp có thể cung cấp một phiên bản phần cứng thử nghiệm có các tính năng này. Phiên bản thử nghiệm này sẽ cho phép các doanh nghiệp bảo đảm năng suất mà không cần nhà cung cấp nhanh chóng nâng cấp dây chuyền sản xuất (hy sinh năng suất để đảm bảo chất lượng). Mọi liên hệ tốt đẹp giữa doanh nghiệp và nhà phân phối sẽ tạo điều kiện tốt đẹp để thực hiện loại hình hợp tác như trên. Vì vậy, các doanh nghiệp không nên đối xử với nhà cung cấp như một kẻ thù, mà nên xem họ như một đối tác và chia sẻ tầm nhìn với họ. Xét cho cùng, bạn muốn các nhà cung cấp hiểu, lường trước những nhu cầu của doanh nghiệp và cung cấp những sản phẩm để đáp ứng nhu cầu đó.

#### **9.2.7.7. Kế hoạch dự phòng**

Điều gì xảy ra khi ta gặp trục trặc giữa chừng với nhà cung cấp? Chấn hạn như, nhà cung cấp không có khả năng cung cấp các phần cứng hay phần mềm đúng thời hạn, không thực hiện đúng cam kết bảo hành, phá sản, bị kiện vi phạm bằng sáng chế (và sau đó có thể bị phá sản), hoặc đơn giản là họ không muốn hoạt động trong lĩnh vực RFID nữa. Nhà thiết kế cần phải có một kế hoạch dự phòng để giải quyết những vấn đề này. Một lần nữa, nếu thiết kế được dựa trên một tiêu chuẩn được chấp nhận rộng rãi, bạn có thể thay thế bằng sản phẩm của những nhà cung cấp khác (mà cũng hỗ trợ chuẩn đã chọn) mà không gây ra ảnh hưởng lớn đối với ứng dụng.

#### **9.2.8. Tiêu chuẩn**

Hình 9-12 cung cấp một ví dụ về tiêu chuẩn mẫu.

**Hình 9-12. Tiêu chuẩn mẫu.**

<b>Test Case Name</b>		
<b>ID</b>		
<b>Description</b>		
<b>Steps</b>		
<b>Expected Outcome</b>		
<b>Result</b>		
<b>&lt;Vendor Name&gt;</b>	<b>Actual Outcome</b>	
	<b>Score (%)</b>	
	<b>Comment</b>	
<b>&lt;Vendor Name&gt;</b>	<b>Actual Outcome</b>	
	<b>Score (%)</b>	
	<b>Comment</b>	
<b>Notes</b>		

Bất kỳ thiết kế ứng dụng RFID nào cũng cần được dựa trên một tiêu chuẩn vì những lý do sau đây:

- Tiết kiệm thời gian và công sức
- Tương thích
- Khả năng mở rộng
- Sự tự do chọn lựa



Đây là những yếu tố mang tính quyết định đến thành công của một hệ thống RFID (hoặc hệ thống bất kỳ) trong thời gian dài. Việc nhanh chóng xây dựng một hệ thống độc quyền nhằm đưa một phiên bản ứng dụng RFID ra thị trường sớm nhất là một việc lôi cuốn. Điều này đặc biệt đúng đối với một hệ thống khép kín mà không cần chia sẻ dữ liệu với thế giới bên ngoài. Mặc dù những hệ thống ấy có thể thành công trong ngắn hạn, sẽ có nhiều thay đổi khi chúng hoạt động trong thời gian dài, đặc biệt khi cần chia sẻ dữ liệu với các đối tượng phát sinh bên ngoài. Vì vậy, lời đề nghị ở đây là không nên xây dựng những hệ thống kể trên mà nên đầu tư thời gian để khảo sát xem liệu có một tiêu chuẩn nào đó phù hợp để làm cơ sở cho việc thiết kế và thực thi các giải pháp RFID không. Các mục nhỏ sau thảo luận về những lợi ích của tiêu chuẩn hóa.

#### **9.2.8.1. Tiết kiệm của thời gian và công sức**

Một tiêu chuẩn thường cung cấp một giải pháp có sẵn cho một tập hợp các vấn đề công việc. Bằng cách dựa trên những thiết kế giải pháp theo tiêu chuẩn như vậy, nhà thiết kế có thể tiết kiệm thời gian và công sức so với việc bắt đầu mọi thứ từ vạch xuất phát. Thật vậy, nếu một giải pháp sở hữu độc quyền được sử dụng, các nhà thiết kế phải đưa ra những lý do hợp lý cho giải pháp nói trên dựa theo các tiêu chuẩn cơ bản.

#### **9.2.8.2. Tương thích**

Một hệ thống RFID không chỉ tương thích với các hệ thống nội bộ của doanh nghiệp xây dựng nên nó, mà còn phải tương thích với các hệ thống bên ngoài như hệ thống của các nhà cung cấp, của khách hàng và của đối tác kinh doanh. Tiềm năng tối đa của một giải pháp RFID thường được thể hiện qua việc liên kết với các thực thể bên ngoài, không phải với các thực thể giới hạn trong bốn bức tường của doanh nghiệp. Một giải pháp sở hữu độc quyền có thể bị giới hạn về khả năng tương thích với các hệ thống độc lập của bên thứ ba. Tuy nhiên, một hệ thống dựa trên các tiêu chuẩn sẽ cung cấp các giải pháp tốt nhất để đạt được mục tiêu này.

#### **9.2.8.3. Khả năng mở rộng**

Khả năng mở rộng là một đặc trưng quan trọng của hầu như bất kỳ hệ thống nào mà có thể phát triển để phù hợp với nhu cầu công việc. Một giải pháp dựa trên tiêu chuẩn sẽ cung cấp cho khách hàng khả năng mở rộng tốt nhất bởi vì đặc trưng này thường được xây dựng trong tiêu chuẩn riêng của giải pháp đó. Tuy nhiên đối với một giải pháp được thiết kế sẵn, khả năng mở rộng khó có thể đạt được vì những thiếu sót chưa xuất hiện trong giai đoạn đầu.

#### 9.2.8.4. Tự do lựa chọn

Nếu một giải pháp tiêu chuẩn hóa được sử dụng, các thành phần trong giải pháp có thể xuất hiện từ các nhà cung cấp khác nhau mà hỗ trợ cùng một tiêu chuẩn. Kết quả là, doanh nghiệp không bị lệ thuộc vào bất kỳ nhà cung cấp cụ thể nào. Sự linh động này là cần thiết cho một công nghệ như RFID, vốn đang được thống trị bởi những doanh nghiệp nhỏ. Có những trường hợp không may mắn, một công ty nào đó có thể không tồn tại được nữa, chẳng hạn như bị đối thủ mua lại..v..v... Những nhà thiết kế có trách nhiệm không để những sự kiện như vậy ảnh hưởng đến công việc cũng như sự chuyên tâm của mình. Ngược lại, đây là cơ hội tốt để một hay một nhóm các nhà phân phối sở hữu các giải pháp độc quyền.

#### 9.2.9. Phần mềm và phần cứng của ứng dụng

Hình 9-13 và 9-14 cung cấp các mẫu phần mềm và mẫu phần cứng tương ứng.

**Hình 9-13. Mẫu Phần mềm .**

Variable Name	Software	
Summary		
Constituting Variables		
Controller	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes: Description _____	
	Volume	
Middleware	<input type="checkbox"/> Build <input type="checkbox"/> Buy	
	Volume	
	Description	
Custom Application	<input type="checkbox"/> Build <input type="checkbox"/> Buy	
	Volume	
	Description	
Database	Name	
	Volume	
Operating System	Name	
	Volume	
High Availability	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes: Description _____	
Notes		

**Hình 9-14. Mẫu Phần cứng.**

<b>Variable Name</b>	<b>Hardware</b>	
<b>Summary</b>		
<b>Constituting Variables</b>		
<b>Host Machines</b>	<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Personal Computer <input type="checkbox"/> Server
	<b>Volume</b>	
	<b>Configuration</b>	
	<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Personal Computer <input type="checkbox"/> Server
	<b>Volume</b>	
	<b>Configuration</b>	
<b>Controller</b>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes: Description _____	
	<b>Volume</b>	
<b>Annunciator</b>	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
<b>Actuator</b>	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
<b>Sensor</b>	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
	<b>Type</b>	
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	

<b>Network Router</b>	<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Wired <input type="checkbox"/> Wireless
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
	<b>Type</b>	<input type="checkbox"/> Wired <input type="checkbox"/> Wireless
	<b>Volume</b>	
	<b>Description</b>	
<b>High Availability</b>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Yes: Description _____	
<b>Notes</b>		

Hầu hết các hoạt động thiết kế phần cứng và phần mềm cho ứng dụng đều là một phần của công việc thiết kế ứng dụng RFID. Ta nên cố gắng để tìm ra những sản phẩm phần cứng và phần mềm có sẵn có thể tái sử dụng để triển khai một ứng dụng nào đó. Các vấn đề sau đây cần được giải quyết:

- Dung lượng dữ liệu
- Phần mềm làm hay mua
- Yêu cầu tính hiệu lực cao
- Tuổi thọ

Các mục sau thảo luận về các yếu tố này.

### **9.2.9.1. Dung lượng dữ liệu**

Một hệ thống RFID trong thực tế thường tạo ra khối lượng dữ liệu lớn. Điều này một phần là do không giống như mã vạch, một thẻ được đọc nhiều lần khi nó đang ở trong cửa sổ đọc của đầu đọc. Dữ liệu này cần được lọc, tổng hợp để giảm dung lượng tới một mức có thể quản lý được, khi đó nó có thể được lưu trữ và sử dụng. Các phần mềm trung chuyển RFID có trách nhiệm xử lý yêu cầu này. Do đó, thành phần này đóng vai trò quyết định trong việc truyền tải và quản lý dữ liệu.

### **9.2.9.2. Phần mềm: thiết kế hay mua?**

Đây là vấn đề cổ điển trong bất kỳ quyết định thiết kế ứng dụng nào. Các thành phần phần mềm bao gồm các phần mềm trung chuyển RFID và các hệ thống ứng dụng cụ thể như hệ thống quản lý nhanh mà các doanh nghiệp hiện thời có thể chưa có. Người ta thường dễ dàng mua các thiết kế (được tiêu chuẩn hóa và phục vụ cho một ứng dụng nào đó) có sẵn từ các nhà cung cấp phần mềm, đặc biệt là trong trường hợp các doanh nghiệp không có kinh nghiệm trong lĩnh vực IT hoặc bị hạn chế về nguồn lực cũng như thời gian trong việc phát triển và triển khai các ứng dụng.

### **9.2.9.3. Yêu cầu tính hiệu lực cao**

Yêu cầu này luôn làm tăng chi phí thực hiện. Nếu hệ thống cần có khả năng hoạt động liên tục (**continuous availability**) thì ngoài phần cứng mở rộng, các phần mềm ứng dụng/cung cấp cần phải cung cấp những hỗ trợ cần thiết để dữ liệu luôn sẵn sàng cho việc xử lý. Điều này có nghĩa là việc hai hệ thống giống hệt nhau nhưng hoàn toàn độc lập là cần thiết, cả về phần mềm và phần cứng. Các phần mềm ứng dụng phải được nhận biết bởi cả hai hệ thống và xử lý mọi công việc được phân bổ bởi hai hệ thống. Trong ngắn hạn, loại hình giải pháp HA này là phức tạp và tốn kém nhất và chỉ nên sử dụng cho những hệ

thông quan trọng nhất. May mắn thay, hầu hết các ứng dụng RFID có thể sử dụng các loại HA khác. Ví dụ, cấu trúc cơ sở dữ liệu, phần mềm trung chuyển, card mạng,... và những thứ này có thể được tích hợp chặt chẽ với các phần mềm HA chuyên biệt để tạo ra một thứ gọi là “cụm HA”( HA cluster). các cụm HA này có thể được cấu hình theo những cách khác nhau. Ví dụ, trong cấu hình *mutual take over* (tiếp quản chung), mỗi máy trong cụm đều tích cực và sẵn sàng tiếp quản trong trường hợp có lỗi, trong khi ở cấu hình *chờ kích hoạt*(hot standby), các máy phụ chờ đợi một sự *chuyển mạch khi có lỗi*(failover). Đây là giải pháp đắt tiền thứ hai sau giải pháp “*liên tục sẵn có*”( **continuous availability**). Các giải pháp failover (*chuyển mạch khi có lỗi*) liên quan đến việc tái tạo dữ liệu, và bị giới hạn bởi quá trình **failover**. Trong trường hợp này, một hệ thống dự phòng được sử dụng để sao lưu dữ liệu từ hệ thống chính. Trong trường hợp có lỗi, việc can thiệp bằng tay là cần thiết để khởi động hệ thống dự phòng nhằm đảm đương vai trò của hệ thống chính.

#### 9.2.9.4. Chi phí

Chi phí có liên quan với các chi tiết về số lượng, chẳng hạn như số lượng các bản quyền phần mềm, thiết bị thông báo, thiết bị chấp hành, máy chủ phần cứng, công mạng,..v.v., cần thiết để lắp đặt và chạy các ứng dụng RFID tại các địa điểm hoạt động mong muốn. Không tính đến chi phí cấp phép và chi phí bảo trì liên tục, thì những chi phí này thường chỉ tốn một lần.

#### 9.2.10. Tương thích với hệ thống hiện tại

Sự tương thích của một ứng dụng RFID với hệ thống hiện tại có thể không cần thiết nếu các doanh nghiệp không có một hệ thống như vậy trước đó; ngay cả khi có, thì vấn đề tương thích cũng không quá quan trọng. Những hệ thống sau này (nhất là các thí điểm và thử nghiệm RFID) được sử dụng đánh giá công nghệ và phục vụ yêu cầu công việc. Ngoài ra, nếu một công ty cố gắng để thiết kế một ứng dụng kiểu slap-and-ship (xem Chương 8) đáp ứng một vài yêu cầu nhỏ liên quan tới RFID từ khách hàng của mình, họ có thể muốn có một hệ thống RFID độc lập và đơn giản nhất, không tương thích hoặc ít tương thích với các hệ thống đã có. Làm như vậy sẽ đạt được hiệu quả trong khi chỉ tốn ít nguồn lực và ít ảnh hưởng đến quá trình vận hành. Về lâu dài, nên tránh thực hiện việc này. Một hệ thống RFID là một hệ thống thu thập dữ liệu; vì vậy nếu một doanh nghiệp chi tiền để thu thập dữ liệu nhưng không sử dụng dữ liệu đó để làm lợi cho mình, thì một hệ thống RFID sẽ không còn lợi ích. Để nhận thấy tiềm năng đầy đủ của RFID, các doanh nghiệp nên chuẩn bị để tích hợp các ứng dụng RFID tại một số nơi trong quy trình kinh doanh và hệ thống đầu cuối.

Hình 9-15 cung cấp một mẫu về tích hợp.

**Hình 9-15. Mẫu tích hợp.**

<b>Variable Name</b>	<b>Integration with Existing Systems</b>		
<b>Summary</b>			
<b>Constituting Variables</b>			
<b>Interfaces</b>	<b>Name</b>		
	<b>Implementation</b>	<input type="checkbox"/> Build <input type="checkbox"/> Buy	
	<b>Description</b>		
	<b>Name</b>		
	<b>Implementation</b>	<input type="checkbox"/> Build <input type="checkbox"/> Buy	
	<b>Description</b>		
<b>Notes</b>			

Một số hệ thống doanh nghiệp lớn (ví dụ, ERP [enterprise resource planning] và WMS [warehouse management systems]) đã sử dụng hệ thống RFID. Các doanh nghiệp có thể tham khảo nếu như đang sử dụng một trong những hệ thống giống như vậy.

Theo nguyên tắc chung, nếu một giao diện cần phải được phát triển theo ý muốn, ta không nên xây dựng dựng chức năng đầu cuối cho phần mềm trung chuyển. Tuy nhiên, theo nguyên tắc, việc lọc và thu thập dữ liệu nên được thực hiện bởi phần mềm trung chuyển bởi vì đây là chức năng chủ yếu của nó. Nhưng sau đó, việc xử lý những dữ liệu từ phần mềm trung chuyển nên được thực hiện bởi các thiết bị đầu cuối. Thật là hoàn hảo để kích hoạt hoạt động giao tiếp với người dùng từ phần mềm trung chuyển và lớp giao diện, nhưng việc giao tiếp với người dùng lại không được thực hiện tại những lớp này. Các hệ thống sau này có thể không tích hợp và có thể gây ra các vấn đề về đồng bộ trong thời gian dài với thiết bị đầu cuối về mặt logic và dữ liệu (một cơn ác mộng trong bảo trì).

### 9.2.11. Bảo trì

Hình 9-16 cung cấp một bản mẫu về việc bảo trì.

**Hình 9-16. Mẫu bảo trì**

<b>Variable Name</b>	Maintenance		
<b>Summary</b>			
<b>Constituting Variables</b>			
<b>Tag</b>	<b>Type</b>		
	Volume		
	Type		
	Volume		
<b>Damaged Hardware Replacement</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Reader</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Antenna</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Controller</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Annunciator</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Actuator</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	
	<b>Sensor</b>	Type	
		Volume	
		Type	
		Volume	

Các hoạt động bảo dưỡng và các nguồn lực cần thiết cần phải được lên kế hoạch trước, không nên để đến sau khi hệ thống được chuyển giao. Một phần TCO(tổng chi phí) của một hệ thống RFID có thể thực sự nằm trong việc bảo trì hệ thống. Bạn có thể sử dụng những yếu tố dưới đây như là một danh sách kiểm tra để xác định các thông số bảo trì:

Tag. Ngay cả khi thẻ được tái chế, thẻ mới vẫn có thể cần thiết để gắn vào hàng hóa khi hệ thống đang hoạt động. Điều này là do một số thẻ có thể bị hư hại trong giai đoạn tái chế. Đối với các ứng dụng không tái sử dụng thẻ, thay thế là chắc chắn cần thiết.

Thay thế phần cứng bị hư hỏng. Điều này bao gồm các thẻ RFID, đầu đọc / máy in, ăng-ten, và bộ điều khiển. Thông thường, không phải tất cả các thành phần này là dễ bị thiệt hại như nhau. Tag có lẽ cần phải được thay thế thường xuyên nhất, tiếp theo là ăng-ten, sau đó đầu đọc và bộ điều khiển.

Phần cứng và bản quyền phần mềm (nếu có) và việc nâng cấp. Điều này liên quan đến bản quyền (nếu có) và việc nâng cấp cho đầu đọc RFID / máy in, ăng-ten, và bộ điều khiển. Nó cũng bao gồm việc nâng cấp cho máy tính cá nhân, máy chủ, ... để quản lý ứng dụng.

Bản quyền phần mềm và nâng cấp. Đây là một đặc điểm quan trọng tiêu biểu cho vấn đề bản quyền và nâng cấp phần mềm trung chuyên RFID, mô-đun tùy chỉnh, và các ứng dụng từ các nhà cung cấp, chẳng hạn như quản lý thời gian thực, cơ sở dữ liệu, hệ thống vận hành, phần mềm báo cáo.....

Nhân viên. bao gồm cả nhân viên toàn thời gian, bán thời gian và chuyên gia tư vấn cần thiết để duy trì hệ thống.

Hỗ trợ kỹ thuật. Điều này bao gồm các nguồn lực để thiết lập môi trường hỗ trợ kỹ thuật và hợp đồng hỗ trợ với các nhà cung cấp và tích hợp,....

Cải tiến. Các yêu cầu cần thiết để hỗ trợ các chức năng mới hoặc mở rộng phạm vi chức năng hiện có của hệ thống RFID, các giao diện mới cho các hệ thống đầu cuối, v..v.. được thể hiện trong yếu tố này.

Một số yếu tố, đặc biệt là chi phí cải tiến, có thể khó để ước tính một cách chính xác trong giai đoạn thiết kế.

### **9.3. Những chú ý khi thực hiện**

Phần này đưa ra một số đề nghị dựa trên kinh nghiệm được rút ra từ các hệ thống RFID thực tế. Các đề xuất này là không ràng buộc và được liệt kê không theo thứ tự ưu tiên:

- Kiểm tra, kiểm nghiệm, và thử nghiệm.
- Đầu tiên là phân tích, tiếp theo là thực hiện.
- Tránh những thay đổi không thể kiểm soát.
- Cần cho điểm kiểm tra trên nhiều thẻ.



- Mọi quan hệ giữa các thành phần rất quan trọng.
- Không bao giờ bỏ qua việc xác nhận thẻ.
- Giám sát bao gồm cả việc dự tính
- Năng lực giám sát và quản lý từ xa là cần thiết
- Những thay đổi của quá trình thời gian.
- Thực hiện theo quy tắc.
- Cần kiên nhẫn và làm việc chăm chỉ.
- Những lợi ích bất ngờ.
- cần những người thông minh.

Các mục sau đây giải thích những yếu tố này.

### **9.3.1. Thử nghiệm, thử nghiệm, và thử nghiệm**

Một hệ thống RFID được thử nghiệm càng kỹ càng tốt. Điều này đặc biệt đúng khi một hệ thống trong hiện tại phải ít lỗi đến mức có thể để những hệ thống sau được xây dựng tốt hơn. Vị trí tag, vị trí ăng ten, v.v., tất cả đều phải được kiểm tra chặt chẽ cho đến khi hệ thống hoạt động đạt yêu cầu tại nơi triển khai. Vào thời điểm này, hệ thống có thể cải tiến. Một số nhà cung cấp và các hiệp hội đã thiết lập những phòng thí nghiệm RFID mà bạn có thể dùng cho mục đích kiểm nghiệm. Các phòng thí nghiệm này thiếu bối cảnh thực tế, nhưng cho ta cơ hội để kiểm tra thẻ mà không làm gián đoạn hoạt động kinh doanh.

### **9.3.2. Phân tích trước, thực hành sau**

Việc thu thập thông tin từ việc phân tích thay cho việc mò mẫm bắt tay vào làm sẽ mang lại cho bạn kết quả bất ngờ. Các quá trình quan trọng và các trường hợp sử dụng cần được phân tích càng nhiều càng tốt để thu thập các đặc điểm công việc và các thông số trước khi bắt tay vào thực hiện. Sau khi các nhà thiết kế rất tự tin rằng họ đã nắm được các yếu tố cần thiết, họ sẽ thiết lập định hướng chiến lược tổng quát, sau đó bắt tay vào việc thử nghiệm, khi đó các dự án sẽ tập trung và hữu ích hơn. Nếu không có những chiến lược và định hướng từ trước, hoạt động thực nghiệm sẽ bị mất phương hướng và kéo dài không cần thiết. Trong thực tế, một doanh nghiệp đã dành hơn một năm thực hành thí nghiệm mà không thực sự quyết định được là nên sử dụng (hoặc không sử dụng) RFID!

### 9.3.3. Tránh những thay đổi không thể kiểm soát

Ta nên giữ vững tiêu chí của một hệ thống RFID. Không nên đi chệch tiêu chí để nảy sinh ra những tính năng không có trong thiết kế ban đầu. Ta dễ dàng bỏ qua điều này vì bị thành công tạm thời cuốn hút và tạo ra cái nhìn lạc quan thái quá về triển vọng kỹ thuật. Ví dụ, sai lầm này có thể thể hiện ở việc thay đổi quy trình hoạt động khi các phần khác của hệ thống chưa được phân tích và hiểu rõ một cách kỹ càng. Kết quả là, phạm vi, quy mô và độ phức tạp của hệ thống có thể tăng lên đến mức mà chính các nhà phân tích, thiết kế, và thực thi cũng gặp phải những trở ngại lớn, có thể ảnh hưởng đến thời hạn hoàn thành. Phạm vi cần được xử lý lặp lại. Phạm vi cần được ưu tiên sử dụng một số tiêu chí (như tỷ lệ hoàn vốn, rủi ro, vv) và sau đó được thực hiện lặp đi lặp lại theo cách sao cho nguy cơ luôn luôn kiểm soát được đối với mỗi lần lặp đó.

### 9.3.4. Cần cho kiểm tra thẻ nhiều lần

Một đầu đọc xác nhận một thẻ tại một điểm thuộc vùng đọc của nó. Tuy nhiên, việc thêm những lần kiểm tra bổ sung là cần thiết, hoặc bằng tay hoặc tự động, tại các điểm khác trong vùng hoạt động. Lý do rất đơn giản. Một thẻ bình thường hoàn toàn có thể trở nên hư hỏng sau khi nó trải qua qua một số lượng nhất định các bước xử lý trong quá trình vận hành, làm cho nó hoàn toàn vô dụng. Sau đó việc đọc thẻ này tại bất kỳ mọi nơi đều gặp thất bại. Để kiểm soát vấn đề này, nhiều đợt kiểm tra cần phải được thực hiện trong quá trình hoạt động để đảm bảo rằng một thẻ nào đó không bị hư hại và có thể được đọc chính xác. Nếu một thẻ bị hư hỏng được tìm thấy, hành động khắc phục cần phải được thực hiện (ví dụ, tạo thẻ mới mang ID của thẻ bị hư hỏng và gắn nó vào hàng hóa). Như bạn đã biết, một thẻ nếu chỉ đơn thuần gắn vào hàng hóa thì không đảm bảo rằng sẽ được đọc tại các thời điểm sau này của quá trình hoạt động. Vì vậy, ngay cả một ứng dụng loại **slap-and-ship**, cũng cần phải xác nhận thẻ sau khi chúng được tạo ra và gắn vào hàng hóa nhất là khi hàng hóa được đưa ra khỏi công ty (ví dụ, khi mặt hàng đó đang được xếp lên một chiếc xe tải giao hàng cho khách).

### 9.3.5. Mối quan hệ giữa các thành phần là quan trọng

Các mối tương quan giữa những vật dụng khác nhau như pallet, thùng hàng hay từng đơn vị hàng hóa là rất quan trọng. Vì vậy, ID của thẻ gắn trên pallet nên tương ứng với ID của các thẻ gắn lên các thùng hàng mà pallet đó chứa, và ID của thẻ gắn trên thùng hàng cũng nên tương ứng với ID của các thẻ gắn lên các đơn vị hàng hóa chứa trong thùng đó. Mặc dù ngày nay việc gắn thẻ dựa trên việc phân cấp như vậy không còn phổ biến, đây là những ví dụ về mối quan hệ cơ bản giữa các đối tượng (vật chất) trong vận hành công việc. Mối quan hệ giữa các thành phần khác cũng có thể tồn tại trong một doanh nghiệp. Một hệ

thông RFID nên duy trì các mối quan hệ thay vì đồng nhất hóa nó ,khi đó các dữ liệu thẻ liên quan đến một pallet, thùng hàng, và một đơn vị đều ở cùng một mức cấp bậc.

### **9.3.6. Không bao giờ bỏ qua việc xác nhận sự hợp lệ thẻ**

Ta dễ dàng bị khuất phục bởi khả năng dễ đọc của thẻ mà bỏ qua yếu tố hợp lệ của thẻ cũng quan trọng không kém. Tag hợp lệ có nghĩa là các dữ liệu trong tag được kiểm tra theo một số tiêu chí để đảm bảo rằng nó hợp lệ. Quá trình này thường được thực hiện bằng việc “giao tiếp với người sử dụng” và dữ liệu lưu trữ trong thiết bị đầu cuối được liên kết với dữ liệu trong thẻ. Một thẻ có thể đọc được một cách hoàn hảo nhưng chứa dữ liệu không hợp lệ thì không hữu ích cho công việc. Bạn sẽ ngạc nhiên khi biết rằng tính hợp lệ thường bị hy sinh cho tính dễ đọc.

### **9.3.7. Giám sát bao gồm cả việc dự tính**

Việc dự tính cần phải được quản lý cẩn thận trong nỗ lực thực hiện hệ thống RFID. Các nhà thiết kế và thực hiện cần phải làm cho các bên liên quan nhận thức được lợi ích thực tế có thể đạt được từ hệ thống như vậy. Cần phải kiên nhẫn trong việc dự tính một hệ thống RFID chưa sử dụng, vì một hệ thống RFID cần phải có thời gian hiệu chỉnh để hoạt động một cách tối ưu. Hàng loạt các quy trình công việc thực tế không nên bị loại bỏ hoặc thay đổi với giả định là một hệ thống RFID có thể đưa ra những sự lựa chọn tốt hơn những quy trình đó(trước khi hệ thống RFID đó được kiểm chứng là đúng như giả định).

### **9.3.8. Năng lực quản lý và giám sát từ xa là cần thiết**

Giám sát từ xa có vẻ không cần thiết cho đến khi một số thành phần hệ thống bị lỗi và sau đó công việc có thể bị ảnh hưởng để khắc phục sự cố và sửa lỗi. Một hệ thống RFID có thể không duy trì được trừ khi khả năng giám sát được xây dựng cho hệ thống. Tương tự, nếu một vùng vận hành nào đó có 200 đầu đọc được lắp đặt thì việc nâng cấp phần sụn của các đầu đọc chất chắn sẽ tốn nhiều tiền bạc, nhân lực và thời gian chết(thời gian ngừng hoạt động để nâng cấp). Vấn đề tồi tệ hơn khi một số đầu đọc có thể không cần nâng cấp hoặc có thể cần một phiên bản khác của phần sụn, do đó làm cho bất kỳ thao tác cập nhật bằng tay nào cũng đều dễ bị lỗi. Quản lý từ xa là một câu trả lời hiệu quả để loại bỏ vấn đề này. Vì vậy, nhà thiết kế và nhà thực hiện cần phải đặc biệt chú ý tích hợp các tính năng này trong hệ thống, sẽ làm cho hệ thống hiệu quả và kinh tế trong dài hạn.

### **9.3.9. Thay đổi theo tiến trình thời gian**

Mặc dù đúng là tiềm năng tối đa của RFID có thể được thấy rõ thông qua những thay đổi quy trình công việc hiện có, nhưng những thay đổi này không nên xảy ra tại giai đoạn đầu thực hiện. Nói cách khác, trừ khi hệ thống RFID đã chứng tỏ bản thân trong các quá trình hoạt động thực tế, việc thay đổi quá trình hoạt động không nên được thực hiện. Tại

sao? Bởi vì nếu một hệ thống RFID không được cung cấp để thực hiện đúng chính xác yêu cầu công việc hoặc phải qua thời gian hiệu chỉnh, nó có thể được cô lập mà không gây ra bất kỳ tác động nào đến hoạt động hiện có. Sau khi hệ thống RFID đã “trưởng thành” đến một điểm chấp nhận được, việc thay đổi quá trình từ từ có thể được thực hiện.

### **9.3.10. Thực hiện theo Quy định**

Việc đưa vào sử dụng các hệ thống RFID không nên vi phạm quy định của liên bang hay tiểu bang hay quy tắc an toàn công việc. Các doanh nghiệp có thể bị phạt tiền và chịu trách nhiệm pháp lý đáng kể nếu vi phạm những quy định trên. Ví dụ, một số mặt hàng (như dược phẩm) có thể yêu cầu bạn phải làm theo hướng dẫn nghiêm ngặt của chính phủ trong việc gắn thẻ, việc cài đặt phần cứng có thể cần phải được tiến hành theo sự đồng ý của các chuyên gia được đào tạo có kiến thức về các bộ luật và quy định (mà cũng có thể làm giảm thiểu thiệt hại phần cứng và thời gian chết của hệ thống).

### **9.3.11. Cần kiên nhẫn và làm việc chăm chỉ**

Không tồn tại một giải pháp RFID phù hợp cho tất cả. Tương tự như vậy, bạn không thể chỉ mua một giải pháp kiểu “nhấn là chạy” và sử dụng nó mà không có bất kỳ sửa đổi nào. Tình hình trở nên khó khăn hơn bởi thực tế là một giải pháp đã từng sử dụng cho một công việc nào đó có thể kém hiệu quả trong công việc khác. Điều này có nghĩa là thực hiện một giải pháp RFID thành công là không dễ dàng. Các yếu tố liên quan (như đã mô tả trong suốt chương này) cần phải có phương pháp phân tích và giải quyết để đi đến một hệ thống tốt đáp ứng yêu cầu của công việc. Vì vậy, kiên nhẫn và làm việc chăm chỉ là yêu cầu thiết yếu để đưa vào sử dụng thành công một giải pháp RFID.

### **9.3.12. Những lợi ích bất ngờ**

Một thử nghiệm hoặc một nỗ lực đánh giá có thể lộ rõ những lợi ích ngoài mong đợi. Những lợi ích như vậy có thể tự biểu hiện trong các hình thức của các bộ phận tự động của quá trình như là một tác dụng phụ trong phạm vi của thí điểm, tăng năng suất đáng kể so với dự kiến ban đầu,.... Vì vậy, thực hiện một thử nghiệm có thể cung cấp thêm lợi thế ngoài việc đánh giá và thẩm định công nghệ.

### **9.3.13. Cần những người thông minh**

Việc thiết kế và thực hiện thành công một ứng dụng RFID thực tế mất rất nhiều nỗ lực của người thông minh. Nếu một doanh nghiệp dự kiến sẽ thuê những người “tầm tầm bậc trung” chỉ vì họ là nhân viên sẵn có thì hãy chú ý: Giai đoạn đầu của việc tiếp nhận hệ thống RFID phải được nắm trong tay của những người không chỉ có những kỹ năng thành thạo về kỹ thuật mà còn có những kiến thức uyên thâm trong lĩnh vực thương mại. Những người này nên là những người có khả năng thực thụ, đáp ứng được kỳ vọng của các bên

liên quan, và có những nỗ lực không ngừng nghỉ để cải thiện hệ thống nhằm phát huy tối đa tiềm năng của nó.

#### **9.4. Kết luận**

Chương này bao gồm một số khía cạnh của một giải pháp RFID nhìn từ quan điểm thiết kế và thực hiện. Các yếu tố ảnh hưởng đã được phân loại và thảo luận để bạn có thể hiểu được mối quan hệ của các yếu tố này với các thành phần khác nhau của hệ thống RFID. Trong chương này, các yếu tố đã được phân ra thành nhiều yếu tố phụ để cung cấp cho bạn một ý tưởng về cấu trúc và thành phần một yếu tố. Một số gợi ý và đề nghị thực tế được cung cấp để giúp hướng dẫn bạn thực hiện các quyết định đúng đắn cho các ứng dụng RFID của bạn.

# Chương 10.

## Tiêu chuẩn

Một cuộc thảo luận về công nghệ RFID là không đầy đủ nếu không có các tiêu chuẩn từ các hội đồng và các tổ chức tiêu chuẩn khác nhau nhằm giải quyết và chuẩn hóa các khía cạnh khác nhau của công nghệ. Tại sao bạn nên quan tâm tới tiêu chuẩn? Bởi vì những lý do tốt sau đây:

- **Thiết kế và triển khai một hệ thống làm việc tốt.** Thay vì tiêu tốn nguồn lực cho một hệ thống sở hữu độc quyền mà lại có thể dễ bị lỗi và thiếu sót, thì một tiêu chuẩn thích hợp có thể vạch ra một giải pháp đã trải qua nhiều lần lặp lại và cải tiến, giải pháp này cho phép bạn đưa ra một phương án rõ ràng, thiết thực, và đã được kiểm nghiệm từ thực tế.
- **Thiết kế và triển khai một hệ thống mở.** Đây là một lợi ích to lớn khác của việc sử dụng tiêu chuẩn. Tiêu chuẩn có thể cung cấp những chỉ dẫn rõ ràng đối với những thành phần của giải pháp mà được cung cấp bởi người bán, và như vậy bạn không phải nỗ lực cải tiến và bắt bẻ nhà cung cấp.
- **Thiết kế và triển khai một hệ thống tương thích.** Một lợi ích quan trọng của việc sử dụng tiêu chuẩn là giải pháp đưa ra phù hợp với một mảng rộng các hệ thống có liên quan. Do đó, bạn sẽ tốn ít nguồn lực hơn và nỗ lực ít hơn để tích hợp giải pháp này với các hệ thống khác.

Bạn được khuyên rằng nên xác định đúng một tiêu chuẩn hoặc sự chỉ dẫn phù hợp với yêu cầu ứng dụng của bạn như là bước đầu tiên khi thiết kế và triển khai một giải pháp, trước khi thực hiện bất kỳ nỗ lực nào ngay cả trong việc xây dựng một giải pháp sở hữu độc quyền. Điều gì xảy ra nếu giải pháp trong tay là vô giá trị hay tiêu chuẩn cũng như sự chỉ dẫn phù hợp không tồn tại? Thứ nhất, nếu giải pháp là vô giá trị hoặc dư thừa thì không sử dụng một tiêu chuẩn có thể là hợp lý nếu giải pháp này không được lặp đi để đạt tới một giải pháp triển khai. Thứ hai, bạn có thể áp dụng một tiêu chuẩn hiện có, ví dụ bạn có thể áp dụng các chỉ dẫn kỹ thuật của EPCglobal (mô tả sau trong chương này) trong gần như bất kỳ ứng dụng RFID UHF thụ động nào. Trong trường hợp hiếm hoi mà bạn không thể tìm thấy loại tiêu chuẩn nào để làm theo, bạn vẫn có thể tham khảo một số khía cạnh (chẳng hạn như các loại thẻ [phụ thuộc vào tần số] để sử dụng, làm thế nào để gắn các thẻ RFID vào hàng hóa, v.v.). Bạn vẫn có thể học những bài học có giá trị (thay vì từ bỏ hoàn toàn) mà không cần quan tâm có một tiêu chuẩn tồn tại hay không.

Nhiều tiêu chuẩn RFID tồn tại ngày nay xuất phát từ nhiều tổ chức khác nhau trên thế giới. Những mô tả về các tiêu chuẩn RFID hiện hành có thể dễ dàng viết thành một cuốn sách dài. Tuy nhiên do bản chất hay thay đổi của các tiêu chuẩn, nên một mô tả trong cuốn sách như vậy sẽ dễ trở nên lỗi thời ngay cả trước khi xuất bản. Vì vậy, cuốn sách này cố gắng mang lại cách tiếp cận khác. Chương này thảo luận về các tiêu chuẩn RFID đang tồn tại ngày nay, nhưng không bao hàm tất cả các khía cạnh của các tiêu chuẩn này. Ví dụ, một tiêu chuẩn mới có thể xuất hiện sau bài viết này. Tương tự như vậy, một số tiêu chuẩn có thể biến mất hoàn toàn hoặc có một số phần bị loại bỏ. Nếu bạn quan tâm đến một tiêu chuẩn nào đó và muốn khám phá nó, thì hãy mua một bản sao của bản chỉ dẫn thực tế bằng cách liên hệ với các hội đồng tiêu chuẩn thích hợp. Bạn có thể tìm thấy thông tin liên lạc với các hội đồng tiêu chuẩn ở phần cuối của chương này. Điều đó có nghĩa là chương này chỉ mô tả một số tiêu chuẩn được chọn. Tuy nhiên, những điều đó không phải là một thay thế cho bản ghi chi tiết các tiêu chuẩn kỹ thuật thực tế. Như đã nêu trước đây, do có sự thay đổi và sự tiến hóa của các tiêu chuẩn theo thời gian, do đó một số mô tả nêu ra tại thời điểm viết cuốn sách này có thể đã thay đổi bởi thời điểm đọc sách. Việc tổ chức các tiêu chuẩn cơ bản sau đây không có thứ tự đặc biệt, có những tiêu chuẩn được đưa ra liên quan đến một số khía cạnh của RFID hoặc có liên quan tới chức năng điều tiết:

- ANSI (American National Standards Institute)
- AIAG (Automotive Industry Action Group)
- EAN.UCC (European Article Numbering Association International, Uniform Code Council)
- EPCglobal
- ISO (International Organization for Standardization)
- CEN (Comité Européen Normalisation (European Committee for Standardization))
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
- ERO (European Radiocommunications Office)
- UPU (Universal Postal Union)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)

Đây không phải là một danh sách dài. Các tiêu chuẩn xuất hiện trong chương này bắt nguồn từ một tập hợp con của các nhóm tiêu chuẩn trước đó. Thêm nữa, tiêu chuẩn/nhiệm vụ từ chính phủ cũng được thảo luận ở đây.

## Chú ý

Nếu một tiêu chuẩn gồm có nhiều phần và các thông tin của một số phần không được nêu ra tại thời điểm này, thì vẫn phải hiểu rằng tiêu chuẩn đó bao gồm cả những thành phần còn thiếu đó.

### 10.1. Tiêu chuẩn ANSI

ANSI là một tổ chức cá nhân phi lợi nhuận, quản lý và điều phối sự tiêu chuẩn hóa tự nguyện của Mỹ và hệ thống đánh giá sự phù hợp. Nhiệm vụ của Hội là nâng cao khả năng cạnh tranh toàn cầu của nền thương mại nước Mỹ và chất lượng cuộc sống ở Mỹ bằng cách thúc đẩy và tạo điều kiện cho việc ủng hộ tự nguyện đối với các tiêu chuẩn, các hệ thống phù hợp và việc bảo vệ tính toàn vẹn của họ.

Một số tiêu chuẩn ANSI cơ bản thích hợp với công nghệ RFID và việc sử dụng nó trong các ứng dụng thực tế được liệt kê theo tên và với một mô tả ngắn gọn sau đây:

- **ANS INCITS 256-2.001.** Tiêu chuẩn cho việc thúc đẩy hoạt động của các thiết bị RFID thích hợp trong những dải tần miễn phí sẵn có và những mức năng lượng không phải đăng ký. Nó cũng hỗ trợ các ứng dụng quản lý hàng hóa.

- **ANS INCITS 371.** Tiêu chuẩn này gồm có ba phần sau đây:

- Phần 1. 2,4 GHz Air Interface Protocol

- Phần 2. 433 MHz Air Interface Protocol

- Phần 3. Giao diện lập trình ứng dụng

- **ANS MH10.8.4.** Tiêu chuẩn ANSI áp dụng cho RFID đối với các thùng đựng plastic tái sử dụng. Nó tương thích với ISO 17364

### 10.2. Tiêu chuẩn AIAG

AIAG là một hiệp hội phi lợi nhuận, mục đích chính của AIAG là làm giảm chi phí và sự phức tạp trong dây chuyền cung cấp ô tô và để đẩy mạnh cải thiện thị trường, chất lượng sản phẩm, sự an toàn và sức khỏe của nhân viên, và môi trường.

Tiêu chuẩn AIAG dưới đây đã được ủng hộ rộng rãi từ phía các nhà sản xuất và các nhà cung cấp:

- **AIAG B-11.** Tiêu chuẩn về nhãn lớp, bánh xe và nhận dạng bằng sóng vô tuyến. Phiên bản hiện tại cung cấp một số 96-bit trong dữ liệu định dạng EPCglobal (được thảo luận sau) cho thẻ RFID và nhãn.



### 10.3. Tiêu chuẩn EAN \* UCC

Hệ thống EAN\*UCC được quản lý bởi Hội đồng mã thống nhất và GS1 (trước đây là EAN International). Hệ thống EAN\*UCC tiêu chuẩn hóa mã số, bộ giao dịch EDI, lược đồ XML, và những giải pháp về dây chuyền cung ứng khác cho phép quá trình kinh doanh hiệu quả hơn.

UCC (sẽ đổi tên trong vài tháng tới thành GS1 US) là một tổ chức phi lợi nhuận dành riêng cho việc phát triển và triển khai các cơ sở tiêu chuẩn, những giải pháp về dây chuyền cung ứng toàn cầu. Dưới sự bảo trợ của mình, UCC có 3 chi nhánh UCCnet, RosettaNet, và EPCglobal Usand, nó đồng quản lý hệ thống EAN\*UCC toàn cầu cùng với GS1. UCC cũng quản lý tiêu chuẩn liên hiệp quốc về mã sản phẩm và dịch vụ (UNSPSC) cho Chương trình Phát triển Liên Hiệp Quốc (UNDP). EPCglobal, Inc., là liên doanh của UCC và EAN International. Những giải pháp UCC cơ bản bao gồm quá trình kinh doanh, tiêu chuẩn XML, bộ giao dịch EDI và tiêu chuẩn nhận dạng mã vạch của hệ thống EAN\*UCC, chúng hiện đang được sử dụng bởi hơn một triệu công ty thành viên trên toàn thế giới.

Nhiệm vụ của GS1 và các tổ chức thành viên là tạo ra những tiêu chuẩn mở, mang tính toàn cầu, và trên nhiều lĩnh vực dựa trên thực tiễn kinh doanh tốt nhất và bằng cách điều khiển sự thi hành của họ, đóng một vai trò hàng đầu trong quản lý dây chuyền cung ứng và nhu cầu cải tiến trên toàn thế giới. GS1 có tổ chức thành viên tại 101 quốc gia. Hệ thống EAN \* UCC là một phần của cách thức kinh doanh được tiến hành trên toàn thế giới. Ngày nay, hơn một triệu công ty thành viên ở 155 quốc gia sử dụng tiêu chuẩn EAN\*UCC như một phần của việc giao tiếp kinh doanh hàng ngày của họ, nó đại diện cho hơn năm tỷ giao dịch mỗi ngày. Các giải pháp về dây chuyền cung ứng được cung cấp bởi hệ thống UCC\*EAN bao gồm mã nhận dạng (ID) toàn cầu, phương tiện truyền thông dữ liệu, thương mại điện tử, và các tiêu chuẩn truyền thông. Những công cụ này hỗ trợ thành lập các ngành công nghiệp cũng như các thị trường mới nổi.

Sáng kiến cho việc tiêu chuẩn hóa đối với RFID được mang lại bởi tiêu chuẩn sau đây:

- **GTAG (Global TAG).** Tiêu chuẩn này có mục đích tạo điều kiện thuận lợi cho dây chuyền cung ứng toàn cầu hoạt động trong dải tần 862.928 MHz (UHF). Nó cung cấp một nền tảng kỹ thuật với các bộ dữ liệu hợp tiêu chuẩn và các chỉ dẫn ứng dụng. Các thẻ RFID tuân theo GTAG hiện đang được bán từ nhiều nhà cung cấp khác nhau.

### 10.4. Chỉ dẫn kỹ thuật EPCglobal

EPCglobal, Inc, là liên doanh giữa UCC và EAN International. Mục đích của EPCglobal là thiết lập các tiêu chuẩn trên toàn thế giới về thiết kế, thiết bị, và hỗ trợ cho Electronic Product Code (EPC) và EPCglobal Network. Các chỉ dẫn kỹ thuật EPCglobal

(sẽ sớm trở thành tiêu chuẩn) có mục đích hướng tới các hoạt động trong dây chuyền cung ứng, nó có thể là bản chỉ dẫn toàn cầu hứa hẹn nhất đối với công nghệ RFID, công nghệ cũng có thể được áp dụng cho một mảng rất rộng các ứng dụng.

Lịch sử của EPCglobal rất ngắn. EPCglobal, Inc đã tiếp quản trách nhiệm từ cơ quan tiền nhiệm của nó là Auto-ID vào ngày 01 tháng 11 năm 2003. Trách nhiệm nghiên cứu của Auto-ID được chuyển giao cho một số phòng thí nghiệm trên toàn thế giới. EPCglobal, Inc, duy trì một mối quan hệ rất chặt chẽ với các phòng thí nghiệm Auto-ID để nâng cao công nghệ và đáp ứng nhu cầu trong tương lai. Trung tâm Auto-ID được thành lập tại M.I.T. vào tháng 10 năm 1999 như là một chương trình hợp tác nghiên cứu bởi 100 công ty và 5 trường đại học hàng đầu thế giới. Nó chịu trách nhiệm về việc khái niệm hóa, tạo ra và thúc đẩy bản chỉ dẫn kỹ thuật đầu tiên gọi là bản chỉ dẫn kỹ thuật Auto-ID Center mà có liên quan đến công nghệ EPC. Tại sao lại cần thiết phải chuyển đổi từ Auto-ID Center thành EPCglobal, Inc? Sau khi công nghệ EPC đã phát triển đầy đủ thì cần thiết phải có một cơ quan tiêu chuẩn có nhiều kinh nghiệm để thương nghiệp hóa và nỗ lực tạo dựng sự chấp nhận toàn cầu đối với công nghệ. Cả hai EAN và UCC đã có nhiều năm kinh nghiệm trong việc nghiên cứu các tiêu chuẩn, và sự kết hợp của hai cơ quan thực sự tạo nên một thực thể có khả năng nhất trên toàn cầu để thúc đẩy EPC và EPCglobal Network.

Phần sau đây sẽ thảo luận về EPCglobal Network, thành phần cơ bản của bản chỉ dẫn kỹ thuật EPCglobal.

#### **10.4.1. EPCglobal Network**

EPCglobal Network là một tập hợp các công nghệ có thể cung cấp khả năng tự động, sự nhận dạng thời gian thực và chia sẻ dữ liệu thông minh đối với một mặt hàng cả trong và ngoài của doanh nghiệp. Mặc dù nó hướng tới các hoạt động của dây chuyền cung ứng của doanh nghiệp, nhưng nó có thể được áp dụng trong một số loại ứng dụng khác (ví dụ, giám sát và theo dõi hàng hóa [Chương 4, "Ứng dụng của công nghệ RFID"]).

Năm công nghệ thành phần chính tạo thành EPCglobal Network như sau:

- Mã sản phẩm điện tử (EPC).
- Phần cứng thu thập dữ liệu bao gồm các thẻ EPC và đầu đọc. Nó cũng được biết tới với tên chung là hệ thống ID.
- Phần sụn EPCglobal.
- Dịch vụ khám phá (DS) gồm có, ví dụ: Dịch vụ đặt tên đối tượng (ONS).
- Dịch vụ thông tin EPC (EPCIS).

Do đó, phương trình của EPCglobal Network có thể được tóm tắt như sau:

$$\text{EPCglobal Network} = \text{ID System} + \text{EPC} + \text{Middleware} + \text{DS} + \text{EPCIS} (1,1)$$

Ngoài ra, EPCglobal cung cấp một kiến trúc tham khảo cho mạng.

Các phần tiếp theo sẽ thảo luận chi tiết hơn. Theo sau đó là phần giải thích cách mà các thành phần này tương tác với nhau để hình thành nên EPCglobal Network.

#### 10.4.1.1. Mã sản phẩm điện tử (EPC)

Mã sản phẩm điện tử (EPC) là loại nhận dạng kiểu biến số, có thể nhận dạng bất kỳ mặt hàng trong một dây chuyền cung ứng. Nó là một thiết kế đơn giản và nhỏ gọn, có thể tạo ra số lượng rất lớn các ký hiệu nhận dạng duy nhất. Đồng thời, thiết kế này cho phép phù hợp với mã di sản và các tiêu chuẩn như sau:

- **Chỉ số nhận dạng thương mại toàn cầu (GTIN).** Đây là chỉ số EAN-UCC trên toàn cầu để nhận dạng sản phẩm và dịch vụ.
- **Ký hiệu nhận dạng tài sản hoàn lại toàn cầu (Graí).** Nó được sử dụng để đánh số những tài sản hoàn lại như thùng, bình gas v.v...
- **Nhận dạng duy nhất (UID).** Đây là một thiết kế của Bộ Quốc phòng Mỹ để đánh số giám sát tài sản.
- **Chỉ số định vị toàn cầu (GLN).** Nó được sử dụng đại diện cho địa điểm, đối tác thương mại và các thực thể pháp lý.
- **Ký hiệu nhận dạng tài sản cá nhân toàn cầu (GIAI).** Nó được sử dụng để xác định tài sản bất động sản cũng như hàng tồn kho cố định của một doanh nghiệp.
- **Mã Container vận chuyển đường thủy (SSCC).** Nó được dùng để nhận dạng các đơn vị vận chuyển đường thủy như một pallet, hộp, thùng carton v.v.

Một công ty có sử dụng mã vạch trong hoạt động của mình ngày nay có thể chuyển đổi sang RFID có sử dụng EPC. Một mã EPC có thể được dùng để nhận dạng các thuộc tính khác nhau của một mặt hàng, chẳng hạn như sau:

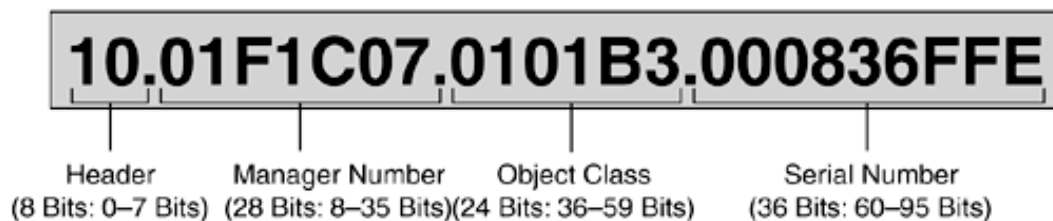
- Phiên bản của EPC sử dụng
- Xác định nhà sản xuất
- Loại sản phẩm
- Số thứ tự duy nhất của mặt hàng

Hai EPC có thể có kích cỡ khác nhau. Thực tiễn hiện nay sử dụng chủ yếu loại thẻ EPC 64 bit và 96 bit; loại thẻ 128-bit cũng bắt đầu xuất hiện trên thị trường và thẻ 256-bit đang trong giai đoạn thử nghiệm. Lưu ý rằng một thẻ EPC 96-bit là đủ cho hầu hết các quá trình hoạt động của dây chuyền cung ứng. Cấu trúc của EPC theo như quy định của bản chỉ dẫn kỹ thuật EPCglobal chủ yếu bao gồm bốn phần tương ứng với các thuộc tính ở trên:

- Tiêu đề: chỉ rõ phiên bản EPC được sử dụng
- Chỉ số Manager: chỉ rõ tên công ty hoặc lãnh thổ
- Lớp đối tượng: đại diện cho loại đối tượng được gắn thẻ
- Số Seri: chỉ rõ thứ tự của đối tượng được gắn thẻ

Hình 10-1 cho thấy cấu trúc của một EPC 96-bit.

**Hình 10-1. Một EPC 96-bit.**



Một EPC cũng có thể chứa một giá trị tùy chọn, trên cơ sở đó các đối tượng được gắn thẻ EPC có thể được lọc ra một cách có hiệu quả. Sử dụng 96 bit, bạn có thể tạo ra tổng cộng 79,228,162,514,264,337,593,543,950,336 (khoảng 80 tỷ tỷ tỷ) con số duy nhất! Nói cách khác một EPC 96-bit có thể là ký hiệu nhận dạng cho 268 triệu công ty, với mỗi công ty có thể đại diện lên đến 16 triệu lớp đối tượng và đến 68 tỷ số seri cho từng lớp đối tượng.

Lưu ý rằng một EPC là chỉ là một ký hiệu nhận dạng không hơn không kém. Vì vậy, bất kỳ thông cụ thể nào về sản phẩm phải được đặt riêng trong các hệ thống sau cuối của doanh nghiệp.

Phần sau đây sẽ bàn về một khái niệm rất quan trọng gọi là lớp thẻ EPC.

#### **10.4.1.1.1. EPC Class Tags**

EPCglobal đã định nghĩa bốn lớp của thẻ EPC RFID sau đây, để cung cấp một loạt các khả năng ở các mức giá khác nhau. Bạn nên quen với sự phân loại này vì đây là một trong

những khái niệm cốt lõi mà bạn có thể sớm sử dụng hàng ngày. Chương 1, "Tổng quan về Công nghệ," có giải thích các thuật ngữ được sử dụng ở đây:

- Lớp 0/Lớp 1
- Lớp 2
- Lớp 3
- Lớp 4

Các phần sau sẽ thảo luận cụ thể về các phân loại này.

#### **10.4.1.1.1.1. EPC Lớp 0/Lớp 1**

Cả hai loại thẻ này đều là thẻ thụ động có thể lưu trữ 64 bit hoặc 96 bit dữ liệu EPC. Dữ liệu của một thẻ lớp 0 bao gồm một số duy nhất mà đã được ghi bởi nhà sản xuất trước khi thẻ này được chuyển tới khách hàng. Thẻ lớp 0+ và lớp 1 là thẻ ghi một lần đọc nhiều lần (WORM) cho phép dữ liệu được ghi bởi khách hàng tùy mục đích sử dụng. Lớp 0 được định nghĩa cho UHF (900 MHz) trong khi lớp 1 được định nghĩa cho cả UHF (860.930 MHz) và HF (13,56 MHz). Tất cả các loại thẻ này sử dụng công nghệ tán xạ ngược đối sự truyền thông từ đầu đọc tới thẻ. Thẻ được cung cấp năng lượng bởi chùm tia sóng. Đây là các loại thẻ hiện hành rẻ nhất. Hiện nay, thẻ lớp 0 và thẻ lớp 1 không tương thích với nhau (Tức là, một đầu đọc có thể đọc một thẻ lớp 0 nhưng có thể không đọc được thẻ lớp 1 và ngược lại.)

Một thẻ UHF thế hệ 2 (thường được gọi là EPC Gen 2 hoặc đơn giản là thẻ Gen 2), đây là một thế hệ mới của thẻ WORM EPC dựa trên định ước sáng lập UHF thế hệ 2, loại này sẽ dần thay thế các thẻ lớp 0 và lớp 1. Bản chỉ dẫn kỹ thuật đã được phê duyệt như một tiêu chuẩn EPC bởi EPCglobal vào ngày 16 tháng 12 năm 2004. Một thẻ Gen 2 được định nghĩa cho UHF (860.930 MHz) và sẽ bao gồm một thẻ RW 128-bit với 96 bit dành riêng cho dữ liệu EPC và 32 bit EPC sửa lỗi và kill command. Các sản phẩm Gen 2 dự kiến sẽ xuất hiện trên thị trường trong tương lai gần.

#### **10.4.1.1.1.2. EPC lớp 2**

Đây là loại thẻ RW thụ động có thể lưu trữ một dữ liệu EPC cùng với dữ liệu của người sử dụng. Dung lượng dữ liệu của người sử dụng tối thiểu của thẻ này là 224 bit. Loại thẻ này sử dụng công nghệ tán xạ ngược đối với việc truyền thông từ đầu đọc tới thẻ. Một thẻ lớp 2 được cung cấp năng lượng bởi chùm tia sóng. Đây là các loại thẻ rẻ thứ hai sau loại thẻ lớp 0 và 1. Những loại thẻ này vẫn còn trong giai đoạn nguyên mẫu.

### **10.4.1.1.3. EPC lớp 3**

Đây là loại thẻ RW tích cực có dung lượng dữ liệu người dùng lớn. Một thẻ EPC lớp 3 hỗ trợ xử lý on-board và khả năng I/O. Thẻ này sử dụng công nghệ tán xạ ngược đối với sự truyền thông từ đầu đọc tới thẻ và có máy phát nguồn. Đây là các loại thẻ rẻ tiếp sau thẻ lớp 2.

Thẻ lớp 3 thẻ vẫn còn đang được sản xuất cho những ứng dụng đầu tiên.

### **10.4.1.1.4. EPC Class 4**

Đây là loại thẻ RW tích cực có dung lượng dữ liệu của người sử dụng lớn mà vẫn chưa được xác định rõ. Nó hỗ trợ xử lý on-board và khả năng I/O. Thẻ này sử dụng công nghệ máy phát đối với việc truyền thông từ đầu đọc tới thẻ và có pin cấp nguồn. Phạm vi đọc tối thiểu là 300 feet (khoảng 91 mét). Đây là loại thẻ đắt tiền nhất.

Thẻ lớp 4 thẻ vẫn còn đang được sản xuất cho những ứng dụng đầu tiên.

## **10.4.1.2. Phần cứng thu thập dữ liệu**

EPCglobal đã phát hành bản chỉ dẫn kỹ thuật cho thẻ EPC và giao thức chung mà dựa vào đó các đầu đọc và thẻ từ các nhà cung cấp khác nhau có thể tương thích với nhau. Ví dụ, một thẻ EPC lớp 1 từ một nhà cung cấp có thể được đọc bởi một đầu đọc thẻ EPC lớp 1 tương thích từ một nhà cung cấp khác. Tính chất mở này cung cấp sự linh hoạt tuyệt vời và thúc đẩy cạnh tranh giữa các nhà cung cấp khác nhau để đưa ra sản phẩm tốt với chi phí rẻ hơn.

### **10.4.1.3. Dịch vụ Discovery**

Bộ dịch vụ này làm trung gian và cung cấp sự truy cập dữ liệu EPC. Dịch vụ đặt tên đối tượng (ONS) là một thành phần của các dịch vụ này và nó được mô tả trong phần sau.

#### **10.4.1.3.1. Dịch vụ đặt tên đối tượng (ONS)**

ONS là một dịch vụ công cộng có thể được sử dụng để tìm kiếm các máy chủ liên quan tới EPCIS từ nơi mà dữ liệu về một sản phẩm có thể được trích ra. Nó cung cấp một cơ chế ánh xạ giữa một EPC và bộ đối tượng EPCIS có chứa thông tin về EPC này (Như vậy, về bản chất, ONS rất giống với dịch vụ DNS được sử dụng để tìm kiếm các máy chủ liên kết với một địa chỉ Internet cụ thể). Dịch vụ ONS phải thực hiện trong thời gian thực để nó có thể nhanh chóng xử lý một số lượng rất lớn các yêu cầu (ví dụ: hàng nghìn tỷ mỗi ngày) một cách đáng tin cậy. Tóm lại, ONS là một dịch vụ tra cứu cơ sở dữ liệu toàn cầu rất nhanh và đáng tin cậy.

#### 10.4.1.4. Phần mềm trung gian EPCglobal

Một thẻ có thể được đọc nhiều lần bởi các đầu đọc giống và khác nhau ở các điểm khác nhau trong dây chuyền cung ứng. Mỗi lần đọc như vậy phát ra dữ liệu thẻ về phía đầu đọc. Kết quả là, một lượng rất lớn dữ liệu được tạo ra trên Mạng EPCglobal như là kết quả của việc đọc các thẻ. Một phần đáng kể các dữ liệu này có thể được nén bởi vì nó có thể chỉ bao gồm những lần đọc trùng lặp, những lần đọc có thể được kết hợp với các lần đọc khác, và những lần đọc mà không quan trọng về mặt logic kinh doanh v.v. Nếu dữ liệu này được lưu giữ và truyền mà không nén thì hầu hết các hệ thống lưu trữ và mạng lưới sẽ sụp đổ. Để xử lý các dữ liệu này một cách hiệu quả thì nó cần phải được sắp xếp, lọc, và xử lý để có thể được quản lý trong thời gian thực. Đây là chức năng của phần mềm trung gian EPCglobal. Ngoài các nhiệm vụ trên, nó cũng chịu trách nhiệm về sự di chuyển của thông tin thích hợp thông qua mạng lưới để tới EPCIS hoặc các hệ thống kinh doanh phía sau của doanh nghiệp. Kết quả là, lượng dữ liệu được giảm xuống và dữ liệu được truyền một cách có chọn lọc trong mạng, làm cho việc sử dụng các dữ liệu đó hiệu quả và hữu ích.

#### 10.4.1.5. Dịch vụ thông tin EPC (EPCIS)

Đây là những công được host bởi các máy chủ bảo mật có chứa thông tin về các mục với những số EPC trong một EPCglobal Network. Một EPCIS liên kết dữ liệu EPC với những sự kiện và thông tin kinh doanh. Điều này rất hữu ích cho việc thực hiện kích hoạt tự động của logic trên nền sự kiện. Ví dụ một số trường hợp EPCIS có thể lưu trữ các thông tin về một số EPC đơn. Như vậy, thông tin cho một EPC cụ thể được phân phối trong tự nhiên. Vì vậy, để lắp ráp các thông tin cụ thể về một EPC, thì dữ liệu từ một số đối tượng EPCIS có thể cần phải được tách ra và sắp nhập. Một EPCIS có thể làm việc như là một mặt tiền cho một tập hợp của hệ thống kinh doanh sau cùng, chẳng hạn như hệ thống quản lý kho (WMS), quy hoạch tài nguyên doanh nghiệp (ERP), và hệ thống sản xuất trong nước. EPCIS của một doanh nghiệp cần được chia sẻ giữa các đối tác thương mại, nhà cung cấp, và khách hàng để tăng cường hợp tác với các bên. Thông tin từ EPCIS được tách ra ở dạng Ngôn ngữ đánh dấu vật lý (PML), sẽ được mô tả tiếp theo.

##### 10.4.1.5.1. Ngôn ngữ đánh dấu vật lý (PML)

Đây là một sơ đồ mở XML cho thông tin đại diện sản phẩm cũng như truyền thông. Hiện nay, PML có thể được chia thành hai phần sau đây:

**Core PML.** Các thành phần cốt lõi của EPCglobal Network sử dụng sơ đồ mở XML để giao tiếp với nhau. Loại PML đã được ghi chú vào phần chi tiết kỹ thuật.

**Extended PML.** Bản chỉ dẫn kỹ thuật EPCglobal sử dụng sơ đồ mở XML schema này để đại diện cho các đặc tính vật lý của sản phẩm. Loại PML chưa được ghi chú đầy đủ vào

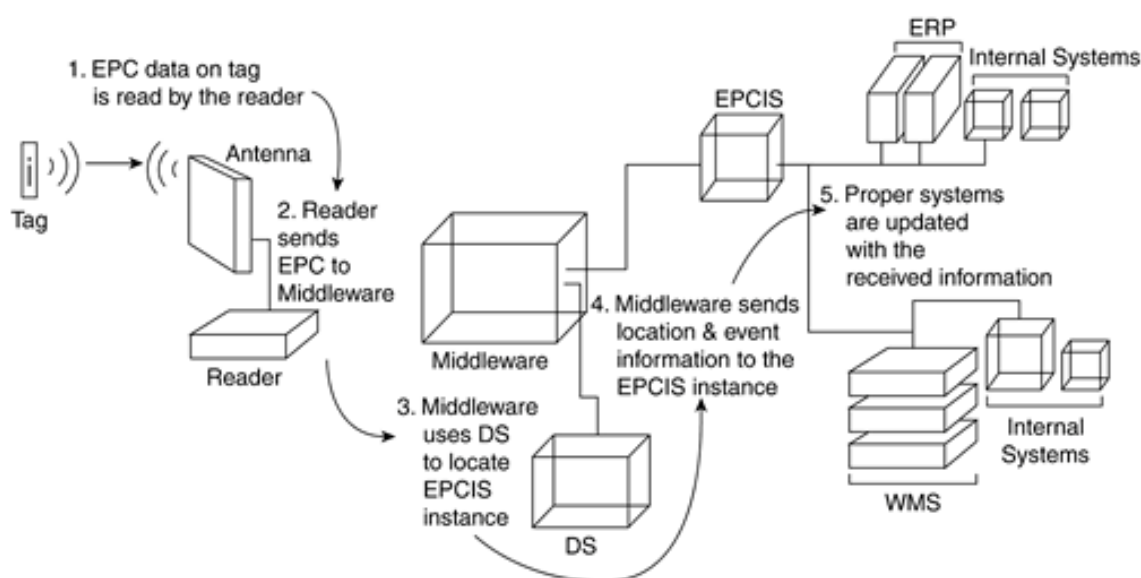
phần chi tiết kỹ thuật. Ví dụ về XML là mục ngày hết hạn, lịch sử địa điểm, thông tin tái chế, thông tin cấu tạo, ngày sản xuất, v.v.

Phần tiếp theo thảo luận làm thế nào các thành phần này làm việc cùng nhau để tạo thành mạng EPCglobal.

#### 10.4.1.6. Ràng buộc cùng nhau giữa các thành phần

Các dữ liệu trên các thẻ EPC được đọc bởi các đầu đọc. Dữ liệu này sau đó được chuyển tới phần mềm trung gian để quản lý phù hợp thông qua mạng có dây và không dây. Dịch vụ Discovery cung cấp thông tin vị trí của các EPCIS tới middleware. Middleware cho biết thêm địa điểm và thông tin sự kiện cho các dữ liệu được xử lý và di chuyển nó đến EPCIS thích hợp cho việc lưu trữ và làm việc. Hình 10-2 cho thấy quá trình này.

**Hình 10-2. Một sơ đồ EPCglobal Network.**



### 10.5. Bộ Quốc phòng U.S (DoD)

Các chính sách chính thức về RFID của DoD phát hành vào ngày 30 Tháng 7 năm 2004. DoD đã ký kết những giao ước sau ngày 1 Tháng 10 năm 2004, đối với các tài liệu phát hành vào ngày 1 tháng 1 năm 2005 trở về sau phải sử dụng các thẻ RFID. Bắt đầu từ ngày 1 tháng 1 năm 2007, tất cả các loại hàng hoá, pallet hàng hóa được vận chuyển đến bất kỳ bộ phận nào của DoD phải có thẻ RFID. Bạn có thể tải về toàn bộ chính sách và các tài liệu liên quan từ trang web [www.dodrfid.org](http://www.dodrfid.org). Một số điểm nổi bật của chính sách như sau:



- Các thẻ thụ động nên được gắn liền với pallet và các hộp. Điều này cũng áp dụng đối với các mặt hàng có giá trị cao, chúng có một mã nhận dạng duy nhất (UID).
- Một nhà cung cấp có thể sử dụng dữ liệu định dạng EPC hoặc UID để mã hóa nhận dạng mặt hàng.
- Sử dụng các thẻ thụ động UHF hoạt động trong khoảng tần số 860.960 MHz với một khoảng cách đọc tối thiểu là 9 feet (khoảng 2.7m). EPC lớp 0 (64 và 96 bit) và EPC lớp 1 (64 và 96 bit) có thể phù hợp. Những thẻ này sẽ được loại bỏ sau khi thẻ Gen2 UHF và đầu đọc trở nên phổ biến.
- Tất cả các container 20 - và 40-foot vận chuyển bên ngoài nước Mỹ phải nên có một thẻ tích cực có chứa dữ liệu danh sách các nội dung được ghi tại địa điểm ban đầu. Điều này áp dụng cho cả những container hàng hóa trên không và trên biển.

DoD đã tin tưởng về lợi ích tiềm năng của RFID thông qua nhiều thí điểm thử nghiệm trong khoảng thời gian vài tháng. Người ta mong chờ RFID sẽ giúp công việc quản lý và kiểm soát hàng tồn kho trở nên tốt hơn. Điều này cũng có thể hiểu là sẽ mang lại sự hỗ trợ tốt hơn cho quân đội ngoài chiến trường.

## 10.6. ISO (Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế)

ISO là một mạng lưới các viện tiêu chuẩn quốc gia của 146 nước, hệ thống được tổ chức với 1 thành viên cho mỗi quốc gia và trụ sở chính nằm ở Geneva, Thụy Sĩ. ISO là một tổ chức phi chính phủ.

ISO có các Ủy ban kỹ thuật (TCs) và các Hội đồng kỹ thuật chung (JTCs) sau đây cùng tham gia xây dựng nên các tiêu chuẩn liên quan đến RFID:

- ISO JTC1 SC31
- ISO JTC1 SC17
- ISO 104 TC / SC 4
- ISO TC 23 / SC 19
- ISO TC 204
- ISO TC 122

Danh sách này không phải là toàn bộ. Các tiêu chuẩn ISO sau đây có liên quan đến công nghệ RFID và được sử dụng trong các ứng dụng thực tế:

- **ISO 6346.** Mã hóa, nhận dạng và đánh dấu các Container vận chuyển.

- **ISO 7810.** Các đặc điểm vật lý của thẻ nhận dạng. Cung cấp tiêu chuẩn chất lượng, nhu cầu giao lưu quốc tế, và tiêu chuẩn về tính năng tối thiểu giữa người và máy.

- **ISO 7816.** Nhận dạng bằng thẻ tích hợp mạch điện tử có tiếp xúc. Nó bao gồm 12 phần sau đây:

- Phần 1. Đặc điểm vật lý

- Phần 2. Kích thước và vị trí của các tiếp xúc

- Phần 3. Các tín hiệu điện tử và các giao thức truyền tải

- Phần 4. Các lệnh nội bộ để trao đổi

- Phần 5. Hệ thống đánh số và thủ tục đăng ký cho ứng dụng nhận dạng

- Phần 6. Các dữ liệu nội bộ để trao đổi

- Phần 7. Các lệnh nội bộ cho Ngôn ngữ truy vấn cấu trúc thẻ (SCQL)

- Phần 8. Các lệnh cho các hoạt động bảo mật

- Phần 9. Các lệnh cho quản lý thẻ

- Phần 10. Các tín hiệu điện tử và trả lời để thiết lập lại cho thẻ đồng bộ

- Phần 11. Xác minh cá nhân thông qua các phương pháp sinh trắc học

- Phần 12. Ứng dụng mã hóa thông tin

- **ISO 9798.** Sự xác nhận thông tin về đối tượng kỹ thuật, bảo mật kỹ thuật. Nó bao gồm năm phần sau đây:

- Phần 1. Giới thiệu chung

- Phần 2. Cơ chế sử dụng các thuật toán mã hóa đối xứng

- Phần 3. Cơ chế sử dụng kỹ thuật ký hiệu số

- Phần 4. Cơ chế sử dụng chức năng kiểm tra mật mã

- Phần 5. Cơ chế sử dụng kỹ thuật kiến thức số 0

- **ISO 9897.** Mã hóa truyền thông chung cho trao đổi dữ liệu giữa các phương tiện vận chuyển container.

- **ISO 10373.** Phương pháp kiểm tra thẻ nhận dạng. Nó bao gồm 7 phần sau đây:

Phần 1. Kiểm tra các đặc điểm chung

Phần 2. Các thẻ có từ tính

Phần 3. Thẻ có mạch tích hợp có tiếp xúc và các thiết bị giao diện liên quan

Phần 5. Thẻ nhớ quang

Phần 6. Thẻ gán

Phần 7. Thẻ lân cận

▪ **ISO 10374.** Nhận dạng các container vận chuyển tự động.

▪ **ISO 10536.** Nhận dạng bằng thẻ ghép trực tiếp có mạch tích hợp không tiếp xúc. Nó bao gồm 3 phần sau đây:

Phần 1. Đặc điểm vật lý

Phần 2. Kích thước và vị trí của các vùng khớp nối

Phần 3. Các tín hiệu điện tử và thiết lập thủ tục

▪ **ISO 11784.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến đối cho động vật đưa ra cấu trúc mã. Điều này chỉ rõ cách xác định cấu trúc mã số để nhận dạng một con vật bằng cách sử dụng RFID. Tuy nhiên, nó không chỉ rõ bất kỳ đặc điểm nào về giao thức truyền dẫn giữa một thẻ RFID và đầu đọc. Điều này được cung cấp bởi các tiêu chuẩn tiếp theo.

▪ **ISO 11785.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến đối với động vật đưa ra khái niệm kỹ thuật. Nó chỉ rõ các thủ tục truyền tải giữa các thẻ RFID và đầu đọc.

▪ **ISO 14223.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến đối với động vật, bộ thu phát cao cấp-giao diện vô tuyến.

▪ **ISO 14443.** Nhận dạng bằng thẻ gán có mạch tích hợp không tiếp xúc. Nó bao gồm 4 phần sau đây:

Phần 1. Đặc điểm vật lý

Phần 2. Năng lượng sóng vô tuyến và bề mặt tín hiệu

Phần 3. Khởi tạo và chống va chạm

Phần 4. Giao thức truyền tải

- **ISO 14816.** Giao thông đường bộ, xe vận tải viễn tin tự động, thiết bị đánh số nhận dạng và các cấu trúc dữ liệu.
- **ISO 15434.** Cú pháp truyền thông tin cho phương tiện truyền thông dung lượng lớn ADC.
- **ISO 15459.** Nhận dạng thông tin kỹ thuật của các đơn vị vận tải. Nó bao gồm hai phần sau đây:

Phần 1. Tiêu chuẩn kỹ thuật

Phần 2. Thủ tục đăng ký

- **ISO 15961.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến (RFID) đối với giao thức dữ liệu quản lý hàng hóa: giao diện ứng dụng.
- **ISO 15.962.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến (RFID) đối với giao thức dữ liệu quản lý hàng hóa: Quy tắc mã hóa dữ liệu và hàm bộ nhớ logic
- **ISO 15.963.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến (RFID) đối với nhận dạng kỹ thuật hàng hóa cho thẻ RF. Nó mô tả sơ đồ đánh số cho các thẻ RFID.
- **ISO 17.358.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho các yêu cầu ứng dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 17.363.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho các container vận chuyển sử dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 17.364.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho các đơn vị vận tải sử dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 17.365.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho các hàng hóa vận chuyển có thể thu hồi sử dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 17.366.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho các gói hàng sản phẩm sử dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 17.367.** Ứng dụng dây chuyền cung ứng cho việc gắn thẻ lên sản phẩm sử dụng RFID. Tiêu chuẩn này hiện đang được phát triển.
- **ISO 18.000.** Thông tin kỹ thuật RFID cho quản lý hàng hóa. Nó bao gồm sáu phần:

Phần 1. Kiến trúc liên quan và định nghĩa của các tham số được chuẩn hóa

Phần 2. Tham số cho truyền thông trên bề mặt không khí tần số dưới 135 kHz

Phần 3. Tham số cho truyền thông trên bề mặt không khí tại tần số 13,56 MHz

Phần 4. Tham số cho truyền thông trên bề mặt không khí tại tần số 2,45 GHz

Phần 6. Tham số cho truyền thông trên bề mặt không khí tại tần số từ 860 tới 930 MHz

Phần 7. Tham số cho truyền thông tích cực trên bề mặt không khí tại tần số 433 MHz

- **ISO 18.001.** RFID đối với tiêu sử những yêu cầu về ứng dụng quản lý hàng hóa.
- **ISO 18.047.** Phương pháp kiểm tra sự tương thích của các thiết bị RFID. Điều này được chia nhỏ trong tiêu chuẩn ISO 18.000. Nó bao gồm ba phần sau đây:

Phần 3. Phương pháp kiểm tra cho truyền thông bề mặt không khí ở 13,56 MHz

Phần 4. Phương pháp kiểm tra cho truyền thông bề mặt không khí ở 2,45 GHz

Phần 7. Phương pháp kiểm tra cho truyền thông bề mặt không khí ở 433 MHz

- **ISO 18.185.** Giao thức truyền thông bằng sóng vô tuyến cho các Container vận tải. Tiêu chuẩn này đang được phát triển. Nó gồm bảy phần sau đây:

Phần 1. Giao thức truyền thông

Phần 2. Yêu cầu ứng dụng

Phần 3. Đặc điểm môi trường

Phần 4. Bảo vệ dữ liệu

Phần 5. Giao diện cảm biến

Phần 6. Tập thông báo đối với việc truyền giữa đầu đọc chính thức với máy chủ

Phần 7. Lớp vật lý

- **ISO 23.389.** Nhận dạng bằng sóng vô tuyến có thể đọc-ghi đối với Container vận tải

## **10.7. Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu ETSI (European Telecommunications Standards Institute)**

ETSI là một tổ chức phi lợi nhuận độc lập ở châu Âu có nhiệm vụ phát triển các tiêu chuẩn viễn thông cho ngày nay và tương lai.

Các tiêu chuẩn ETSI sau đây có liên quan đến RFID:

▪ **ETSI TR 101 445 V1.1.1 (2.002-04).** Tương thích điện từ và vấn đề quang phổ vô tuyến điện (ERM);thiết bị tầm ngắn (SRD) dành cho hoạt động ở dải tần từ 862 MHz đến 870 MHz,tài liệu về hệ thống tham khảo tài liệu đối với thiết bị nhận dạng bằng sóng vô tuyến (RFID).

▪ **ETSI I-ETS 300 220 ed.1 (1993-1910).** Hệ thống và thiết bị vô tuyến(RES);Thiết bị tầm ngắn(SRD);Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra đối với các thiết bị vô tuyến được sử dụng trong dải tần từ 25 MHz tới 1000 MHz với mức công suất lên đến 500 mW. Nó bao gồm ba phần sau đây:

Phần 1. V1.3.1 (2.000-09). Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra

Phần 2. V1.2.1 (1997-1911).Các thông số bổ sung cho mục đích điều chỉnh

Phần 3. V1.1.1 (2.000-09). Các thiết bị **EN** hài hòa theo điều 3.2 của R & TTE Chi thị

▪ **ETSI EN 300 330 V1.2.2 (1999-05).** Tương thích điện từ và vấn đề quang phổ vô tuyến điện (ERM);Thiết bị tầm ngắn;Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra các thiết bị vô tuyến trong dải tần từ 9 kHz đến 25 MHz và hệ thống cảm ứng vòng trong dải tần từ 9 KHz đến 30 MHz. Nó bao gồm 2 phần sau đây:

Phần 1. V1.4.1 (2.004-11). Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra

Phần 1. V1.2.1 (2.004-11). **EN** hài hoà theo điều 3.2 của chỉ thị R & TTE

▪ **ETSI I-ETS 300 440/C1 ed.1 (1996-04).** Thiết bị và hệ thống vô tuyến (RES); Thiết bị tầm ngắn (SRD);Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra cho các thiết bị vô tuyến được sử dụng trong dải tần từ 1GHz tới 25GHz.Nó bao gồm hai phần sau đây:

ETSI EN 300 440-1 V1.3.1 (2.001-09). Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra

ETSI EN 300 440-2 V1.1.2 (2004-07). **EN** hài hoà theo điều 3.2 của chỉ thị R & TTE

▪ **ETSI EN 300 674 V1.1.1 (1999-02).** Tương thích điện từ và vấn đề quang phổ vô tuyến điện (ERM);Dịch vụ viễn tin bằng giao thông vận tải đường bộ(RTTT);Đặc điểm kỹ thuật và phương pháp kiểm tra cho các thiết bị truyền tin liên lạc phạm vi ngắn (DSRC) hoạt động ở dải tần 5,8 GHz trong công nghiệp, khoa học, và y tế (ISM).Nó bao gồm hai phần sau đây:

ETSI EN 300 674-1 V1.2.1 (2.004-08). Đặc điểm chung và phương pháp kiểm tra cho các Unit Side Road (RSU) và Unit On-Board (OBU)

ETSI EN 300 674-2-1 V1.1.1 (2.004-08). EN hài hoà theo điều 3.2 của chỉ thị R & TTE

▪ **ETSI ETS 300 683 ed.1 (1997-06).** Thiết bị và hệ thống vô tuyến (RES); Tiêu chuẩn tương thích điện từ (EMC) cho các thiết bị tầm ngắn (SRD) hoạt động trong dải tần từ 9 KHz tới 25 GHz.

▪ **ETSI EN 300 761 V1.1.1 (1998-01).** Tương thích điện từ và vấn đề quang phổ vô tuyến điện (ERM); Nhận dạng xe tự động (AVI) dành cho đường sắt. Nó bao gồm hai phần sau đây:

ETSI EN 300 761-1 V1.2.1 (2.001-06). Đặc điểm kỹ thuật và các phương pháp đo lường

ETSI EN 300 761-2 V1.1.1 (2.001-06).

▪ **ETSI EN 301 489.** Tương thích điện từ và vấn đề quang phổ vô tuyến điện (ERM); Tiêu chuẩn tương thích điện từ (EMC) cho các thiết bị và dịch vụ vô tuyến. Nó bao gồm 30 phần sau đây:

ETSI EN 301 489-1 V1.5.1 (2.004-11). Yêu cầu kỹ thuật thông thường

ETSI EN 301 489-2 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các thiết bị nhắn tin vô tuyến

ETSI EN 301 489-3 V1.4.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các thiết bị tầm ngắn (SRD) hoạt động trong dải tần từ 9 KHz tới 40 GHz

ETSI EN 301 489-4 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các liên kết vô tuyến cố định và các thiết bị, dịch vụ phụ trợ

ETSI EN 301 489-5 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với Private land Mobile Radio (PMR) và thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-6 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với thiết bị liên lạc kỹ thuật số không dây (DECT)

ETSI EN 301 489-7 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các thiết bị vô tuyến di động và các thiết bị phụ trợ của các hệ thống viễn thông vô tuyến kỹ thuật số (GSM và DCS)

ETSI EN 301 489-8 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các trạm gốc GSM

ETSI EN 301 489-9 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với micro không dây, Các thiết bị thu thanh bằng sóng vô tuyến tương tự (RF), Thiết bị âm thanh, hình ảnh không dây

ETSI EN 301 489-10 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với điện thoại không dây thế hệ đầu tiên (CT1 và CT1+) và thế hệ thứ hai (CT2)

ETSI EN 301 489-11 V1.2.1 (2.002-11). Những điều kiện cụ thể đối với các máy phát thanh mặt đất

ETSI EN 301 489-12 V1.2.1 (2.003-05). Những điều kiện cụ thể đối với Trạm mặt đất có kích thước nhỏ, Các trạm vệ tinh tương tác với Trái Đất hoạt động trong dải tần từ 4 GHz tới 30 GHz trong dịch vụ vệ tinh cố định (FSS)

ETSI EN 301 489-13 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với vô tuyến dải cá nhân (CB) và thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-14 V1.2.1 (2.003-05). Những điều kiện cụ thể đối với các máy phát thanh truyền hình analog và kỹ thuật số mặt đất

ETSI EN 301 489-15 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với các thiết bị vô tuyến nghiệp dư thương mại

ETSI EN 301 489-16 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với thiết bị truyền thông vô tuyến analog, di động và cầm tay

ETSI EN 301 489-17 V1.2.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với hệ thống truyền tải dải tần rộng 2,4 GHz và thiết bị hiệu suất cao RLAN 5 GHz

ETSI EN 301 489-18 V1.3.1 (2.002-08). Những điều kiện cụ thể đối với thiết bị Terrestrial Trunked Radio (TETRA)

ETSI EN 301 489-19 V1.2.1 (2.002-11). Những điều kiện cụ thể đối với Các trạm di động mặt đất chỉ thu (ROMES) hoạt động trong băng tần 1,5 GHz cung cấp dữ liệu thông tin liên lạc

ETSI EN 301 489-20 V1.2.1 (2.002-11). Những điều kiện cụ thể đối với trạm di động mặt đất (MES) được sử dụng trong dịch vụ vệ tinh di động (MSS)

ETSI EN 301 489-22 V1.1.1 (2.003-11). Những điều kiện cụ thể đối với sóng vô tuyến cố định và di động hàng không VHF



ETSI EN 301 489-23 V1.2.1 (2.002-11). Những điều kiện cụ thể đối với IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA) Base Station (BS) radio, bộ khuếch đại và các thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-24 V1.2.1 (2.002-11). Những điều kiện cụ thể đối với IMT-2000 CDMA Direct Spread (UTRA) cho sóng vô tuyến di động và xách tay (UE) và thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-25 V2.3.2 (2004-07). Những điều kiện cụ thể đối với CDMA 1x Spread Spectrum Base Stations và thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-26 V2.3.2 (2004-07). Những điều kiện cụ thể đối với CDMA 1x Spread Spectrum Base Stations, các bộ khuếch đại và các thiết bị phụ trợ

ETSI EN 301 489-27 V1.1.1 (2.004-06). Những điều kiện cụ thể đối với các mô cấy y học hoạt động với mức năng lượng siêu thấp (ULP-AMI) và liên quan đến thiết bị ngoại vi (ULP-AMI-P)

ETSI EN 301 489-28 V1.1.1 (2.004-09). Những điều kiện cụ thể đối với các liên kết hình ảnh không dây kỹ thuật số

ETSI EN 301 489-31 V1.1.1 (2.004-11). Những điều kiện cụ thể đối với các thiết bị trong dải tần KHz 9-315 cho ULP-AMI và liên quan đến thiết bị ngoại vi (ULP-AMI-P)

ETSI EN 301 489-32 V1.1.1 (2.004-11). Những điều kiện cụ thể đối với các ứng dụng Radar tham dò mặt đất

## **10.8. ERO (cơ quan truyền thông vô tuyến châu Âu)**

ERO hỗ trợ cho ECC của CEPT.ECC,là ủy ban mang lại sự điều chỉnh và quy định về liên lạc viễn thông vô tuyến của 45 nước thành viên CEPT.

Danh sách sau đây xác định các hoạt động của ERO liên quan đến:

- **Báo cáo ECC 001.** Khả năng tương thích giữa bộ thu phát tín hiệu cảm ứng LF và HF RFID với các hệ thống truyền thông vô tuyến khác trong các dãy tần số 135148.5 kHz, 4.788.78 MHz và 11.5615.56 MHz.
- **Báo cáo ECC 007.** Khả năng tương thích giữa các hệ thống RFID LF với các hệ thống truyền thông vô tuyến trong dải tần số 135.148,5 kHz.
- **Báo cáo ERC 074.** Khả năng tương thích giữa các thiết bị RFID với các dịch vụ thiên văn vô tuyến ở 13 MHz.

- **ERC / DEC (91) 01.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn hoạt động trong các dải tần số 6,7656,795 kHz và 13.55313.567 MHz.
- **ERC / DEC (91) 02.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn không rõ ràng hoạt động trong dải tần số 26.95727.283 MHz.
- **ERC / DEC (91) 03.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn không rõ ràng hoạt động trong dải tần số 40.66040.700 MHz.
- **ERC / DEC (91) 04.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn không rõ ràng hoạt động trong các dải tần số 868.0868.6 MHz, 868.7869.2 MHz, 869.4869.65 MHz, 869.7870.0 MHz.
- **ERC / DEC (91) 05.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn không rõ ràng hoạt động trong dải tần số 2,4002,483.5 MHz.
- **ERC / DEC (91) 08.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn được sử dụng cho việc phát hiện và cảnh báo sự chuyển động hoạt động trong dải tần số 2,4002,483.5 MHz.
- **ERC / DEC (91) 13.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn được sử dụng cho các ứng dụng cảm ứng hoạt động trong các dải tần số 959,750 kHz, 59.75060.250 kHz, 60,25070 kHz, 70.119 kHz, 119.135 kHz.
- **ERC / DEC (91) 14.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn được sử dụng cho các ứng dụng cảm ứng hoạt động trong các dải tần số 6,7656,795 kHz, 13.55313.567 MHz.
- **ERC / DEC (91) 15.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm vi ngắn được sử dụng cho các ứng dụng cảm ứng hoạt động trong dải tần số 7,4008,800 kHz.

- **ERC / DEC (91) 16.** Quyết định ERC Ngày 12 tháng 3 năm 2001 về những tần số hài hoà, đặc điểm kỹ thuật và miễn đăng ký cá nhân đối với các thiết bị tầm ngắn được sử dụng cho các ứng dụng cảm ứng hoạt động trong dải tần số 26.95727.283 MHz.
- **ERC / DEC (92) 02.** Quyết định ERC Ngày 22 tháng 10 năm 1992 về các dải tần số được chỉ định để giới thiệu cho các hệ thống viễn tin giao thông vận tải đường bộ.
- **ERC / REC 70-03.** (Khuyến nghị) Thủ tục cho việc công nhận lẫn nhau của các loại thử nghiệm và phê duyệt đối với các thiết bị vô tuyến.
- **ERC / REC 70-03.** (Khuyến nghị) Liên quan đến việc sử dụng các thiết bị tầm ngắn (SRD).

### 10.9. Tổ chức The Open Services Gateway Initiative (OSGi)

Bản chỉ dẫn kỹ thuật từ tổ chức phổ biến này (bao gồm khoảng 60 công ty thành viên) không phải dành riêng cho RFID, nhưng có thể được sử dụng để quản lý hệ thống và những bộ điều khiển liên quan tới RFID (xem Chương 1). Sau đây là tóm tắt những khía cạnh chính của tổ chức này và đặc điểm nền tảng dịch vụ của nó: [1]

[1] OSGi Service Platform. Phát hành 3/3/ 2003, trang 3.

*The Open Services Gateway Initiative (OSGi) was founded in March 1999. Its mission is to create open specifications for the network delivery of managed services to local networks and devices. The OSGi service platform specification provides an open, common architecture for service providers, developers, software vendors, gateway operators and equipment vendors to develop, deploy and manage services in a coordinated fashion. It enables an entirely new category of smart devices due to its flexible and managed deployment of services. The primary targets for the OSGi specifications are set top boxes, service gateways, cable modems, consumer electronics, PCs, industrial computers, cars and more. These devices that implement the OSGi specifications will enable service providers like telcos, cable operators, utilities, and others to deliver differentiated and valuable services over their networks.*

Mặc dù dịch vụ này trước hết được phát triển cho các công dịch vụ và v.v, nhưng nó có thể được sử dụng với cùng một hiệu quả cho các thiết bị RFID

### 10.10. Thông tin liên hệ của các Hiệp hội Tiêu chuẩn

Danh sách sau đây cung cấp các thông tin liên lạc của các hiệp hội tiêu chuẩn:

- ANSI (American National Standards Institute). [www.ansi.org](http://www.ansi.org). 25 West 43rd Street, 4th floor, New York, NY 10036, USA. Phone: 212-642-4900. Fax: 212-398-0023. E-mail: [info@ansi.org](mailto:info@ansi.org).

- Automotive Industry Action Group (AIAG). [www.aiag.org](http://www.aiag.org). 26200 Lahser Road, Suite 200, Southfield, MI 48034-7100. Phone: 248-358-3003. Fax: 248- 799-7995. E-mail: [order\\_inquiry@aiag.org](mailto:order_inquiry@aiag.org).
- EAN.UCC (European Article Numbering Association International, Uniform Code Council). Uniform Code Council, Inc. [www.uc-council.org](http://www.uc-council.org). Princeton Pike Corporate Center, 1009 Lenox Drive, Suite 202, Lawrenceville, NJ 08648. Phone: 609-620-0200. Fax: 609-620-1200. E-mail: [info@uc-council.org](mailto:info@uc-council.org).
- EPCglobal. [www.epcglobalinc.com](http://www.epcglobalinc.com). Princeton Pike Corporate Center, 1009 Lenox Drive, Suite 202, Lawrenceville, NJ 08648. Phone: 609-620-4671. Fax: 609-620-0255. E-mail: [EPCInfo@EPCglobalUS.org](mailto:EPCInfo@EPCglobalUS.org).
- ISO (International Organization for Standardization). [www.iso.org](http://www.iso.org). For sales enquiries, etc., access the web site. You can access the online standards catalog at [www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList](http://www.iso.org/iso/en/CatalogueListPage.CatalogueList).
- CEN (Comité Européen de Normalisation (European Committee for Standardization)). [www.cenorm.be](http://www.cenorm.be). 36 rue de Stassart, B - 1050 Brussels, Belgium. Phone: + 32 2 550 08 11. Fax: + 32 2 550 08 19. E-mail: [infodesk@cenorm.be](mailto:infodesk@cenorm.be).
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute). [www.etsi.org](http://www.etsi.org). 650 route des Lucioles 06921 Sophia-Antipolis Cedex, France. Phone: +33 (0)4 92 94 42 00. Fax: +33 (0)4 93 65 47 16. E-mail: [helpdesk@etsi.org](mailto:helpdesk@etsi.org).
- ERO (European Radiocommunications Office). [www.ero.dk](http://www.ero.dk). Peblingehus, Nansensgade 19, DK 1366 Copenhagen. Phone: +45 33896300. Fax: +45 33896330. E-mail: [ero@ero.dk](mailto:ero@ero.dk).
- UPU (Universal Postal Union). [www.upu.int](http://www.upu.int). Case postale 13, 3000 BERNE 15, SWITZERLAND. Phone: +41 31 350 31 11. Fax: +41 31 350 31 10. E-mail: [info@upu.int](mailto:info@upu.int).
- ASTM (American Society for Testing and Materials). [www.astm.org](http://www.astm.org) 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959. Phone: (610) 832-9585. Fax: (610) 832-9555. E-mail: [service@astm.org](mailto:service@astm.org).
- OSGi Alliance. [www.osgi.org](http://www.osgi.org). Bishop Ranch 6, 2400 Camino Ramon, Suite 375, San Ramon, CA 94583 USA. Phone: (925) 275-6625. Fax: (925) 886-3696. E-mail: [help@osgi.org](mailto:help@osgi.org).

# Chương 11

## Tổng kết

RFID không phải là một giải pháp thần diệu, nhưng nó đã tồn tại (và sẽ tiếp tục phát triển). Vì vậy, ngay cả khi các doanh nghiệp chưa cố gắng để đánh giá những lợi ích của RFID (trong bối cảnh hoạt động kinh doanh của mình), thì mọi người đều biết rằng không thể bỏ qua công nghệ này. Một doanh nghiệp có thể tiết kiệm chi phí ban đầu và có được lợi thế hơn đối thủ cạnh tranh của họ nếu họ nắm bắt cơ hội để thực hiện đánh giá này ngay từ bây giờ. Tuy nhiên, hãy nhớ rằng, bất chấp sự phấn khích hiện tại về công nghệ, RFID có thể không thích hợp cho tất cả mọi người, và nó không phải là công nghệ mà ta có thể nắm bắt một cách dễ dàng. Cuốn sách này sẽ không được hoàn thành mà không có những thảo luận về các trở ngại hiện nay thường được xem như là lý do chủ yếu để không sử dụng RFID. Tiếp theo đây là phần chỉ rõ các trở ngại. Sau đó, một vài ý kiến ngắn gọn và quan sát thực tế về công nghệ RFID sẽ khép lại chương này và cuốn sách này.

### 11.1. Rào cản cho việc sử dụng RFID

Sau đây là một số trong những trở ngại chính khiến ta không sử dụng RFID trong một doanh nghiệp:

- Quá đắt
- Quá phức tạp / không hoạt động được
- Các giải pháp hiện tại là đủ (không cần tới giải pháp RFID)
- Không tạo ra bất kỳ lợi thế kinh doanh nào
- Không có tính ứng dụng

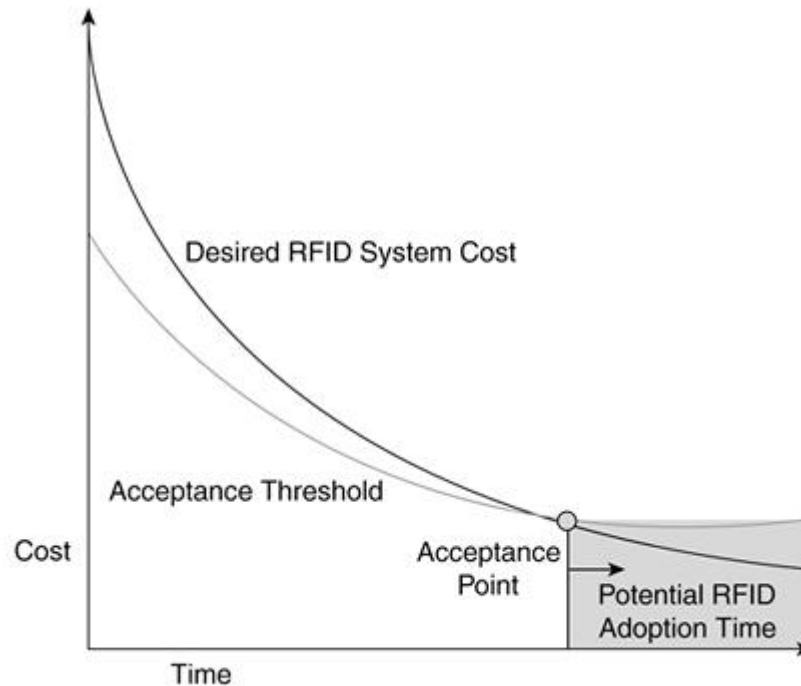
Các mục phụ sau đây sẽ xem xét kỹ hơn những lý do này và bàn về một số cách để vượt qua các trở ngại.

#### 11.1.1 Quá đắt

Đây có lẽ là yếu tố phổ biến nhất dẫn đến việc không sử dụng RFID. Mặc dù các thẻ RFID và đầu đọc không phải là các mặt hàng rẻ nhất hiện nay, nhưng giá cũng đang giảm nhanh chóng, và công nghệ đang được cải thiện với một tốc độ ấn tượng. Do đó, hiện tại nếu công nghệ RFID bị từ chối chỉ vì lý do trên, thì các doanh nghiệp nên xem xét lại công việc kinh doanh của mình ít nhất là một lần trong hai năm tiếp theo. Ngoài ra, trong điều kiện này, điều quan trọng là xác định điểm tới hạn, hoặc giá ngưỡng của hệ thống, mà tại

đó các doanh nghiệp có thể đủ khả năng để triển khai một giải pháp RFID. Hình 11-1 cho thấy một kịch bản ví dụ.

**Hình 11-1. Một ví dụ về chi phí hệ thống RFID so với giá cả chấp nhận được.**



Ở đây, điểm tới hạn, hoặc ngưỡng giá, là điểm giao nhau của hai đường cong đại diện cho chi phí của hệ thống RFID cần thiết so với chi phí chấp nhận được của nó. Việc đánh giá và lựa chọn giải pháp RFID có thể bắt đầu sau thời điểm này (có nghĩa là, phía bên phải được tô đậm của đường thẳng đi qua điểm tới hạn). Việc xác định này đặc biệt cần thiết trong trường hợp những lợi ích kinh doanh của RFID đã rõ ràng nhưng chi phí triển khai là một trở ngại. Có thể thương lượng một mức giá thấp hơn mức ngưỡng với các nhà cung cấp dựa trên những nhân tố chắc chắn (ví dụ như một đơn đặt hàng với số lượng nhiều). Điều này do đó có thể làm giảm bớt vấn đề giá cả mà không cần chờ đợi cho giá cả đi xuống. Nhưng trái lại, mọi doanh nghiệp có thể mong muốn chỉ tốn một xu để có một tag, mong muốn như vậy làm nảy sinh một trong những vấn đề chính: Có thể mất nhiều thời gian cho việc giảm giá (Ví dụ, có thể mất 10, 15, hoặc 20 năm). Do đó, nếu một doanh nghiệp chờ đợi một thẻ một xu trong khi đối thủ cạnh tranh của họ đã tìm ra một ngưỡng chi phí thực tế hơn, thì những đối thủ đi trước này sẽ trở thành một mối bất lợi đáng gờm nếu sau này doanh nghiệp đó có thể khai thác thành công lợi ích của RFID khi đã chấp nhận được giá cả của nó.

Nếu giá hiện tại của phần cứng RFID là mối quan tâm chính, một doanh nghiệp phải xác định một ngưỡng giá thực tế mà tại đó có thể triển khai giải pháp RFID. Sau đó, nên xem lại tình hình kinh doanh của mình sau khi đã tìm được ngưỡng giá hợp lý.

### **11.1.2. Quá phức tạp / không hoạt động**

Kết luận này đôi khi nổi lên sau những lý lẽ kinh doanh thông thường và việc thực hiện thí điểm đã được hoàn thành để đánh giá công nghệ. Mặc dù những lý do (về mặt kinh doanh) để sử dụng RFID có thể hấp dẫn, trên thực tế một cuộc thử nghiệm có thể chỉ ra một số vấn đề liên quan đến sự phức tạp và chi phí. Hầu hết các vấn đề có thể được quy lại ở hai điều: tình trạng chưa hoàn thiện về công nghệ và chi phí phần cứng hiện tại của RFID. Ví dụ, có thể không tồn tại trên thị trường loại thẻ mà ta muốn gắn vào hàng hóa. Chế tạo một thẻ theo ý muốn là một đề xuất có thể tốn kém chi phí tới hàng trăm ngàn đô la. Tuy nhiên, các nhà cung cấp có thể điều chỉnh các thẻ hiện tại (ví dụ, bằng cách sửa đổi các ăng ten của một hoặc nhiều thẻ hiện tại) để tạo ra những thẻ theo yêu cầu. Ngoài ra, một hệ thống RFID bao gồm một vài yếu tố mà cần thời gian để thử nghiệm và tối ưu hóa (xem Chương 9, "Thiết kế và thực hiện một giải pháp RFID"). Điều này có thể làm nản lòng những ai đang tìm kiếm một giải pháp nhanh chóng (plug-and-play). Việc xin lời khuyên từ những người có kinh nghiệm trong việc thực thi một giải pháp RFID trong thực tế cũng là một ý kiến hay.

Kiên nhẫn là một đức tính rất cần thiết khi nói đến thực hiện một giải pháp RFID, đặc biệt là ở giai đoạn đầu khi có thể cần phải vượt qua những trở ngại. Trong tình huống như vậy, bạn nên luôn luôn tìm kiếm sự trợ giúp bên ngoài từ những người có kinh nghiệm thực tế.

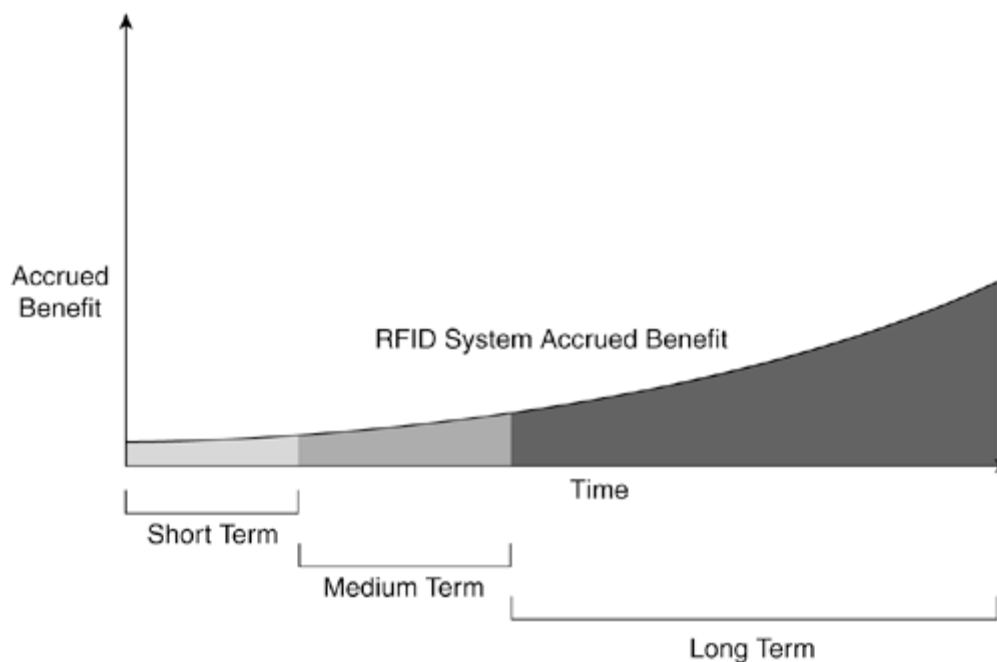
### **11.1.3. Giải pháp hiện tại là đủ**

Đây là lý do phổ biến thứ ba dẫn đến việc không sử dụng giải pháp RFID. Tuy nhiên, lý do về mặt kinh doanh cho việc sử dụng giải pháp RFID ít nhất cũng nên được xem xét trước khi đi đến một kết luận như vậy. Mặt khác, ngoài những cơ sở khách quan để từ chối sử dụng RFID, các doanh nghiệp còn có tâm lý "không hư, không sửa", tâm lý đó có thể gây bất lợi cho các doanh nghiệp (đặc biệt nếu đối thủ cạnh tranh, khách hàng và đối tác kinh doanh sẵn sàng đánh giá và sử dụng công nghệ để tạo lợi thế cho họ). Trong thực tế, những đồng nghiệp nhiệt tình có thể thay đổi mạnh mẽ nguyên tắc này. Ví dụ, nếu những khách hàng quan trọng yêu cầu công ty triển khai hệ thống RFID trong một thời gian nhất định, việc mạo hiểm không đáp ứng yêu cầu có thể khiến các công ty mất những khách hàng này và tóm lại là sẽ gây ra thiệt hại (đó là chưa kể đến việc thị phần bị mất vào tay đối thủ). Trong trường hợp này, doanh nghiệp có ít sự lựa chọn và phải tiến tới việc triển

khai một giải pháp RFID nào đó (thậm chí bất chấp thực tế là lý do để sử dụng RFID cho các doanh nghiệp đó có thể không quá hấp dẫn).

Ngay cả khi các doanh nghiệp chưa gặp phải yêu cầu sử dụng RFID từ khách hàng, các đối tác kinh doanh, hoặc các nhà cung cấp, họ ít nhất cũng cần đưa ra lý do (về mặt kinh doanh) trước khi quyết định không sử dụng RFID. Ngay cả một cải tiến nhỏ từ việc sử dụng của công nghệ (ví dụ, giảm 5 phần trăm trong chi phí kiểm kê) cũng có thể dẫn đến lợi ích đáng kể trong dài hạn (xem hình 11-2).

**Hình 11-2. Khả năng tích lũy lợi ích của một hệ thống RFID.**



Ngoài ra, việc sử dụng RFID có thể dẫn đến những phát hiện các các lợi ích bất ngờ mà trước đây ta chưa hình dung ra được.

#### **11.1.4. Không tạo ra Bất kỳ thuận lợi nào trong công việc**

Đây cũng là một lý do khiến các doanh nghiệp không sử dụng RFID, và thực sự lý do này mang hai ý nghĩa khác nhau: Thứ nhất, RFID không cung cấp các lợi thế kinh doanh hấp dẫn dựa trên nhận thức về tiềm năng của nó; thứ hai, RFID không thể cung cấp những lợi ích cần thiết sau khi những thẩm định về mặt kinh doanh cũng như những thực nghiệm đánh giá được hoàn tất. Ý nghĩa thứ hai là xác đáng dù cho tình hình có hẳn có ảnh hưởng đến quyết định “từ chối” giải pháp RFID. Ngược lại, ý nghĩa đầu tiên có thể là kết quả của tư duy “lười biếng” (hoặc không tư duy), trên cơ sở những quan điểm dựa vào những con số không thực tế, những bằng chứng mang tính “giai thoại”, những nghiên cứu hời hợt, và



những quan điểm chung chung trên các phương tiện truyền thông trong khi bỏ qua tính hữu ích thực tế và tác động của RFID vào công việc của riêng mình. Các kết luận đạt được từ những phân tích như vậy cần được phê bình, ngay cả khi những kết luận đó đề nghị việc sử dụng RFID. Tại sao? Bởi vì hầu hết những phân tích như vậy hoặc là quá phi thực tế hoặc là quá bi quan về những lợi ích mà có thể đạt được từ việc sử dụng công nghệ.

Một phân tích khách quan về những lợi ích của RFID và thực hiện một số đánh giá thực tế là cần thiết trong điều kiện thực tế của doanh nghiệp trước khi chấp nhận hoặc từ chối việc sử dụng công nghệ.

#### **11.1.5. Không thể ứng dụng**

Mặc dù một doanh nghiệp có thể dựa nhiều vào tập dữ liệu (và, hãy nhớ, RFID là công nghệ thu thập dữ liệu) và việc sử dụng tập dữ liệu đó, họ vẫn có thể kết luận (có lẽ, vào thời điểm này) không áp dụng RFID cho các lĩnh vực hoạt động của mình. Tuy nhiên hãy nhớ rằng, tiềm năng sử dụng của công nghệ RFID được mở rộng và việc nó bị hạn chế không phải vì các chuỗi cung ứng cũng không phải vì những trường hợp nêu ra trong Chương 4, "Lĩnh vực ứng dụng." Vì vậy, mặc dù các doanh nghiệp này có thể rơi vào một trong những tình huống hiếm hoi mà nguyên do không sử dụng thực sự đến từ bản thân công nghệ RFID, trên thực tế, việc "không áp dụng" có thể xuất phát từ việc chưa khám phá hết các lĩnh vực ứng dụng RFID. Chỉ vì RFID không áp dụng được trong một lĩnh vực nhất định ngày hôm nay không có nghĩa là nó sẽ không áp dụng được trong tương lai. Tư duy sáng tạo và tiên bộ công nghệ là hai tác nhân chính thúc đẩy tiềm năng ứng dụng RFID một cách sáng tạo.

Thay vì bỏ cuộc trong tuyệt vọng, doanh nghiệp có thể đưa ra những ý tưởng riêng của mình hoặc hợp tác với một tổ chức nghiên cứu để phát triển ý tưởng. Các doanh nghiệp sau đó có thể chia sẻ các ý tưởng này với các nhà cung cấp để tạo ra phiên bản mẫu. Với những phiên bản mẫu, các doanh nghiệp có thể nhanh chóng xác minh tính hiệu quả của công nghệ trong các lĩnh vực mình quan tâm. Kết quả thành công của những nỗ lực như vậy có thể tạo cho các doanh nghiệp một lợi thế vững chắc hơn so với đối thủ cạnh tranh.

#### **11.2. Ý kiến và quan sát**

Sau đây là tập hợp các ý kiến và quan sát không có thứ tự cụ thể về hiện trạng công nghệ RFID:

- Mức độ nhầm lẫn cao.
- Đặc thù trong ngắn hạn.
- Phổ biến trong trung và dài hạn.
- Không có ai thành thạo tất cả.

- Mọi người vẫn còn đang học tập.
- Bắt đầu tham gia là ý kiến hay nhất.

Những mục dưới đây sẽ kiểm chứng các ý nghĩ trên.

### 11.2.1. Mức độ nhằm lẫn cao

RFID ngày nay hoặc là được đánh giá một cách cường điệu với những kỳ vọng quá mức hoặc là bị phủ định một cách thái quá. Sự phân rẽ này thậm chí đủ để gây nhầm lẫn các nhà hoạch định kinh doanh, chứ chưa kể đến những người bình thường. Ví dụ, các ý kiến như vậy là không thực tế: "RFID sẽ thay thế mã vạch sớm," và "RFID có thể được dùng để theo dõi bất cứ điều gì tại bất cứ nơi nào trên thế giới." Ví dụ về các ý kiến tiêu cực là, "50 phần trăm của tất cả các dự án RFID gặp thất bại", và "RFID có thể được làm quá nhỏ đến nỗi các thẻ có thể được đặt vào con người để theo dõi họ từ các vệ tinh." Cuốn sách này đã cố gắng để sửa một số tin đồn và một số "sự thật nửa vời" này. Chương 6, "so sánh RFID với mã vạch," đã trả lời cho nhận định phi thực tế đầu tiên, và phần đầu của Chương 1, "Tổng quan về Công nghệ," nêu ra các ví dụ về những trường hợp không thể sử dụng RFID. Các số liệu thống kê liên quan đến thất bại của các dự án RFID là không có thật, nhưng bạn phải hết sức thận trọng khi ủng hộ, những thông tin (kết quả, thống kê, thông tin bên lề, vv) từ các dự án RFID trong thực tế. Bạn càng phải cẩn thận hơn khi muốn tham khảo những thông tin này. Những thông tin chính xác như vậy hiện nay thường không ổn định; vì công nghệ vẫn còn đang được phát triển, đánh giá, và công nhận, việc những người trong cuộc ra sức bảo vệ những thông tin chính xác không phải là hiếm. Tuy nhiên, vì nhu cầu đối với những thông tin như vậy là rất lớn, nên các kết quả và bằng chứng chưa được xác thực được sử dụng để thỏa mãn nhu cầu này. Những thông tin như vậy truyền từ người này sang người khác và có xu hướng biến đổi hoàn toàn. Ví dụ, một nghiên cứu kết luận rằng "50 phần trăm trong bốn thử nghiệm theo dõi các bộ đồ vật kim loại trong thời gian thực sử dụng tần số UHF đã thành công" có thể bị thay đổi và cuối cùng trở thành những lời đồn như đã đề cập ở trên. Vì vậy, luôn luôn hỏi những câu hỏi sau đây về bất kỳ số liệu thống kê RFID nào mà bạn gặp phải:

- Ai thực hiện nghiên cứu?
- Phạm vi nghiên cứu?
- Hạn chế của nghiên cứu?
- Liệu nó áp dụng được cho tôi?
- Nếu được, thì làm thế nào?

Ngoài ra, bạn nên tìm đọc các các nghiên cứu và báo cáo nguồn và từ chối những báo cáo qua trung gian. Từ những nghiên cứu nguồn, bạn có thể rút ra kết luận cho riêng bạn.

Cuối cùng, sự nhầm lẫn về thẻ thụ động,thẻ tích cực và khả năng của chúng là rất nhiều. Một thẻ thụ động phản xạ lại tín hiệu của đầu đọc và truyền dữ liệu, trong khi một thẻ tích cực thì không làm như vậy và nó có thể hoạt động như một máy phát. Bởi vì thẻ tích cực phải chứa pin và vi mạch điện tử nên nó lớn hơn nhiều so với thẻ thụ động. Tuy nhiên, vẫn có quan niệm sai lầm phổ biến cho rằng các thẻ thụ động cũng có thể hoạt động như máy phát. Mặc dù quan niệm sai lầm này có vẻ vô hại, nó làm tăng nỗi lo sợ và nghi ngờ vô căn cứ trong tâm trí của người dân về công nghệ RFID. Ví dụ, nghệ sĩ nhạc pop người Đan Mạch Jakob S. Boeskov và nhà thiết kế công nghiệp Kristian von Bengtson tạo ra một trò lừa bịp về một súng trường bắn tia Đan Mạch gọi là “ID Sniper” có thể được sử dụng để bắn và cấy thẻ RFID thu nhỏ vào người khác mà họ không biết, những người này sau đó có thể bị theo dõi bằng cách sử dụng GPS (xem hình 11-3).

**Hình 11-3. “ID Sniper”.**

**ID SNIPER**  
GPS microchip based identification rifle

**GPS microchip based identification rifle**  
Empire North is proud to present the premiere innovation of the ID Sniper Rifle, a brand new rifle in the world of rifles and shotguns. This rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle.

**What is the ID Sniper Rifle?**  
To put it short the rifle is a GPS microchip based rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle.

**Why use the ID Sniper Rifle?**  
As the world's premiere GPS microchip based rifle, the ID Sniper Rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle. The rifle is the only rifle in the world that can identify the user of the rifle.

**What is Empire North?**  
Empire North is a family owned and operated company. We are committed to providing the highest quality products and services to our customers. We are committed to providing the highest quality products and services to our customers. We are committed to providing the highest quality products and services to our customers.

empire north  
the logical evolution

Một trang Web “ma” được gọi là “empire north” được dựng nên để “quảng cáo” cho xưởng sản xuất loại vũ khí hung bạo này. Ngay lập tức,bạn có thể hiểu rằng,thẻ tích cực(lớn hơn nhiều so với thẻ thụ động) là cần thiết trong cái kịch bản này. Vì vậy,việc “bắn” một thẻ như vậy vào người có thể gây ra hậu quả trầm trọng như(thậm chí hơn) việc bắn một viên đạn vào người.Hậu quả là thẻ sẽ bị phá hủy,người bị bắn sẽ bất động (có lẽ là vĩnh viễn), như thế,khả năng theo dõi theo cách mô tả trên là hoàn toàn đáng ngờ.

Hãy xem xét sự kích động mà trò đùa này tạo ra.Một thông tin trên các trang Web phổ biến có thể được truy cập bởi hơn một triệu người và có thể một nửa trong số đó truy cập vào trang “empire north”. Trang Computerworld đã chạy một bài báo lên án loại vũ khí

kinh khủng này. Tôi thậm chí đã chứng kiến một trong những người bạn của tôi tìm mua vũ khí này trên trang eBay để sử dụng ! Cảnh sát từ Trung Quốc và các đại lý vũ khí từ nhiều nước trên thế tìm cách tiếp cận để mua vũ khí này! Thực tế đáng buồn là rất nhiều người dân tin khẩu súng bắn tĩa này là có thật.Điều này cho thấy sự cần thiết của việc giáo dục công chúng về RFID.

### **11.2.2. Chuyên biệt trong ngắn hạn**

Slap-and-ship hóa ra có thể là giải pháp RFID phổ biến nhất trong ngắn hạn bởi vì nhiều lý do khác nhau, bao gồm những lý do sau:

- Chi phí cao
- Công nghệ chưa hoàn thiện
- Các vấn đề trong việc thực thi
- Hiểu biết không đầy đủ về vấn đề vận hành

Dưới đây là những phân tích cụ thể về các nguyên nhân. Bạn có thể thấy rằng những lý do này về thực chất trùng hợp với những lý do đã được đề cập ở trên về việc không sử dụng RFID.

#### **11.2.2.1. Chi phí cao**

Ngay cả khi giá cả hạ xuống, phần cứng RFID vẫn còn đắt đối với hầu hết các doanh nghiệp, ngay cả đối với một ứng dụng loại slap-and-ship. Nhiều doanh nghiệp vừa và nhỏ không thể chấp nhận chi phí của một hệ thống như vậy trong ngắn hạn khi những lợi ích của RFID có thể sẽ không đủ để bù đắp cho chi phí này. Trong những trường hợp này, chỉ những doanh nghiệp nào được yêu cầu sử dụng RFID (ví dụ, ví dụ từ khách hàng), và do đó có thể chi tiêu nguồn lực một cách tối thiểu (thường là để triển khai loại slap-and-ship).

#### **11.2.2.2. công nghệ chưa hoàn thiện**

Công nghệ RFID chưa hoàn thiện là điều không phải bàn cãi, và danh sách dưới đây xác định một số vấn đề làm sáng tỏ điều này:

**Phần cứng RFID đang được thay đổi liên tục.** Thẻ, ăng ten, và công nghệ đọc được cải thiện với tốc độ nhanh, có nghĩa là một doanh nghiệp sẽ phải nâng cấp phần cứng tại thời điểm hay thời điểm khác. Việc cập nhật như vậy làm tăng chi phí sở hữu của một giải pháp RFID.

**Vấn đề về chất lượng phần cứng.** Tỷ lệ thẻ kiểm khuyết cao(20% hoặc hơn). Ngoài ra, không phải tất cả các thẻ đều hoạt động tốt như nhau. Vì vậy, vấn đề chất lượng làm tăng

chi phí phần cứng và có thể hạn chế khả năng đọc được của thẻ, dẫn đến chi phí vận hành cao hơn.

Tiêu chuẩn rất nhiều và đang thay đổi. Một số tiêu chuẩn RFID (dữ liệu, thẻ, giao thức, và phần mềm trung chuyên) đã ra đời, và một vài trong số này vẫn đang thay đổi, có thể làm cho việc lựa chọn một tiêu chuẩn, hoặc thiết lập một tiêu chuẩn (để thực hiện và triển khai một giải pháp RFID) trở nên khó khăn.

Một doanh nghiệp có thể quyết định chọn con đường ít trở ngại và rủi ro nhất bằng cách thực hiện một giải pháp RFID đã được tối ưu hóa về quy mô và phạm vi. Giải pháp này cũng có thể được cô lập tối đa từ các quy trình kinh doanh khác. Cách làm như vậy tìm cách giảm thiểu bất kỳ tác động nào đến quá trình hiện có trong trường hợp giải pháp gặp trục trặc hoặc giải pháp cần phải được thay thế sau đó. Những yếu tố này đã dẫn đến giải pháp slap-and-ship.

### 11.2.2.3. Vấn đề thực hiện

Các vấn đề quan trọng trong việc thực hiện bao gồm:

**Phức tạp.** Việc thực hiện và triển khai giải pháp RFID là hoàn toàn không đơn giản. Ngay cả với một ứng dụng loại slap-and-ship, có rất nhiều vấn đề phức tạp.

**Phần cứng bị hư hỏng.** Đây là vấn đề thực tế luôn hiện hữu. Ăng ten đầu đọc có thể là phần yếu nhất trong phần cứng RFID, tiếp theo là đầu đọc, và sau đó là các thẻ. Trong môi trường làm việc mà có sự va chạm cao, thẻ có thể là phần dễ hư nhất. Trong trường hợp này, thẻ có thể được gia cố để hạ thấp tỷ lệ thiệt hại (trong khi tăng chi phí phần cứng). Trong trường hợp lỗi phần cứng, phần cứng bị lỗi cần phải được xác định, sau đó sửa hoặc thay thế. Hệ thống có thể cần phải được khởi động lại. Kết quả là hoạt động kinh doanh có thể bị ngưng trệ. Thẻ bị hư hại là một vấn đề đặc biệt bởi vì đầu đọc không thể đọc được hàng hóa có gắn thẻ. Nếu mặt hàng này là một phần của đơn đặt hàng, nhà cung cấp có thể không được trả tiền cho mặt hàng này nếu thẻ bị hư hỏng trước khi nó được đưa đến chỗ của khách hàng.

**Việc đọc thẻ không đúng cách.** Một đầu đọc ở gần vùng đọc có thể tình cờ đọc một thẻ “không nên đọc”, kết quả là tạo ra sự nhầm lẫn. Vấn đề này đặc biệt đúng với với những đầu đọc cầm tay mà có thể đọc một thẻ khác trong vùng đọc của nó ngoài thẻ mà nó có nhiệm vụ phải đọc. Ngoài ra, một thẻ có thể không được đọc đầy đủ (xem Chương 9).

**Nhiều giữa hệ thống RFID và các thiết bị vô tuyến điện khác.** Điều kiện hoạt động, thường khó kiểm soát, có tác động vào hệ thống RFID.

Hiếm khi nào một trong những vấn đề này nghiêm trọng đến mức phải từ bỏ một giải pháp RFID. Tuy nhiên, thời gian và chi phí gần như luôn luôn có liên quan đến việc giải quyết vấn đề này. Giải pháp RFID loại **scoped-out** là tốt nhất trong trường hợp này. Slap-and-sheep đại diện cho một loại giải pháp như vậy.

#### **11.2.2.4. Không hiểu biết đầy đủ về vấn đề quy trình**

Các vấn đề về quy trình từ đơn giản đến vô cùng phức tạp được trình bày dưới đây:

Các bước cần phải được thực hiện trước và sau thời gian chết (thời gian hệ thống ngưng hoạt động)

Quy trình sửa những lỗi dữ liệu dạng như một EPC không chính xác trong hệ thống

Quy trình thay thế một thẻ bị hư hỏng sau khi nó đã được gắn vào hàng hóa

Đồng bộ hóa quy trình vận chuyển giữa hàng hóa RFID và hàng hóa phi RFID

Quy trình trao đổi dữ liệu bên ngoài (ví dụ, trao đổi trực tiếp hoặc thông qua một bên thứ ba)

Nếu những vấn đề trên cùng cách giải quyết chúng không được phát họa rõ ràng, các doanh nghiệp có thể sẽ không muốn mạo hiểm quá xa với một giải pháp RFID tích hợp. Trong trường hợp này, một giải pháp cô lập và hạn chế độ phức tạp sẽ được ưa chuộng hơn. Giải pháp slap-and-ship cũng vậy.

#### **11.2.3. Hoàn thiện ở trung và dài hạn**

Mặc dù một doanh nghiệp có xu hướng triển khai một giải pháp RFID riêng lẻ và cô lập để đáp ứng yêu cầu khách hàng và giảm thiểu rủi ro trong ngắn hạn, lợi ích thực sự của RFID chỉ có thể được nhận ra khi nó được thực hiện một cách hoàn thiện. Hoàn thiện có nghĩa là gì trong bối cảnh này? Nó có nghĩa là bao gồm từ tất cả các khía cạnh sau:

- Hệ thống
- Quy trình
- Đối tác
- Con người

Các mục sau đây giải thích các khía cạnh trên.

##### **11.2.3.1. Hệ thống**

Hệ thống doanh nghiệp hiện tại cần được tích hợp với hệ thống RFID về cả dữ liệu lẫn việc quản lý doanh nghiệp. Nói cách khác, hệ thống RFID có thể được coi như một bộ

phần trong cơ sở hạ tầng của toàn doanh nghiệp. các hệ thống hiện tại nên khai thác khả năng của bộ phận này để sắp xếp, tối ưu hóa, và giao tiếp với nhau.

### **11.2.3.2. Quy trình**

Mặc dù trong ngắn hạn, mức độ tương hợp của một hệ thống RFID với các quy trình công việc có thể là thấp, Mức độ tích hợp này có cơ hội tăng lên khi các vấn đề quy trình khác nhau được hiểu và giải quyết. Sự gia tăng mức độ tích hợp cũng có thể chỉ cho các doanh nghiệp làm cách nào để nhận thấy những lợi ích mở rộng của một hệ thống RFID. Ngoài ra, các doanh nghiệp có thể tìm ra cách để tổ chức các quy trình công việc và do đó đạt được hiệu quả và tiết kiệm chi phí.

### **11.2.3.3. Đối tác**

Để nhận thấy tiềm năng đầy đủ của một hệ thống RFID, một doanh nghiệp phải mở rộng hệ thống ra cho các đối tác, khách hàng và nhà cung cấp. Vì vậy, mục tiêu cuối cùng của một hệ thống RFID nên là sự cho phép hợp tác giữa doanh nghiệp và đối tác. Lợi ích thu được từ RFID như chống hàng giả, giảm thiểu sự kiểm kê... có thể được nhận thấy một cách tốt nhất thông qua sự hợp tác giữa các doanh nghiệp. Tuy nhiên sự hợp tác này tốn nhiều thời gian và phức tạp. Xét cho cùng, các doanh nghiệp khác nhau có thể có các công việc đặc thù cũng như lợi ích cạnh tranh khác nhau vì vậy có những mối quan tâm đến những phần khác nhau của kế hoạch. Tuy nhiên, Việc thực hiện RFID không phải là điều kiện tiên quyết cho sự hợp tác. Bạn có thể sử dụng dữ liệu từ mã vạch hiện có để xây dựng và hiện thực hóa sự hợp tác. Quy trình chuẩn hóa giữa các doanh nghiệp (ví dụ, để tự động hóa trong việc giao và nhận hàng sử dụng Advanced Ship Notice [ASN]) là một bước quan trọng. So với một số hình thức hợp tác hiện có, việc sử dụng RFID có thể làm rõ lợi ích tiềm năng của của việc hợp tác cho các đối tượng tham gia, do đó có thể đẩy nhanh mức độ hợp tác.

### **11.2.3.4. Con người**

Triển khai một giải pháp RFID bao gồm việc thay đổi văn hóa trong kinh doanh, do đó, việc triển khai như vậy phải tính đến yếu tố con người. Yếu tố này phải được ghi nhận sớm nhất có thể để nó không tạo ra một cuộc xung đột (trong văn hóa làm việc). Các nhân viên vận hành có thể có nỗi sợ hãi và lo lắng vô căn cứ về công nghệ, nghĩ về nó như là một mối đe dọa đến sự riêng tư và an toàn trong công việc của mình. Ngoài ra, các nhân viên có thể phải thay đổi phong cách làm việc hiện tại của họ để bắt nhịp với hệ thống RFID. Vì vậy, việc đào tạo và giáo dục về công nghệ này phải được lên kế hoạch như là một phần của một chiến lược triển khai RFID.

### **11.2.4. Không ai biết tất cả**

RFID là công nghệ được phân chia làm nhiều lĩnh vực đặc thù, bao gồm:

- Vi mạch thẻ
- Ăng ten của thẻ
- Thẻ
- Đầu đọc
- Ăng ten đầu đọc
- Hệ thống biên
- Phần mềm trung chuyển
- Ứng dụng cụ thể cho doanh nghiệp
- Tích hợp hệ thống
- Tư vấn kinh doanh

Không có công ty nào trong ngành kinh doanh RFID ngày nay có tất cả các câu trả lời (về các vấn đề trên). Một doanh nghiệp nên chọn các nhà cung cấp mà cung cấp sự hài hòa tốt nhất để thực hiện các giải pháp RFID của mình. Về bản chất, doanh nghiệp phải đóng vai trò một nhà tích hợp. Nếu doanh nghiệp không muốn đảm đương trách nhiệm này, có một lựa chọn khác là làm việc với một nhà tích hợp có kinh nghiệm và “sử dụng” họ tại một thời điểm kiểm soát đơn lẻ. Các doanh nghiệp sau đó có thể “học hỏi” các thành viên trong nhóm tích hợp để đạt được những hiểu biết và kiến thức có giá trị mà sẽ giúp họ thực hiện các ứng dụng RFID kế tiếp của mình bằng cách sử dụng các kỹ năng đã học được.

#### **11.2.5. Mọi người đều đang học hỏi**

Bên cạnh các phân đoạn của các nhà cung cấp công nghệ RFID, mỗi một nhà cung cấp đang liên tục tìm hiểu về công nghệ, áp dụng nó, và sau đó phân tích kết quả ứng dụng để hiểu thêm về bản chất của công nghệ để có thể cung cấp nó cho những lần sau. Vì vậy, các công nghệ đang được cải thiện với tốc độ ấn tượng, nhưng các phần cứng RFID cũng đang nhanh chóng trở nên lỗi thời. Bên cạnh các nhà cung cấp công nghệ, các nhà sử dụng cũng đang học hỏi, khám phá. Mặc dù các doanh nghiệp này đã đạt được một trình độ chuyên môn đáng về RFID thông qua các thử nghiệm và các triển khai với quy mô nhỏ, họ vẫn còn một chặng đường dài để làm chủ hoàn toàn công nghệ.

#### **11.2.6. Bắt đầu tham gia là ý tưởng hay nhất**

Hiện nay, những ai sớm chấp nhận công nghệ RFID sẽ được thừa hưởng những kiến thức chuyên môn chưa từng có bởi hầu hết các doanh nghiệp. Sau khi đọc cuốn sách này, bạn có thể hiểu rằng công nghệ này cần có thời gian để làm chủ và rằng chưa có ai đã làm chủ hoàn toàn công nghệ này. Sự thật này củng cố lập luận rằng các doanh nghiệp nên bắt đầu một chương trình RFID càng sớm càng tốt. Trong khi lĩnh vực này vẫn còn ở giai đoạn đầu của sự phát triển, những người bắt đầu một chương trình RFID sẽ đạt được lợi thế



trong sự am hiểu và sử dụng công nghệ. Doanh nghiệp có thể tiến hành các bước ban đầu (ít nhất là đến một mức độ nào đó) để đánh giá về mặt kinh tế cũng như mặt kỹ thuật của RFID. Ngay cả khi việc triển khai RFID không phải là kế hoạch trong ngắn hạn, thì việc sở hữu một mức kiến thức hay kỹ năng nào đó về công nghệ cũng là cần thiết. Những kiến thức và kỹ năng như vậy sẽ có ích khi doanh nghiệp đã sẵn sàng sử dụng công nghệ RFID.

### 11.3. Kết luận

Cuốn sách này trình bày sự thật về công nghệ RFID một cách khách quan từ cả hai quan điểm lý thuyết lẫn thực hành. Mục tiêu cơ bản là cung cấp cho bạn một sự hiểu biết vững chắc, căn cứ trên thực tế, về những khía cạnh khác nhau của công nghệ. Sau khi đọc cuốn sách này, bạn sẽ có thể hiểu và đánh giá phẩm chất của RFID mà không bị ảnh hưởng những ý kiến và báo cáo của phương tiện truyền thông về công nghệ này.

Tại thời điểm này, bạn đã biết rất nhiều về việc xây dựng các hệ thống RFID trong thực tế. Bạn có thể sử dụng kiến thức này để thực hiện các giải pháp RFID của riêng bạn. RFID là một công nghệ quan trọng. Một doanh nghiệp không thể bỏ qua những tiềm năng to lớn của RFID và tác động của nó. Sớm hay muộn, mọi doanh nghiệp (rất có thể) sẽ phải tham gia vào cuộc chơi công nghệ bằng cách này hay cách khác. Đầu tiên các doanh nghiệp có thể tiếp cận RFID thông qua khách hàng, nhà cung cấp, các đối tác kinh doanh, hoặc đối thủ cạnh tranh. Liệu các doanh nghiệp có sẵn sàng khi điều đó xảy ra? Cái giá cho việc chưa sẵn sàng là gì? Các doanh nghiệp liệu có đủ khả năng để trả cái giá này? Trong số nhiều câu hỏi, một doanh nghiệp phải trả lời những câu hỏi cơ bản này, ngay bây giờ công nghệ này đã sẵn sàng để cất cánh. Những câu trả lời có thể tách biệt người chiến thắng và những kẻ thua cuộc. Mặc dù hiện nay công nghệ RFID chưa hoàn hảo, chỉ cần nhớ rằng công nghệ mã vạch đã từng bị tuyên bố là thất bại trong những năm 1970. Ai có biết được những khác biệt sau 30 năm nữa về RFID! RFID là một hành trình chuyển tiếp để biến đổi thế giới theo những cách ta chưa bao giờ nghĩ tới. Hãy để cuốn sách này phục vụ như là người hướng dẫn đáng tin cậy của bạn khi bạn bắt tay vào cuộc hành trình này.

## Lý thuyết trải phổ và đa truy nhập vô tuyến

# Tổng quan các phương pháp đa truy nhập và kỹ thuật trải phổ

Giảng viên: Nguyễn Việt Đam

Bộ môn vô tuyến-Khoa viễn thông 1

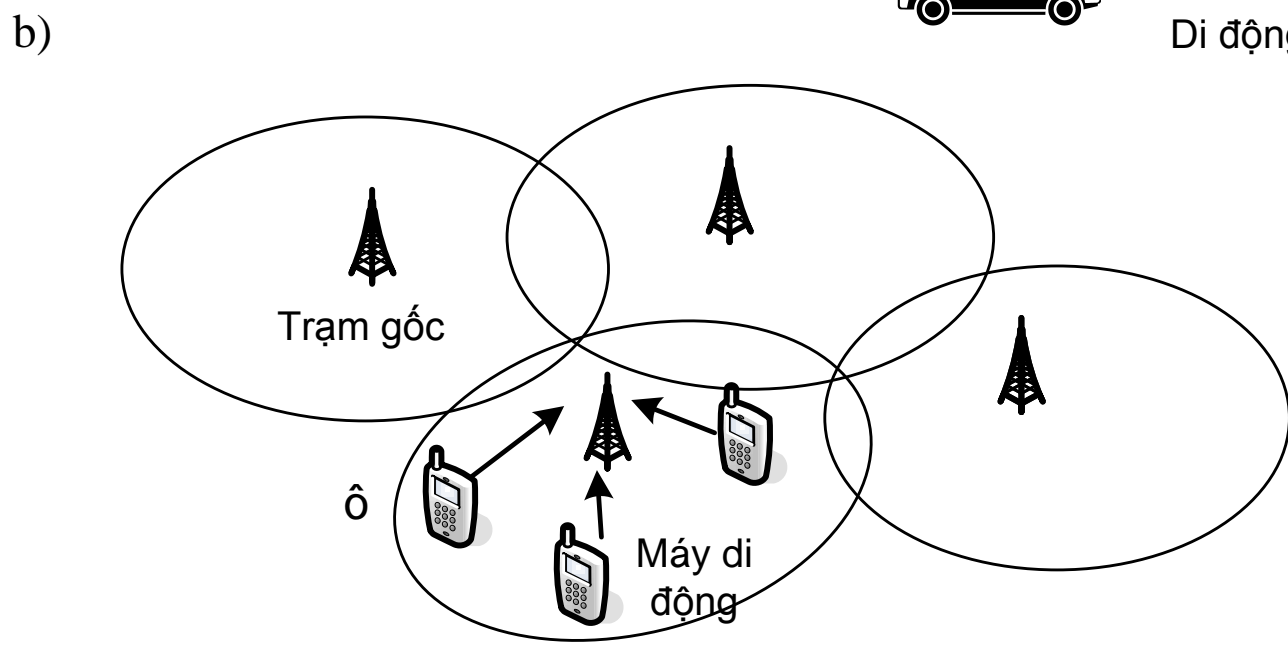
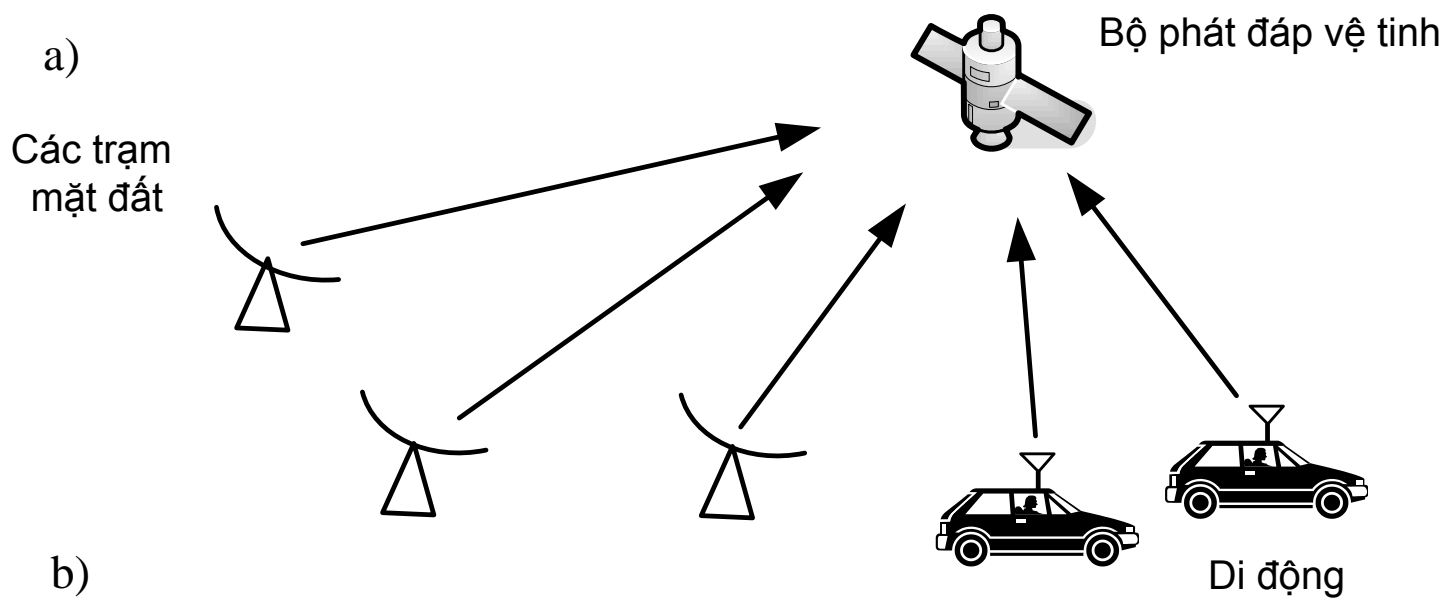
# Nội dung

- ❖ **Mở đầu: Tài nguyên vô tuyến và đa truy nhập**
- ❖ **Đa truy nhập phân chia theo tần số FDMA**
  - ✓ Nguyên lý FDMA
  - ✓ Nhiều giao thoa kênh lân cận
- ❖ **Đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA**
  - ✓ Nguyên lý TDMA
  - ✓ Tạo cụm
  - ✓ Thu cụm
  - Đồng bộ
- ❖ **Đa truy nhập phân chia theo mã CDMA**
  - ✓ Hệ thống thông tin trải phổ
  - ✓ Mô hình hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp DSSS: Dạng sóng và phổ tín hiệu
  - ✓ CDMA/FDD
  - ✓ CDMA/TDD
- ❖ **Đa truy nhập phân chia theo không gian SDMA**

**1**

# **Giới thiệu**

# Mô hình hệ thống đa truy nhập



# Tài nguyên vô tuyến và đa truy nhập

## Khái niệm:

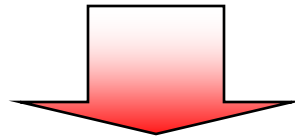
### Tài nguyên vô tuyến và sử dụng hiệu quả tài nguyên vô tuyến:

- Điều chế, ghép kênh.
- Đa truy nhập, quy hoạch tần số, điều chế mã hóa thích ứng AMC, MIMO, quy hoạch mạng, mã hóa nguồn tin hiệu quả, nén tín hiệu, phân bổ tài nguyên thích ứng, lập lịch động, điều khiển truy nhập môi trường MAC...
- Kênh truyền dẫn (sóng mang), kênh đường lên UL và kênh đường xuống DL, phân bổ tài nguyên cho kênh.
- (Băng tần, độ rộng băng tần, băng thông, phổ tần, dung lượng, tốc độ bit) của kênh, tần số trung tâm. Tín hiệu băng tần cơ sở, tín hiệu thông băng (thông dải).
- Can nhiễu, lọc nhiễu, băng tần bảo vệ, mã hóa sửa lỗi.

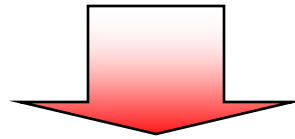
# Tài nguyên vô tuyến và đa truy nhập

Tài nguyên vô tuyến = **f** tần số, thời gian, mã, không gian

Sử dụng được, sử dụng hết, sử dụng hiệu quả tài nguyên => điều chế, ghép kênh, đa truy nhập



**Các phương pháp đa truy nhập được xây dựng trên cơ sở phân chia tài nguyên vô tuyến cho các nguồn sử dụng (kênh truyền dẫn) khác nhau**



**FDMA:** Frequency Division Multiple Access

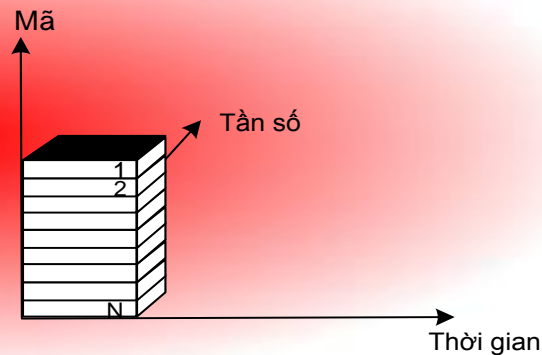
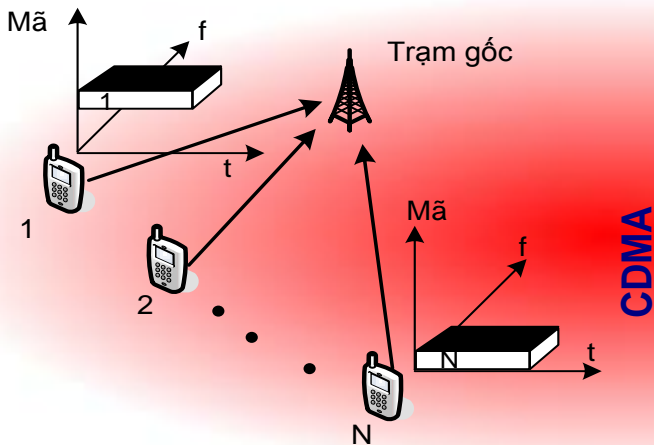
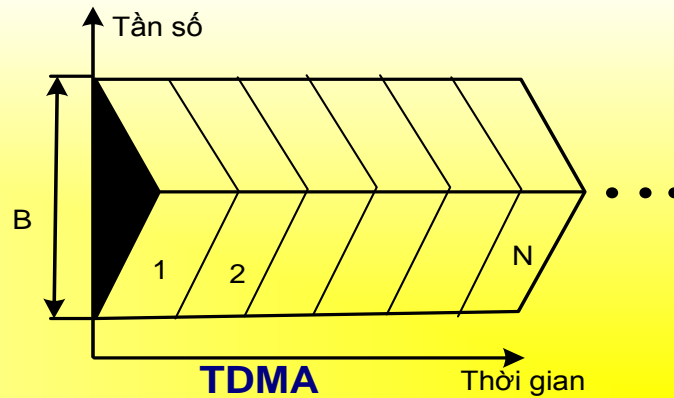
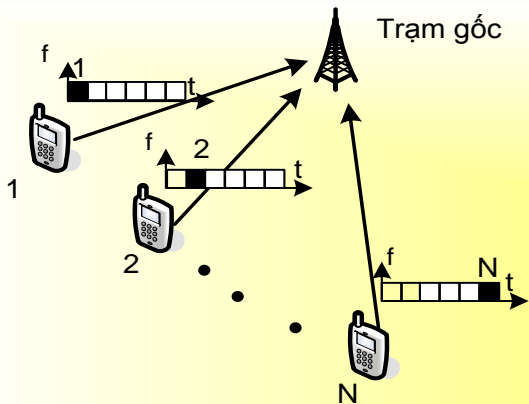
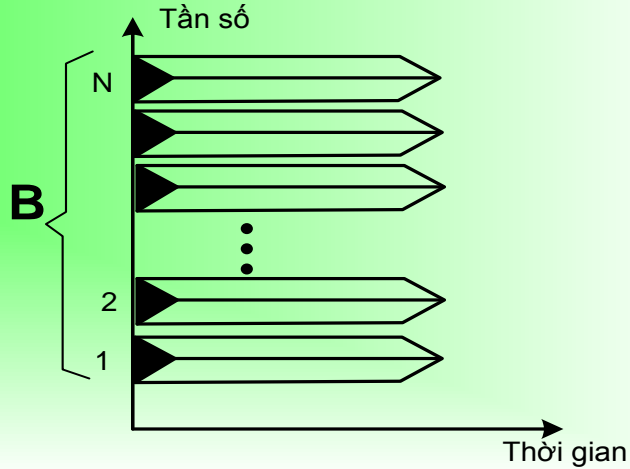
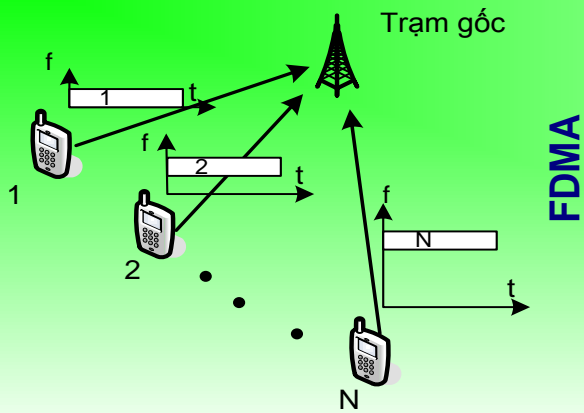
**TDMA:** Time Division Multiple Access

**CDMA:** Code Division Multiple Access

**SDMA:** Space Division Access

Kết hợp với nhau tạo thành phương pháp đa truy nhập mới

# Nguyên lý đa truy nhập



Tùy vào tài nguyên (phổ tần, khe thời gian, mã) khả dụng mà MS chiếm dụng một (kênh tần số  $B/N$  MHz, khe thời gian TS, mã định kênh) trong tập các (kênh tần số, khe thời gian TS, mã định kênh) tương ứng



# Nguyên lý đa truy nhập

Mỗi kênh người sử dụng vô tuyến trong hệ thống vô tuyến tổ ong mặt đất (hay một trạm đầu cuối trong hệ thống thông tin vệ tinh đa trạm) sử dụng một sóng mang có phổ nằm trong băng tần của kênh vào thời điểm hoạt động của kênh.

Tài nguyên dành cho kênh được trình bày ở dạng một hình chữ nhật trong mặt phẳng thời gian và tần số, thể hiện độ rộng băng của kênh và thời gian hoạt động của nó. **Để phân biệt được kênh truyền (sóng mang), tài nguyên hệ thống phải được phân chia thành hàm số của:**

# Nguyên lý FDMA và TDMA

- ❖ **Vị trí năng lượng sóng mang (kênh) ở miền tần số.** Nếu phổ của sóng mang chiếm các băng tần con khác nhau, thì máy thu có thể phân biệt các sóng mang bằng cách **lọc** (nguyên lý **FDMA**); phương pháp này tạo và khai thác triệt để *tính duy nhất về tần số của kênh*; cho phép phân tách các kênh có cùng thời điểm, cùng vị trí không gian, cùng mã nhưng khác nhau về tần số.
- ❖ **Vị trí năng lượng sóng mang (kênh) ở miền thời gian.** Máy thu phân phân tách kênh bằng cách mở cổng theo thời gian; cho phép phân tách các kênh chiếm cùng một băng tần, có cùng mã trải phổ, cùng vị trí không gian (nguyên lý **TDMA**); phương pháp này tạo và khai thác triệt để *tính duy nhất về thời gian của kênh*.

# Nguyên lý CDMA

❖ Vị trí năng lượng sóng mang (kênh) *ở miền mã*. Máy thu phân tách kênh bằng cách giải mã (dùng mã định kênh). Do mỗi kênh (nguồn phát) có một mã riêng (*tính duy nhất-tính trực giao của mã*), nên máy thu có thể phân tách các kênh thậm chí chúng đồng thời chiếm cùng một băng tần ở cùng vị trí trong không gian, mã phân biệt kênh được thực hiện bằng các mã PN có tính trực giao và tốc độ lớn hơn tốc độ của nguồn tin (nguyên lý **CDMA**). Việc sử dụng các mã này dẫn đến sự mở rộng đáng kể phổ tần của kênh ban đầu (phổ tần nguồn tin hữu ích); đây cũng là lý do mà CDMA còn được gọi là đa truy nhập trải phổ SSMA; phương pháp này tạo và khai thác tính duy nhất về mã; cho phép các kênh có cùng tần số, cùng thời điểm, cùng vị trí không gian, nhưng khác nhau về *mã*.

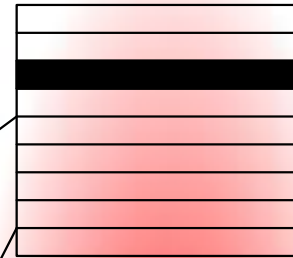
# Nguyên lý SDMA

❖ **Vị trí năng lượng sóng mang (kênh) ở miền không gian.** Năng lượng của các nguồn phát khác nhau được phân bổ hợp lý trong không gian để chúng không gây nhiễu cho nhau. Vì các kênh (các nguồn phát) chiếm dụng không gian được quy định trước, nên máy thu có thể phân tách nguồn phát ngay cả khi chúng đồng thời phát trong cùng một băng tần có cùng mã định kênh, (nguyên lý **SDMA**); phương pháp này tạo và khai thác tính duy nhất về không gian; cho phép các kênh có cùng tần số, cùng thời điểm, cùng mã định kênh, nhưng khác nhau về không gian. Một số biện pháp để thực hiện SDMA như:

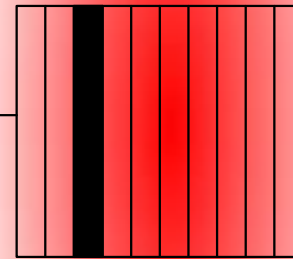
- *Tái sử dụng tần số là phương pháp sử dụng lặp tần số cho các nguồn phát tại các khoảng cách đủ lớn trong không gian để chúng không gây nhiễu cho nhau, và khoảng cách cần thiết để các nguồn phát cùng tần số không gây nhiễu cho nhau được gọi là **khoảng cách tái sử dụng tần số**.*
- *Dùng các anten thông minh (Smart Anten) cho phép tập trung năng lượng sóng mang của nguồn phát vào hướng có lợi nhất cho máy thu **chủ định** và tránh gây nhiễu cho các máy thu khác.*

# Kết hợp ba dạng đa truy nhập cơ sở thành dạng đa truy nhập lai ghép

## Kỹ thuật cơ sở



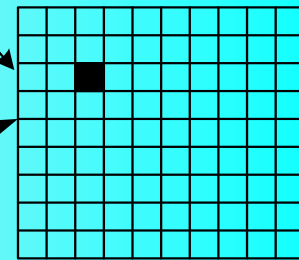
FDMA



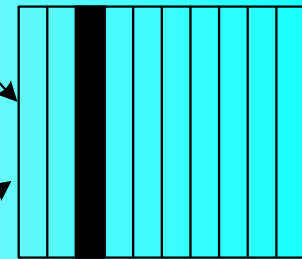
TDMA



CDMA



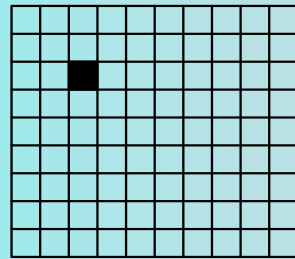
Phân chia theo tần số/thời gian (FD/TDMA)



Phân chia theo thời gian/mã (TD/CDMA)



Phân chia theo tần số/mã (FD/CDMA)



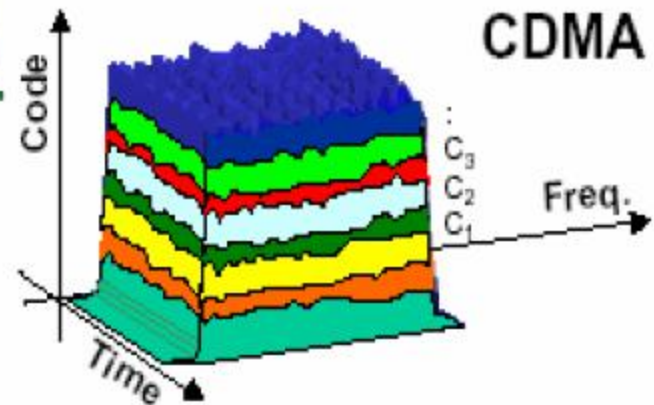
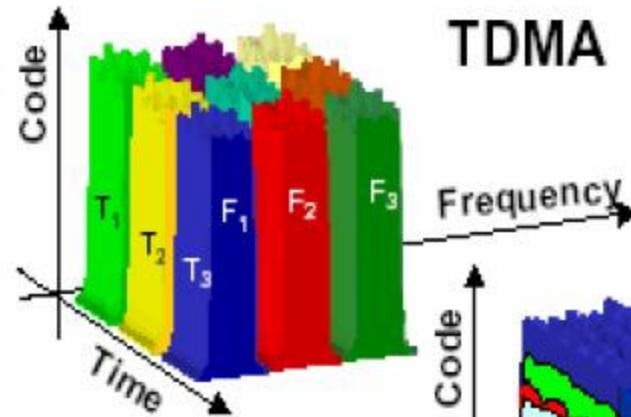
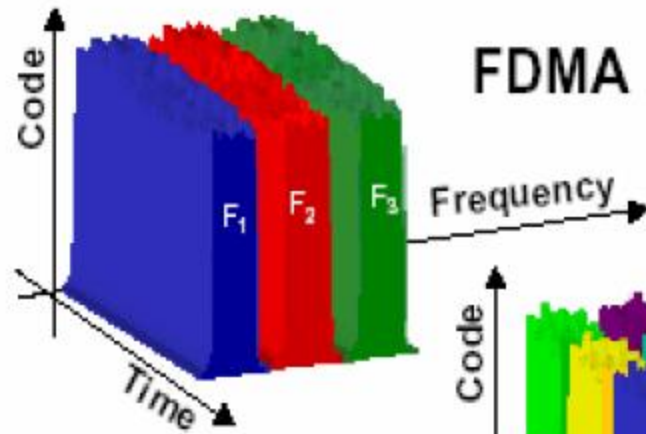
Phân chia theo tần số/thời gian/mã (FD/TD/CDMA)



B (bảng thông hệ thống)

Thời gian

# Multiple Access Schemes

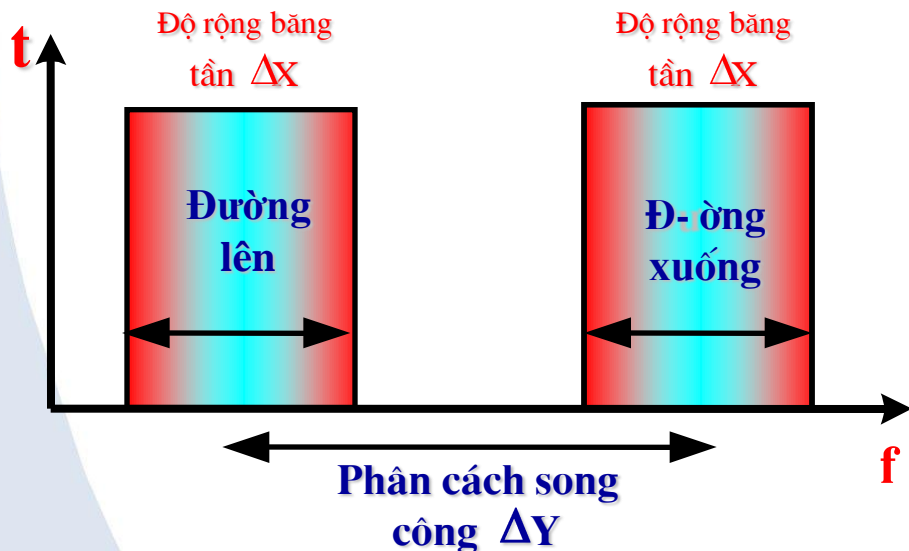


# Đa truy nhập

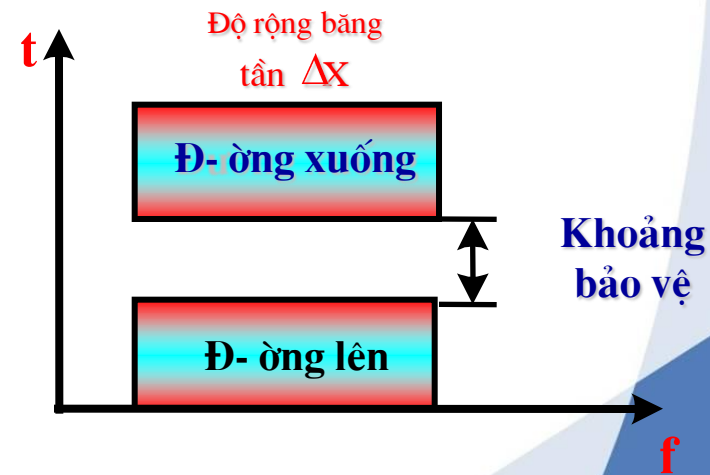
## ❖ Phương pháp ghép song công FDD và TDD:

- ✓ Phương pháp ghép song công theo tần số (FDD: Frequency Division Duplex) là phương pháp mà tín hiệu phát/thu của một máy thuê bao **đồng thời** được phát/thu trên **hai băng tần tần con** khác nhau.
- ✓ Chế độ ghép song công theo thời gian (TDD: Time Division Duplex) là chế độ mà tín hiệu phát/thu của một máy thuê bao được phát/thu trên cùng tần số nhưng **khoảng thời gian** phát thu khác nhau.

### FDD



### TDD

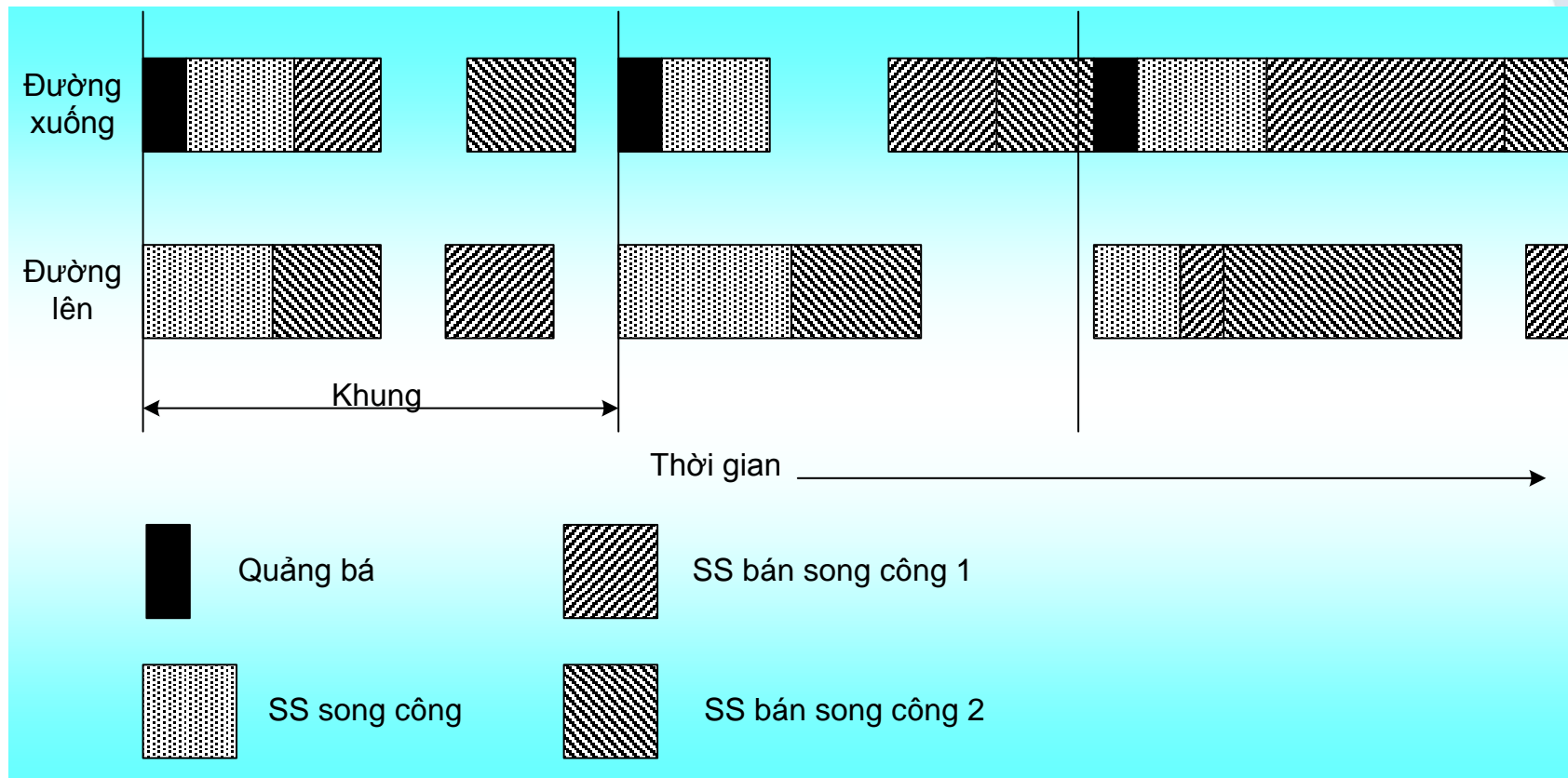


# Đa truy nhập

- ❖ *FDD thường để đáp ứng nhu cầu của thị trường nơi không thể sử dụng TDD do quy định tần số hoặc triển khai FDD thuận lợi hơn; băng thông đường lên/xuống của FDD cố định và bằng nhau được trung tâm tại hai tần số sóng mang khác nhau.*
- ❖ *TDD đòi hỏi có các biện pháp chống nhiễu, tuy nhiên TDD có lợi điểm sau:*
  - ✓ *TDD cho phép điều chỉnh tỷ lệ đường lên/đường xuống để hỗ trợ hiệu quả lưu lượng đường lên/đường xuống không đối xứng.*
  - ✓ *TDD đảm bảo tính đối lẫn kênh đường lên và đường xuống vì thế hỗ trợ tốt hơn cho truyền dẫn thích ứng, MIMO và các công nghệ anten tiên tiến vòng kín khác.*
  - ✓ *TDD chỉ cần một kênh mang tần số vì thế cho phép thích ứng tốt hơn đối với các cấp phát tần số khác nhau trên thế giới*
  - ✓ *Thiết kế máy phát thu TDD ít phức tạp hơn và vì thế rẻ tiền hơn.*



# Đa truy nhập

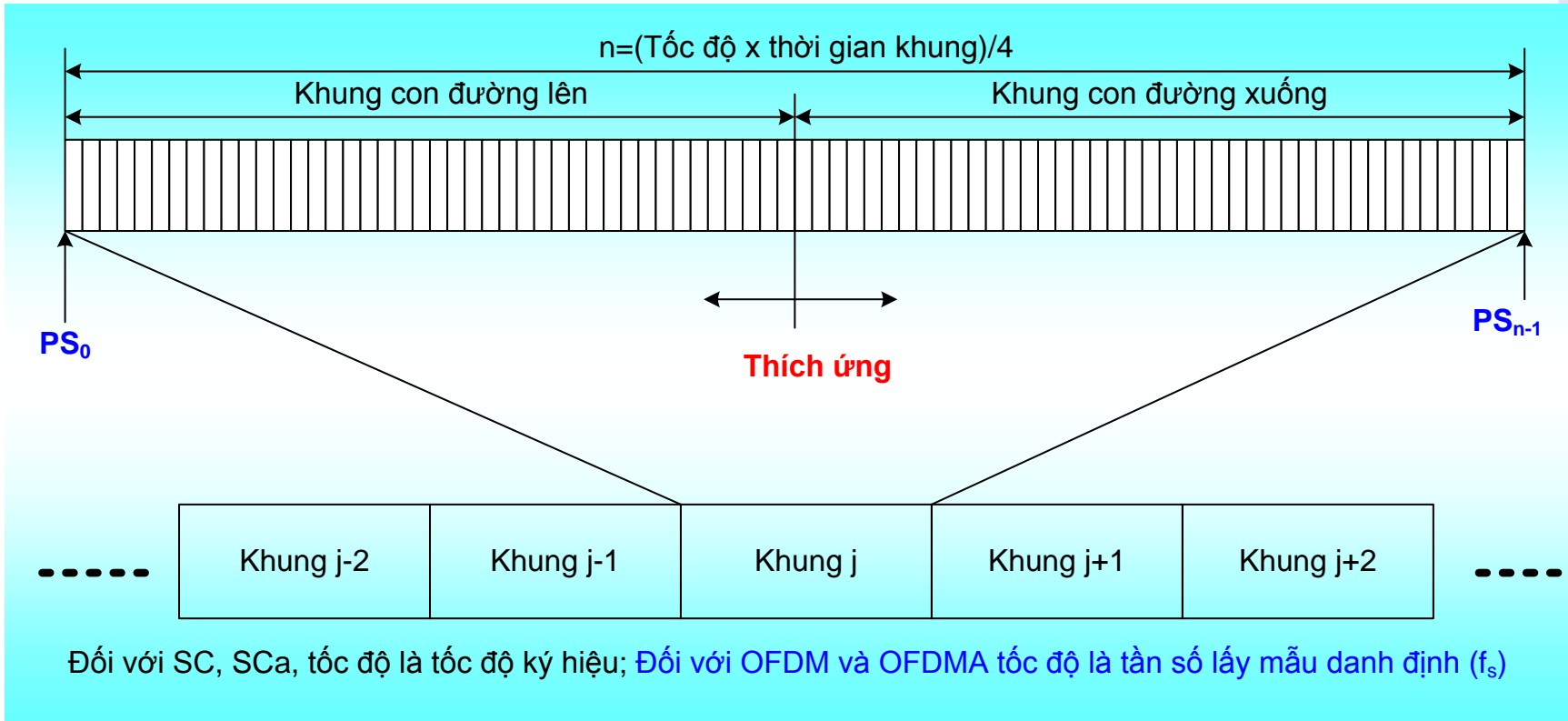


*SS song công Tx/Rx đồng thời trên 2 tần số khác nhau;*

*SS bán song công, thu phát không đồng thời, dẫn đến TRG; RTG (đồng bộ)*

***Án định băng thông FDD theo cụm***

# Đa truy nhập



## Cấu trúc khung TDD

## 2

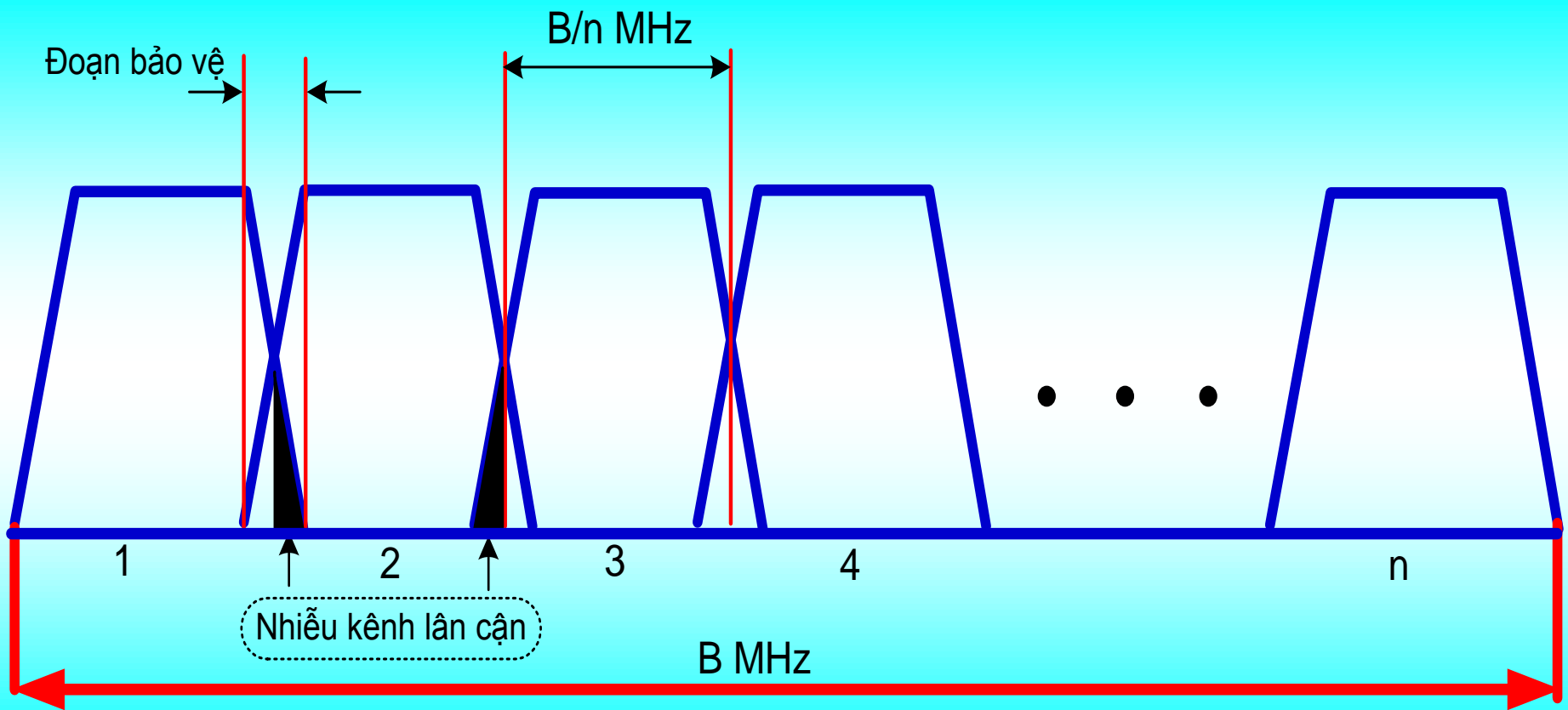
**FDMA**

- ❖ Nguyên lý FDMA
- ❖ FDMA/FDD
- ❖ FDMA/TDD
- ❖ Nhiều giao thoa kênh lân cận ACI

# Nguyên lý FDMA

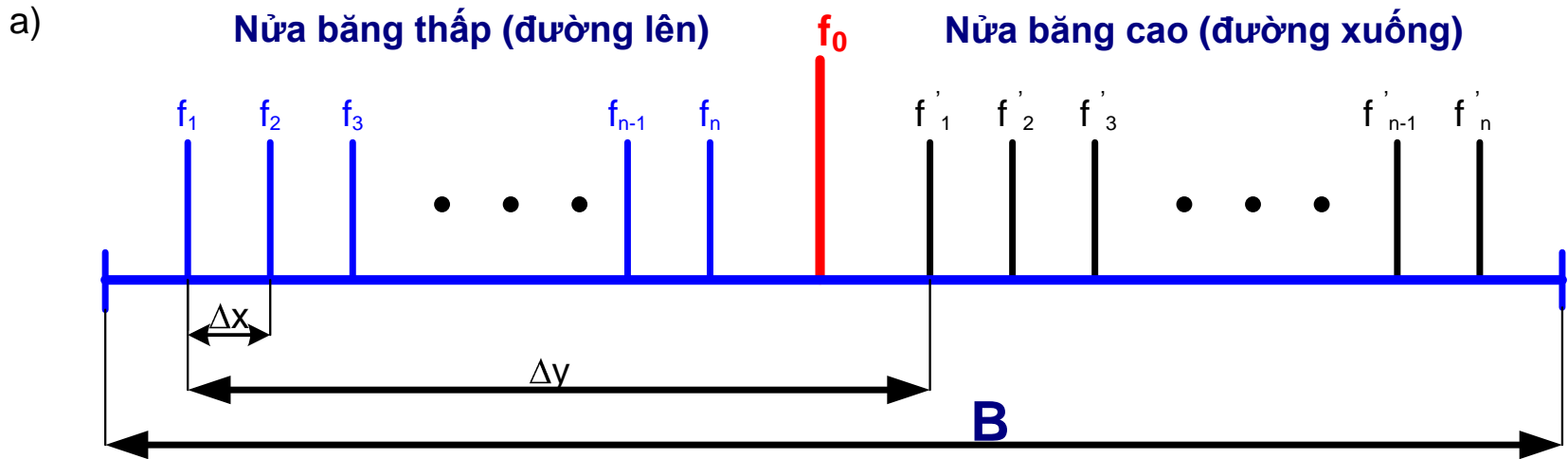
*FDMA là phương thức đa truy nhập trong đó mỗi kênh được cấp phát một băng tần số cố định bằng cách: (i) Chia độ rộng băng tần cấp phát cho hệ thống  $B$  MHz thành  $n$  băng tần con ( $B/n$  MHz); (ii) Ấn định mỗi băng tần con ( $B/n$  MHz) cho một kênh riêng. Để đảm bảo FDMA tốt tần số phải được phân chia và quy hoạch thống nhất trên toàn thế giới, tính đến khoảng bảo vệ cho từng kênh nhằm tránh nhiễu kênh lân cận (ACI: Adjacent Channel Interference) cũng như sự không hoàn thiện các bộ lọc và bộ dao động.*

# Nguyên lý FDMA



*FDMA và nhiễu giao thoa kênh lân cận*

# Phân bố tần số và FDMA/FDD



b)

## Ký hiệu

$\Delta x$ : Khoảng cách tần số giữa hai kênh lân cận

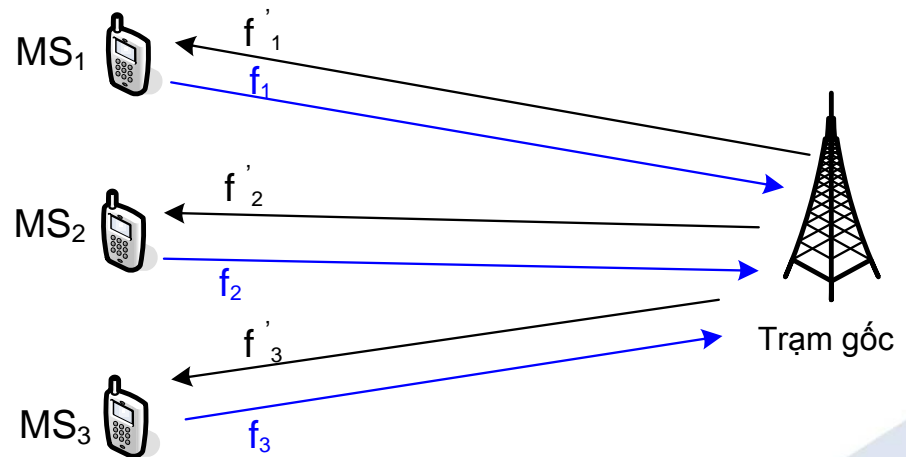
$\Delta y$ : Khoảng cách tần số thu phát

**B**: Băng thông cấp phát cho hệ thống

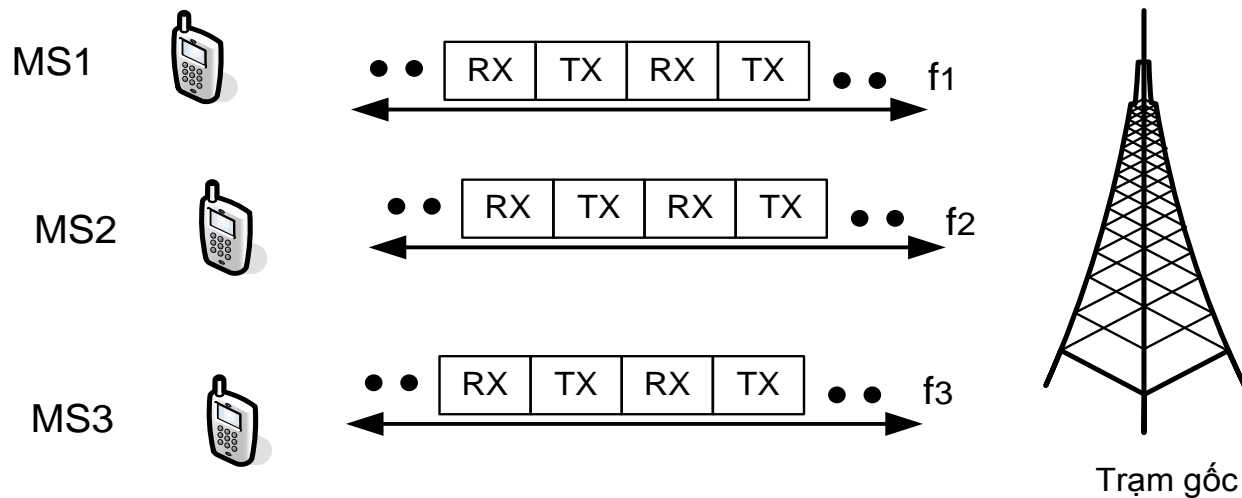
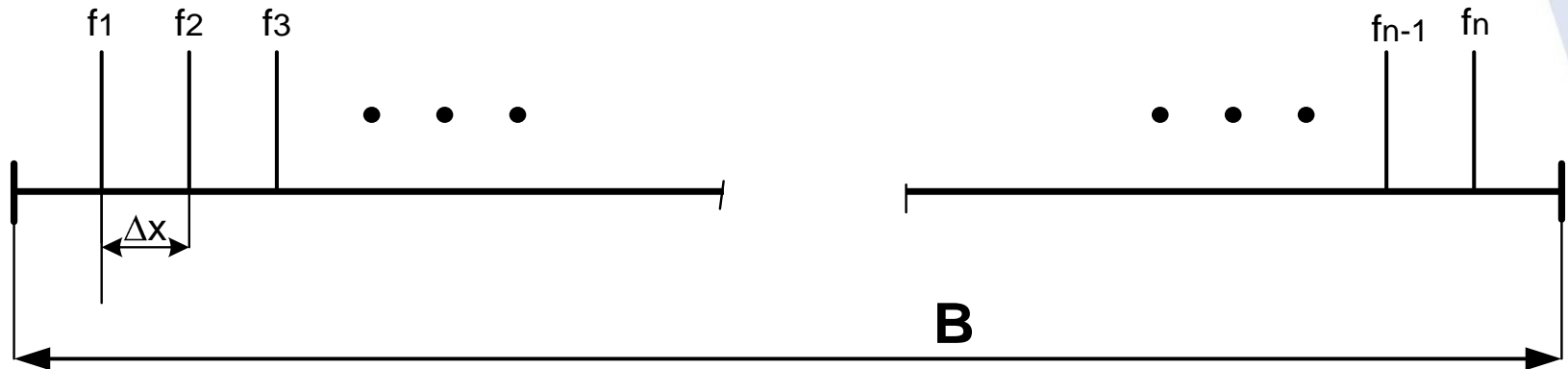
$f_0$ : Tần số trung tâm

$f'_i$ : Tần số đường xuống

$f_i$ : Tần số đường lên



# Phân bố tần số và FDMA/TDD



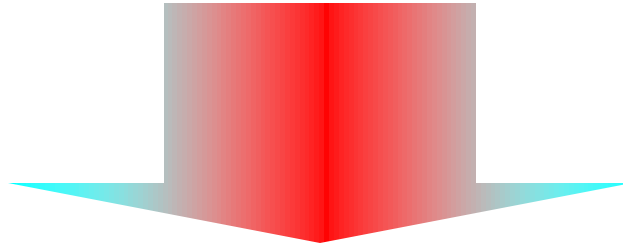
## Ký hiệu

$\Delta x$ : Khoảng cách tần số giữa hai kênh lân cận

$B$ : Băng thông cấp phát cho hệ thống

$f_i$ : Tần số chung cho cả đường xuống và đường lên

# Nguyên lý đa truy nhập



Có thể nói rằng: Các hệ thống đa truy nhập khám phá và tạo ra các tài nguyên (tần số, thời gian, mã, không gian) có tính **duy nhất** và khai thác triệt để tính duy nhất vào mục đích truyền thông



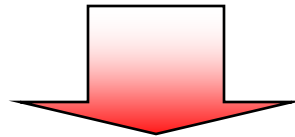
# Tài nguyên truyền thông và DWDM

## Nhìn từ lớp vật lý

Tài nguyên truyền thông = **f** tần số, thời gian, mã, không gian

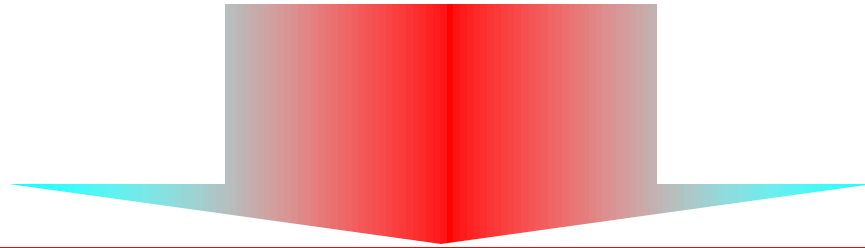
Sử dụng được, sử dụng hết, sử dụng hiệu quả tài nguyên

Điều chế, ghép kênh, đa truy nhập, các cơ chế thích ứng, điều khiển luồng.v.v..



**Các phương pháp ghép kênh được xây dựng trên cơ sở phân chia tài nguyên truyền thông khả dụng cho các nguồn phát (kênh truyền dẫn) khác nhau**

# Nguyên lý ghép kênh



Có thể nói rằng: Các hệ thống ghép kênh tạo ra các tài nguyên (tần số, thời gian, mã, không gian) có tính **duy nhất** và khai thác triệt để tính duy nhất vào mục đích truyền thông

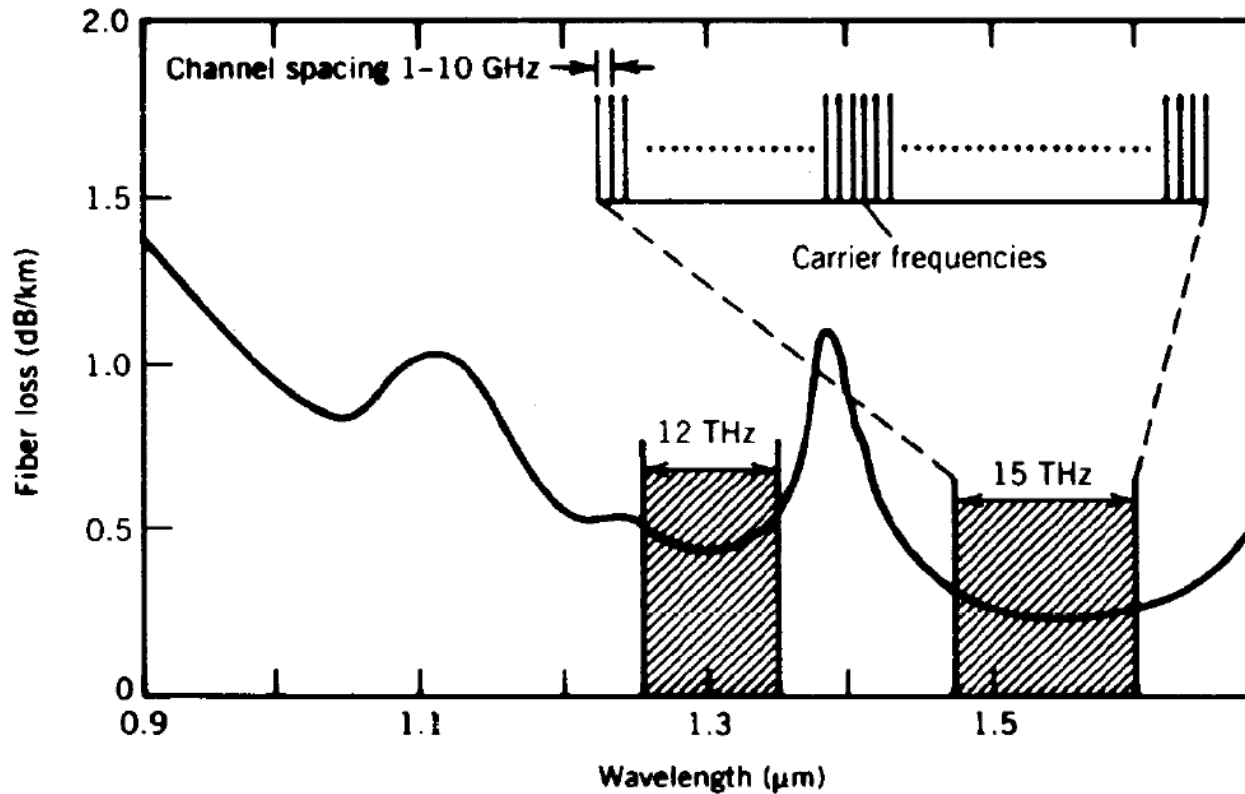
Xu hướng tất yếu của NGN: Sử dụng hết, sử dụng hiệu quả tài nguyên và đảm bảo chất lượng => phân chia tài nguyên khả dụng, gán, cấp phát, phân bổ, định tuyến một cách hiệu quả => cơ chế động & thích ứng => tăng tính phức tạp trong quản lý tài nguyên (định tuyến, điều khiển luồng, tài nguyên địa chỉ) <=> tính đa dạng về dịch vụ

# Tài nguyên của truyền dẫn quang và DWDM

WDM, CWDM, DWDM  $\Leftrightarrow$  sử dụng hết tài nguyên

Triển khai đa truy nhập, chuyên mạch, IP  $\Rightarrow$  sử dụng hiệu quả

Thuật toán quản lý tài nguyên và cấp phát phân bổ đại chỉ IP, gán, phân bổ, định tuyến, điều khiển luồng



Càng phân nhỏ tài nguyên khả dụng  $\Leftrightarrow$  tính đa dạng (phức tạp) về cấu hình, quản lý càng cao  $\Leftrightarrow$  đa dạng về dịch vụ càng cao  $\Leftrightarrow$  hiệu quả sử dụng tài nguyên càng cao  $\Leftrightarrow$  dung hòa và tối ưu

**Nguồn phát quang độ rộng phổ nhỏ trong khi đó tài nguyên độ rộng băng tần của sợi quang rất lớn  $\Rightarrow$  WDM**

**Tài nguyên của hệ thống WDM được hiểu là cửa sổ truyền dẫn của sợi quang, WDM cho phép truyền nhiều bước sóng quang trên cùng một sợi quang**

# Quá trình phát triển của DWDM

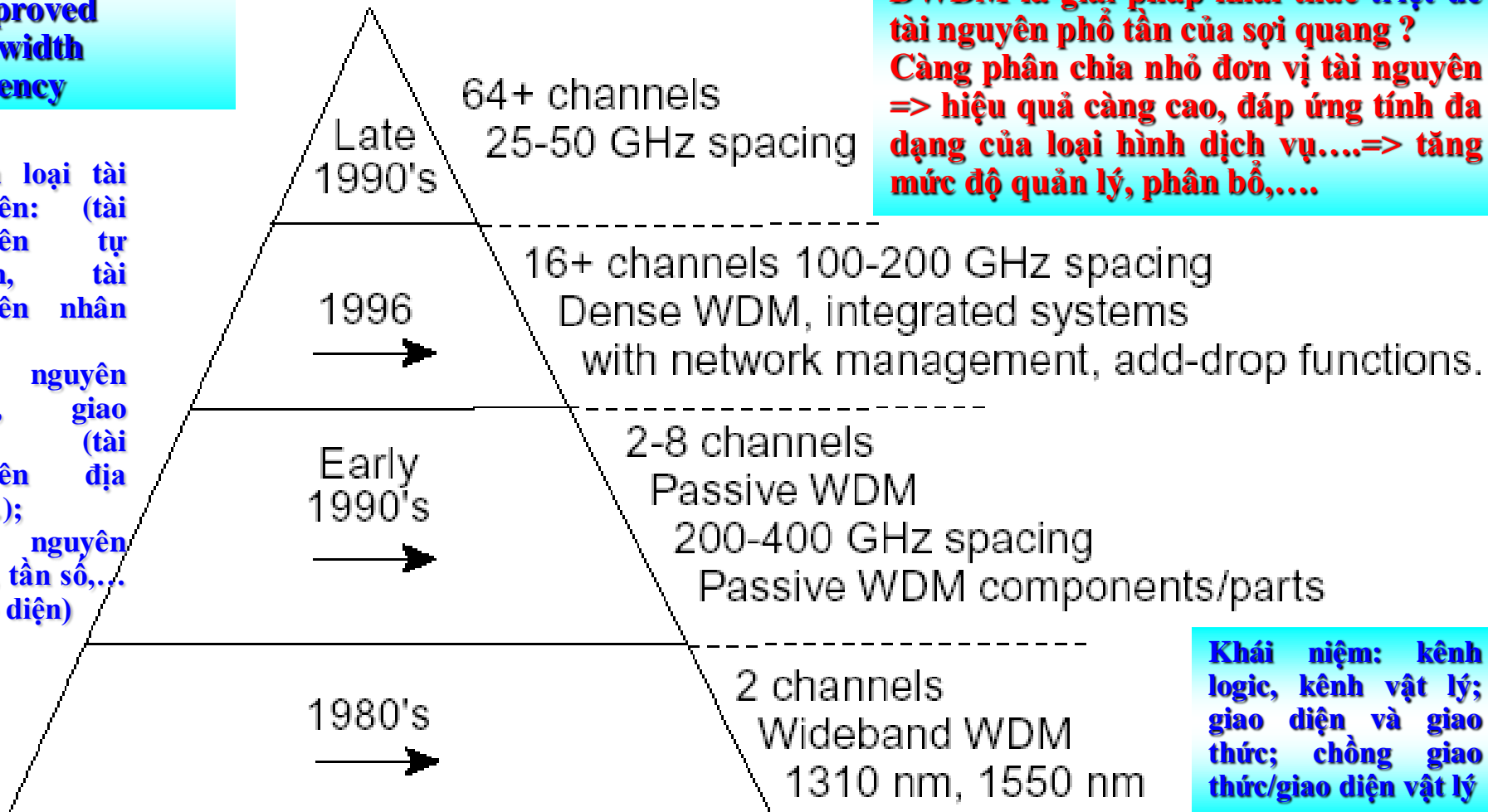
❖ **IP OVER WDM**  
 ➤ Overall reduction of equipment costs and management complexity  
 ➤ Improved bandwidth efficiency

**Sự khác nhau cơ bản giữa WDM và DWDM là mức độ ghép => DWDM đạt được dung lượng lớn hơn.**

**DWDM là giải pháp khai thác triệt để tài nguyên phổ tần của sợi quang ?  
 Càng phân chia nhỏ đơn vị tài nguyên => hiệu quả càng cao, đáp ứng tính đa dạng của loại hình dịch vụ....=> tăng mức độ quản lý, phân bổ,....**

Phân loại tài nguyên: (tài nguyên tự nhiên, tài nguyên nhân tạo)  
 Tài nguyên logic, giao thức (tài nguyên địa chỉ...);  
 Tài nguyên phổ, tần số,... (giao diện)

Evolution of DWDM



**Khái niệm: kênh logic, kênh vật lý; giao diện và giao thức; chồng giao thức/giao diện vật lý**

## ❖ Các chế độ truyền dẫn WDM

### ➤ **BWDM:** Ghép kênh theo bước sóng băng rộng

- Ghép 2 kênh bước sóng ở 2 cửa sổ truyền dẫn quang khác nhau
- Chi phí thấp
- Dung lượng và khoảng cách bị giới hạn

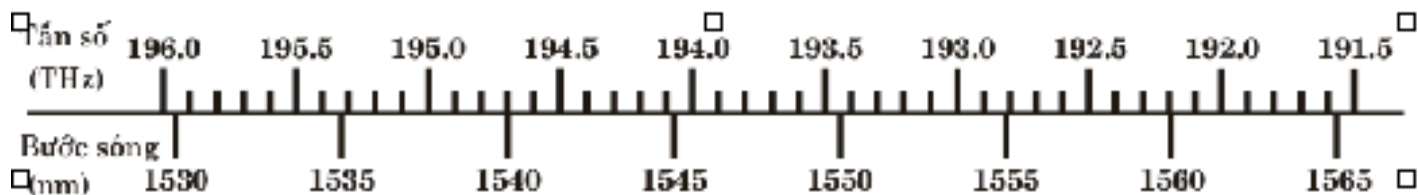
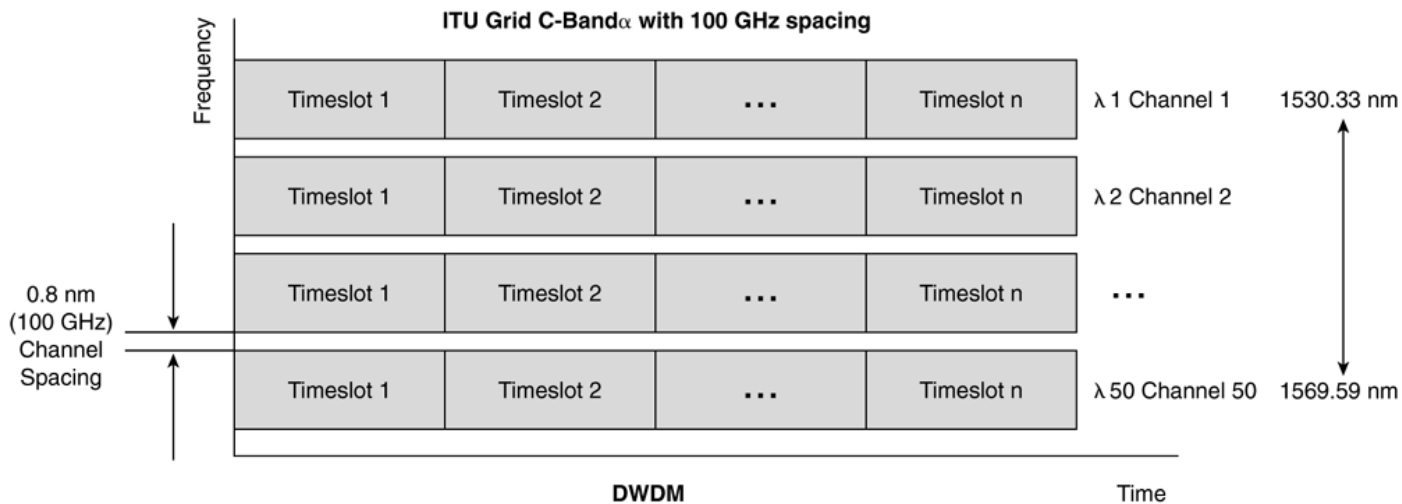
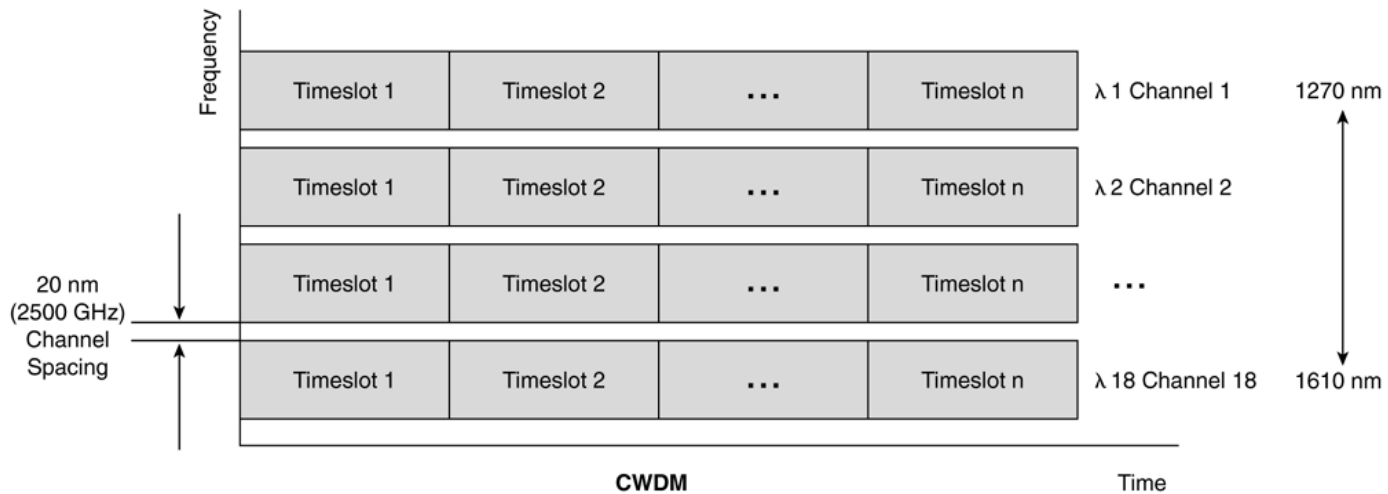
### ➤ **CWDM:** Ghép kênh theo bước sóng thô (lỏng)

- Ghép các kênh bước sóng có khoảng cách kênh 20 nm hoặc 2500 GHz theo tiêu chuẩn ITU G.694.2 trong dải 1270 – 1610 nm.
- Ứng dụng trong các hệ thống truyền tải khoảng cách ngắn ( $\leq 50$  km), tốc độ kênh tối đa 2,5G b/s.
- Chi phí không cao, dung lượng có giới hạn (18  $\lambda$ s)

### ➤ **DWDM:** Ghép kênh theo bước sóng mật độ cao

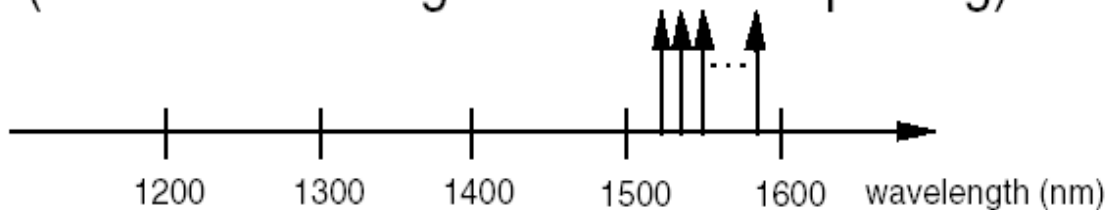
- Ghép các kênh bước sóng có khoảng cách kênh  $\leq 200$  GHz (200,100,50,25,... GHz) theo tiêu chuẩn ITU G.692.
- Ứng dụng trong các hệ thống truyền tải từ khoảng cách ngắn đến khoảng cách dài có dung lượng lớn.
- Chi phí tăng theo chiều dài hệ thống, tăng số lượng kênh  $\lambda$  (giảm  $\Delta\lambda$ )

# Phân loại hệ thống WDM



## ○ DWDM (Dense-Wavelength-Division-Multiplexing)

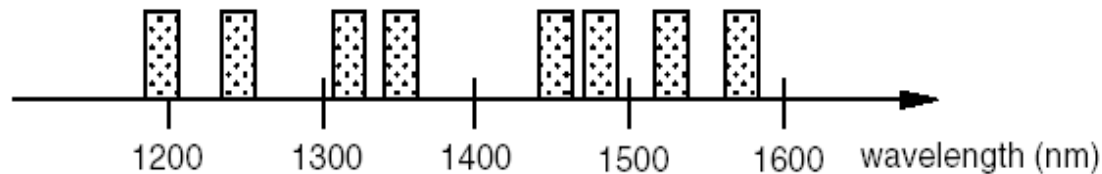
[example]



- Spacing: around 0.8 nm (200~50 GHz)
- 1.5~1.6  $\mu\text{m}$ : 1000 channels

## ○ CWDM (Coarse-Wavelength-Division-Multiplexing)

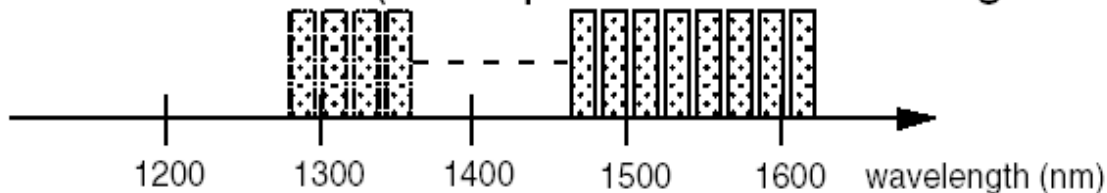
[example]



- Spacing: around 20, 40 nm etc.
- 1.2~1.6  $\mu\text{m}$ : around 10 channels

## ○ Wide-passband WDM (Wide passband-Wavelength-Division-Multiplexing)

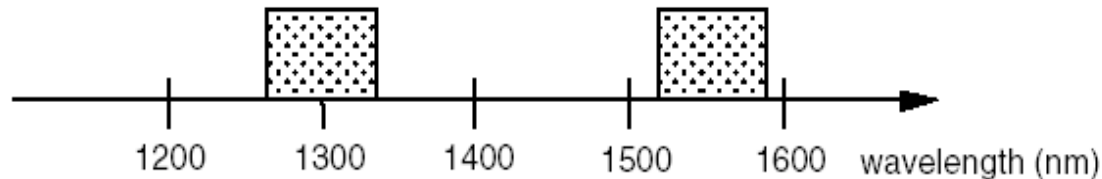
[example]



- Spacing: around 20 nm
- Passband: around 15 nm
- 1.3~1.6  $\mu\text{m}$ : around 18 channels

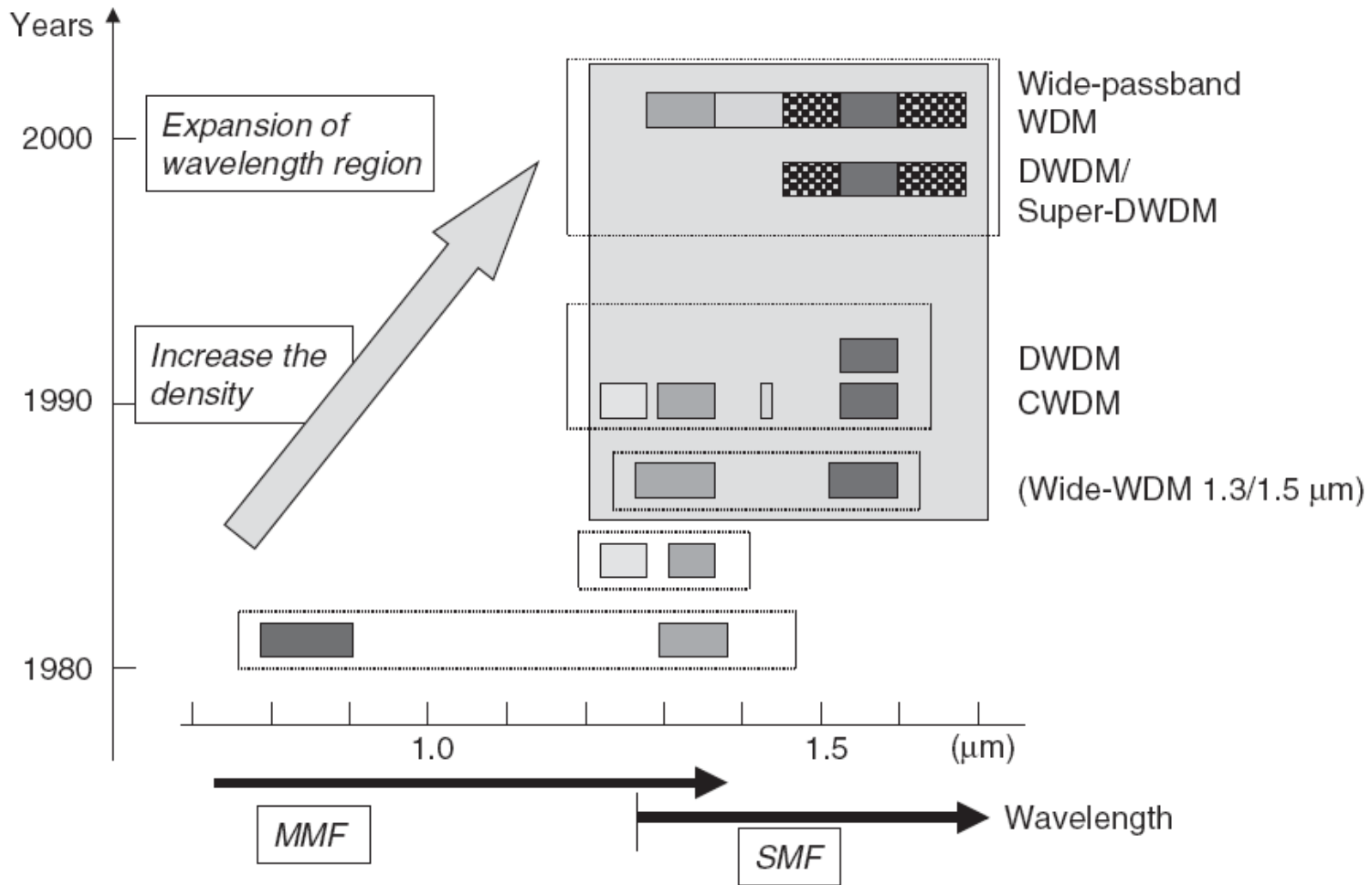
## ○ Wide-passband WDM (1.3 /1.5 -WDM)

[example]



- Spacing: around 250 nm
- 1.3  $\mu\text{m}$ , 1.5  $\mu\text{m}$  region: 2 channels

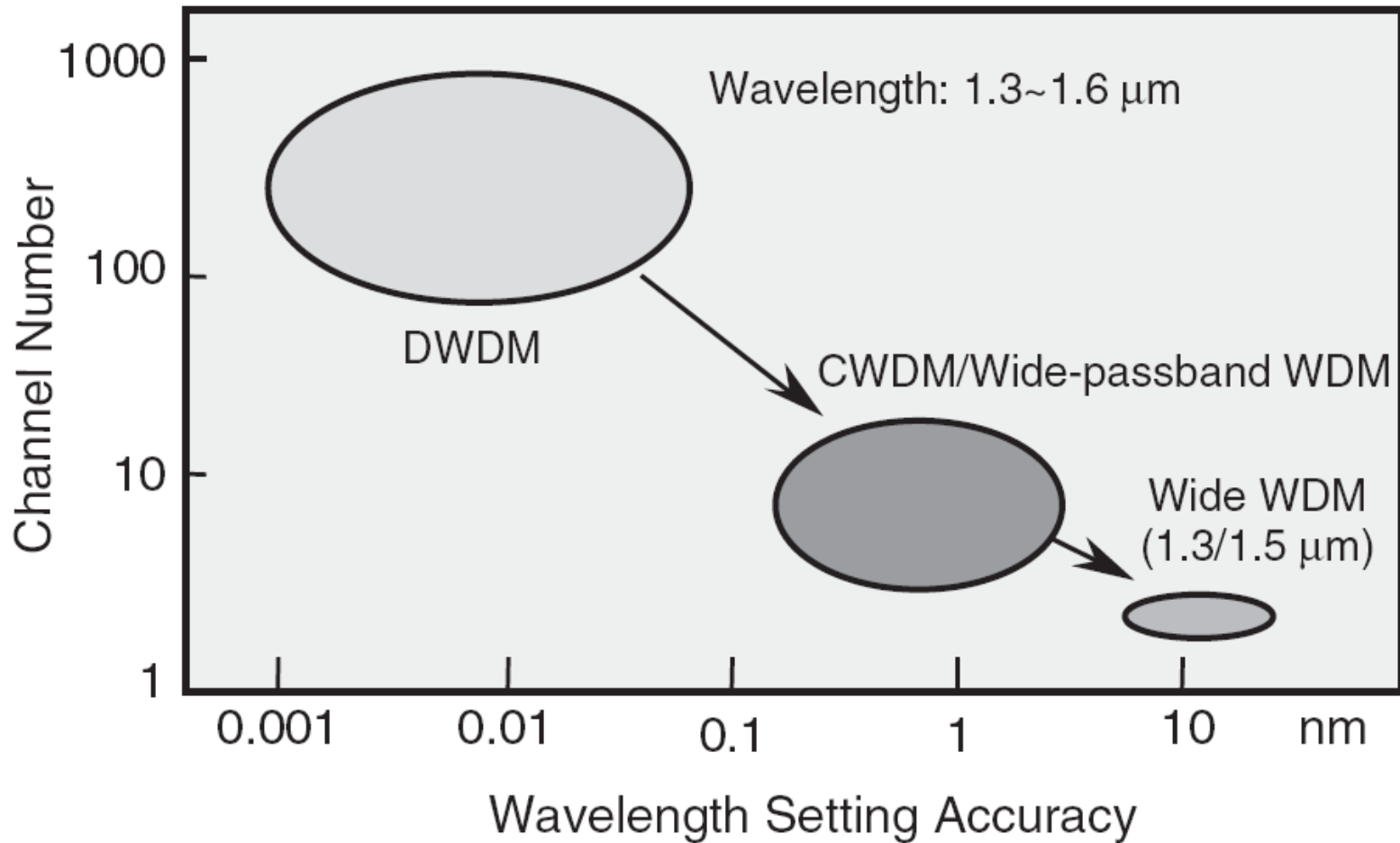
# Phân loại hệ thống WDM



## Wavelength regions for WDM



# Phân loại hệ thống WDM



**Channel number versus wavelength setting accuracy**

# Phân loại hệ thống WDM

	DWDM	Wide-WDM (1.3/1.5 $\mu\text{m}$ ) WDM
Wavelength control	Temperature control (LD, filter)	Without control (uncooled)
Electric power consumption for WDM	2W~	~0 W
Wavelength region	1.53 ~ 1.58 $\mu\text{m}$	1.26 ~ 1.35 $\mu\text{m}$ 1.53 ~ 1.56 $\mu\text{m}$
Center wavelength interval	100 GHz (0.8 nm) 200 GHz (1.6 nm)	200 nm~

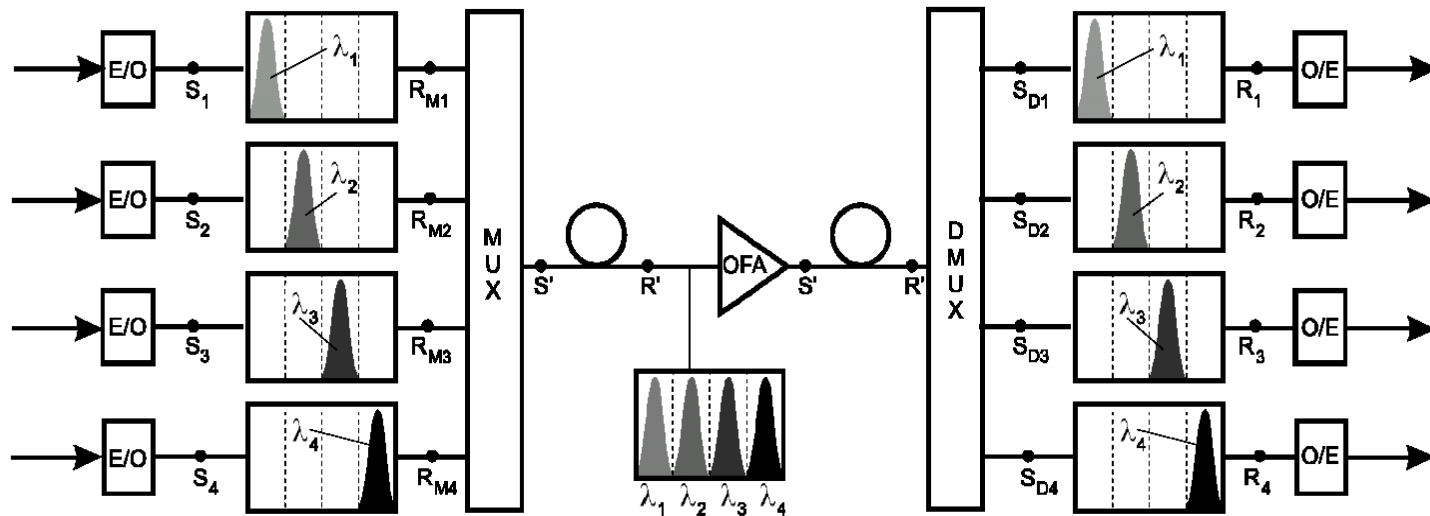
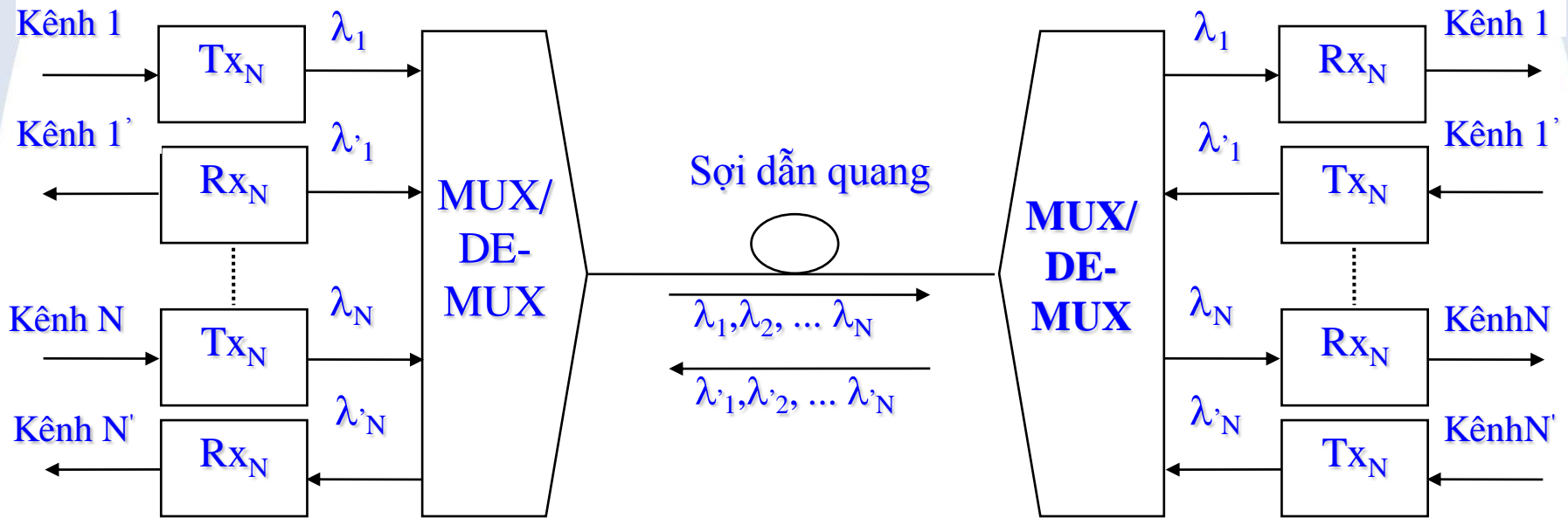


## Requirements for system cost reduction

- System design with no need for precise wavelength control
- New device technology

## WDM features

# Mô hình hệ thống WDM

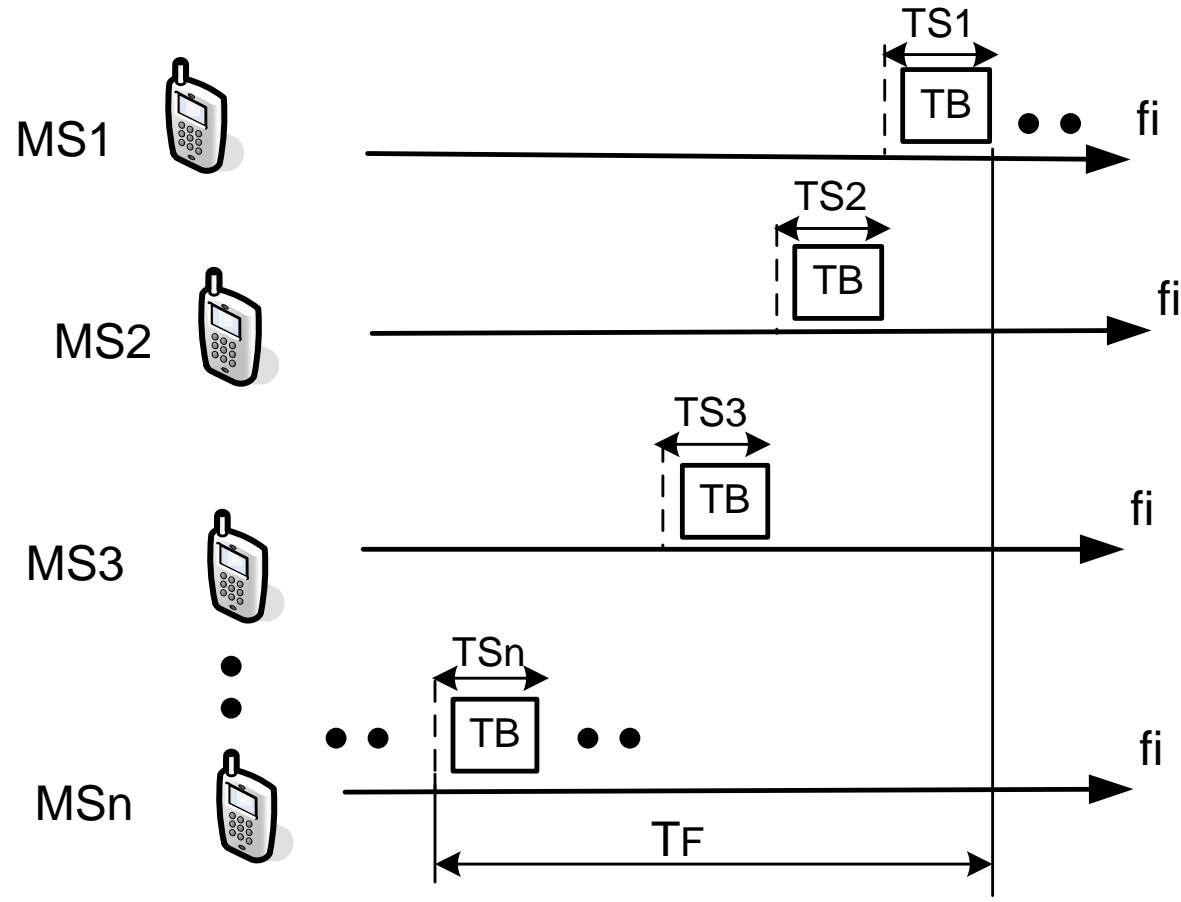


## 3

**TDMA**

- ❖ Nguyên lý TDMA
- ❖ TDMA/FDD
- ❖ TDMA/TDD
- ❖ Tạo và thu cụm
- ❖ Đồng bộ

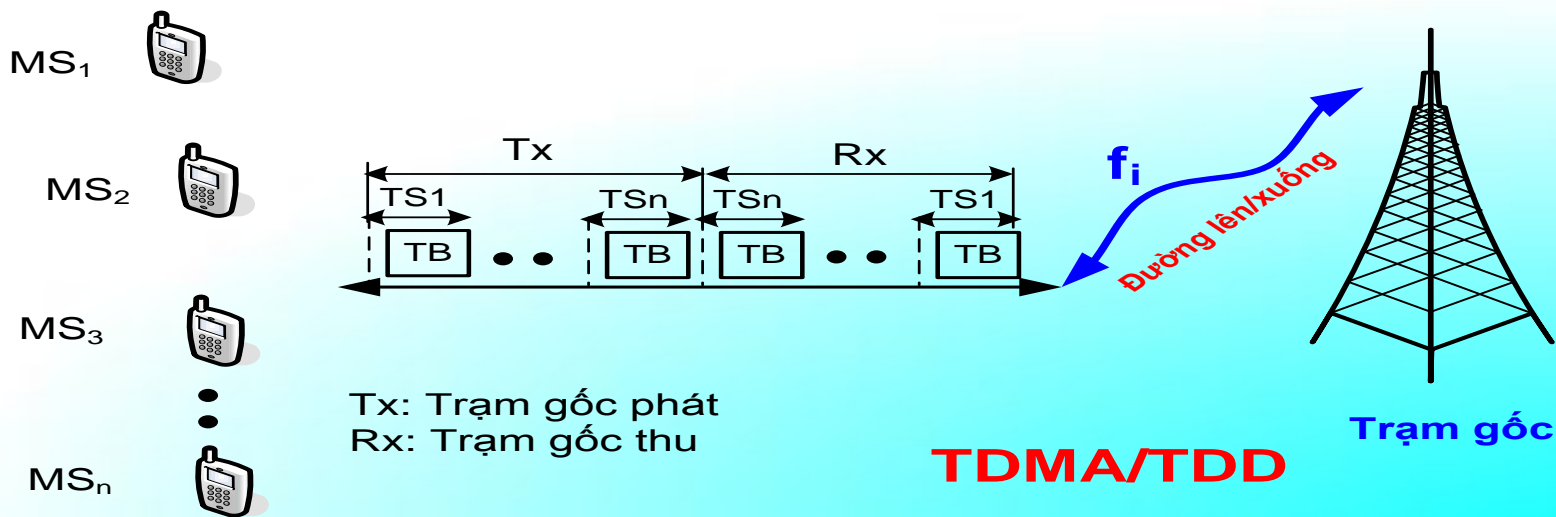
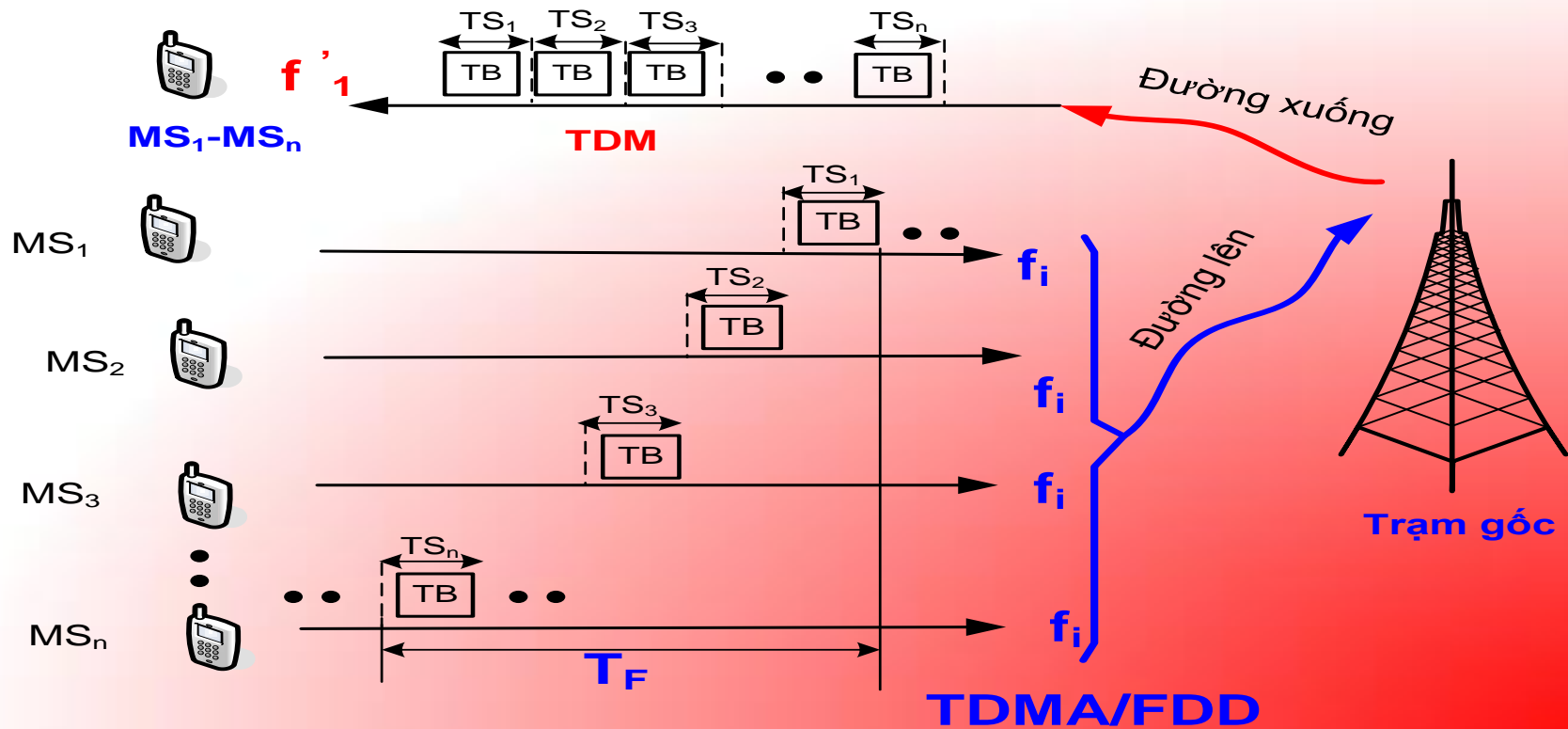
# Nguyên lý TDMA



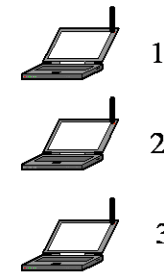
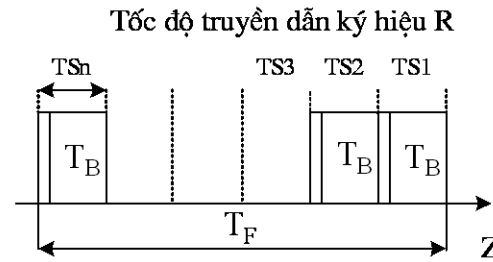
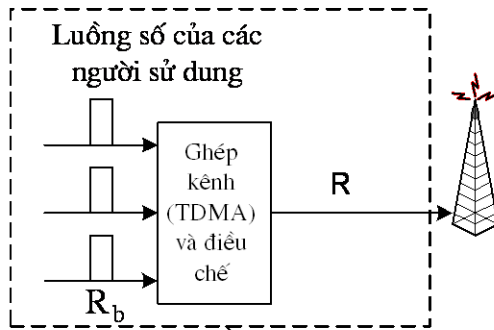
## Ký hiệu

- TS<sub>i</sub>: Khe thời gian dành cho người sử dụng i
- TB: Thời gian của một cụm
- TF: Thời gian của một khung
- $f_i$ : Tần số dụng chung

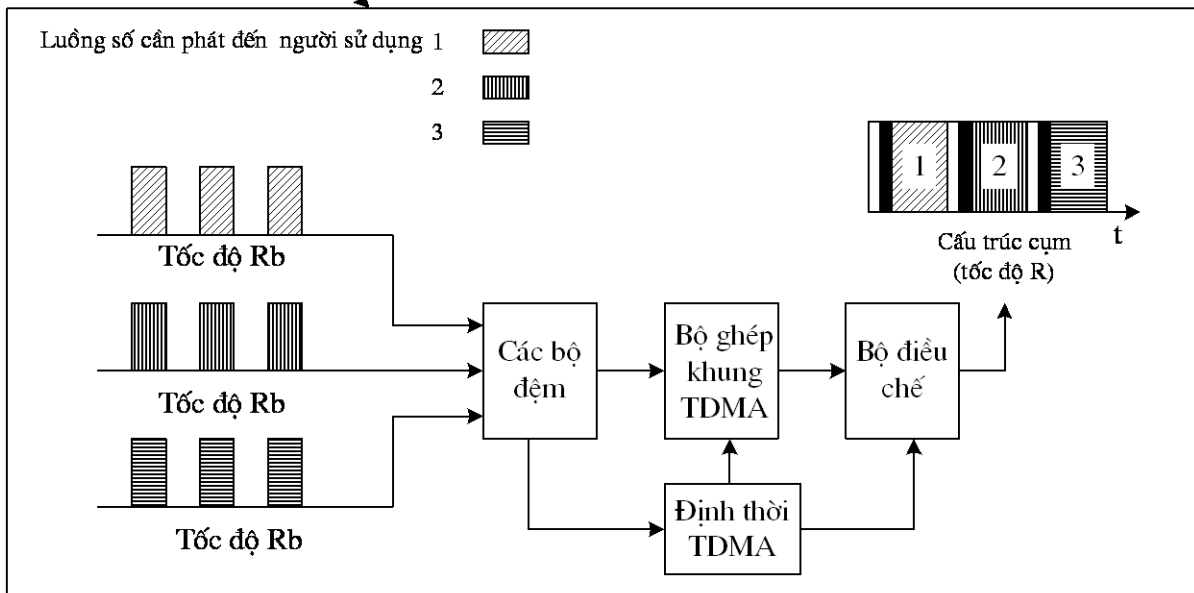
# Nguyên lý TDMA/FDD và TDMA/TDD



# Tạo cụm ở hệ thống TDMA



$$R = R_b \frac{\sum_{i=1}^N T_F}{\sum_{i=1}^N T_B}$$



Ký hiệu

$R_i$  = Tốc độ bit của người sử dụng (bps)

$R$  = Tốc độ ký hiệu điều chế cho sóng mang

$T_S$  = Độ rộng khe thời gian  $T_b$  = Độ rộng cụm,  $T_F$  = Độ dài khung

= Khoảng trống bảo vệ, = Thông tin bổ sung

*Cụm: lưu đệm dữ liệu người dùng và ghép thông tin điều khiển bổ sung; phù hợp hóa tính đa dạng loại hình kênh logic (thông tin và báo hiệu điều khiển...)*

# Tạo cụm ở hệ thống TDMA

Mỗi cụm gồm thông tin lưu lượng và thông tin bổ sung:

➤ *Đầu đề chứa:*

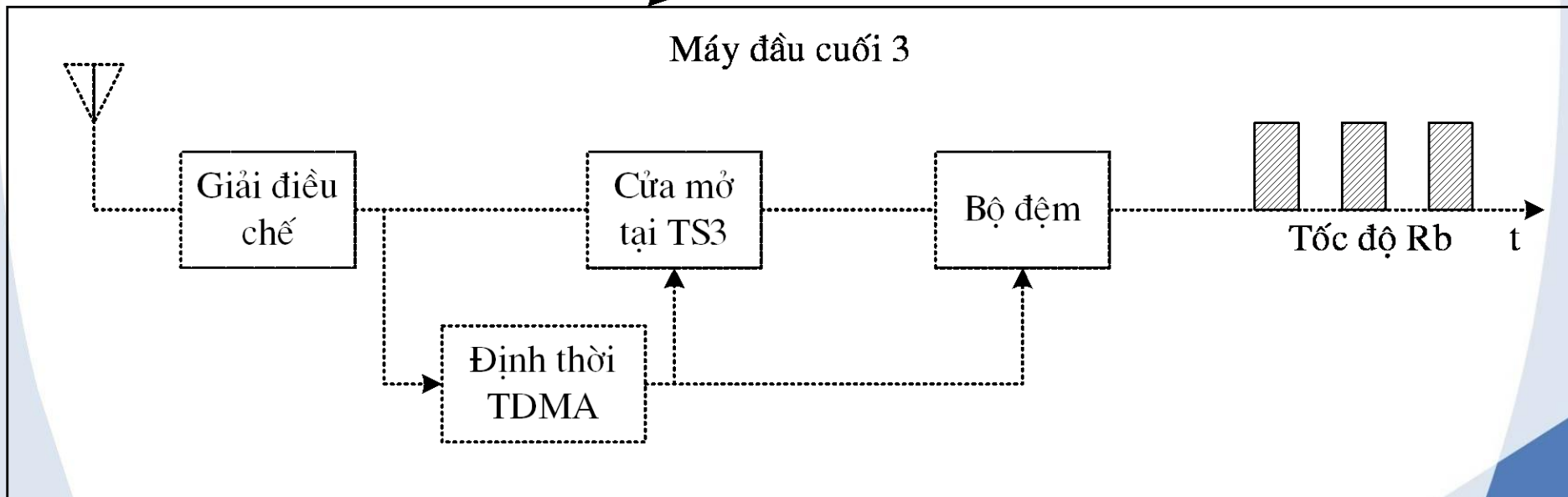
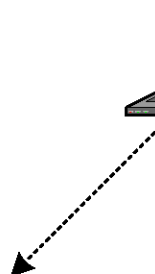
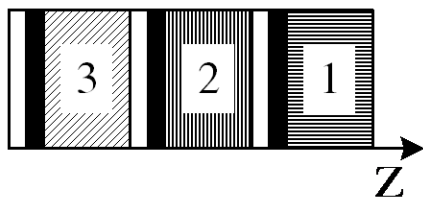
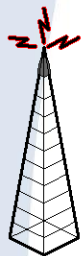
- ✓ Thông tin đề: (i) khôi phục sóng mang CR; (ii) đồng bộ đồng hồ bit của máy thu BTR.
- ✓ Từ duy nhất UW để xác định khởi đầu của một cụm và giải quyết sự không rõ ràng về pha trong giải điều chế nhất quán.
- ✓ Nhận dạng kênh CI.

➤ *Báo hiệu và điều khiển*

➤ *Kiểm tra đường truyền*



# Thu cộm trong TDMA



# Đồng bộ ở TDMA

- ❖ Đồng bộ để xác định đúng vị trí của cụm ở máy thu/phát. Nếu là máy di động, thì đồng bộ còn phải xét vị trí so với trạm gốc.
- ❖ So với FDMA, TDMA cho phép tiết kiệm tần số và thiết bị thu phát hơn. Tuy nhiên để đáp ứng dung lượng, thường kết hợp TDMA với FDMA như GSM.
- ❖ Nhược điểm của TDMA là đòi hỏi đồng bộ tốt và thiết bị phức tạp hơn FDMA khi cần dung lượng truyền dẫn cao, ngoài ra do đòi hỏi xử lý số phức tạp nên xảy ra hiện tượng hồi âm.

## 4

**CDMA**

- ❖ Nguyên lý CDMA
- ❖ Trải phổ chuỗi trực tiếp DSSS
- ❖ Trải phổ nhảy tần FHSS
- ❖ Trải phổ nhảy thời gian THSS
- ❖ CDMA/FDD
- ❖ CDMA/TDD

# NGUYÊN LÝ CDMA

❖ **CDMA** là phương thức đa truy nhập dựa trên nguyên lý trải phổ, ở đó mỗi kênh được cấp một cặp tần số và một mã duy nhất.

➤ *Một hệ thống thông tin số được coi là **SS** nếu:*

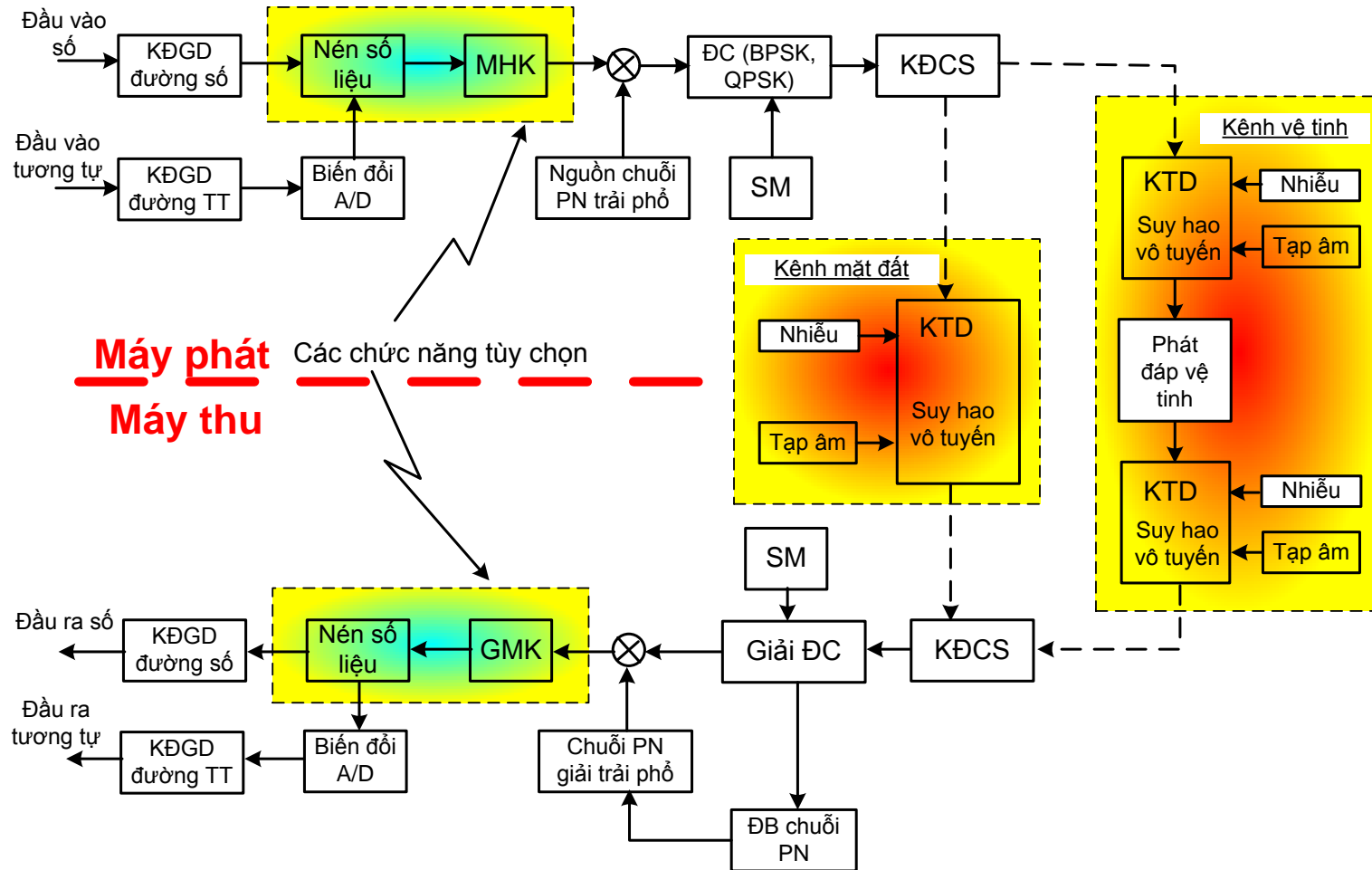
- ✓ *Tín hiệu phát chiếm độ rộng băng tần lớn hơn độ rộng băng tần tối thiểu cần thiết để mang thông tin.*
- ✓ *Trải phổ được thực hiện bằng một mã độc lập với số liệu.*

➤ *Tồn tại ba phương pháp trải phổ cơ bản:*

- ✓ *Trải phổ chuỗi trực tiếp (**DSSS**: Direct-Sequence Spreading Spectrum)*
- ✓ *Trải phổ nhảy tần (**FHSS**: Frequency- Hopping Spreading Spectrum)*
- ✓ *Trải phổ nhảy thời gian (**THSS**: Time- Hopping Spreading Spectrum)*

➤ *Có thể kết hợp các phương pháp trên để tạo hệ thống lai ghép*

# Sơ đồ khối hệ thống thông tin số điển hình với trải phổ (cấu hình hệ thống mặt đất và vệ tinh)



**Máy phát** Các chức năng tùy chọn  
**Máy thu**

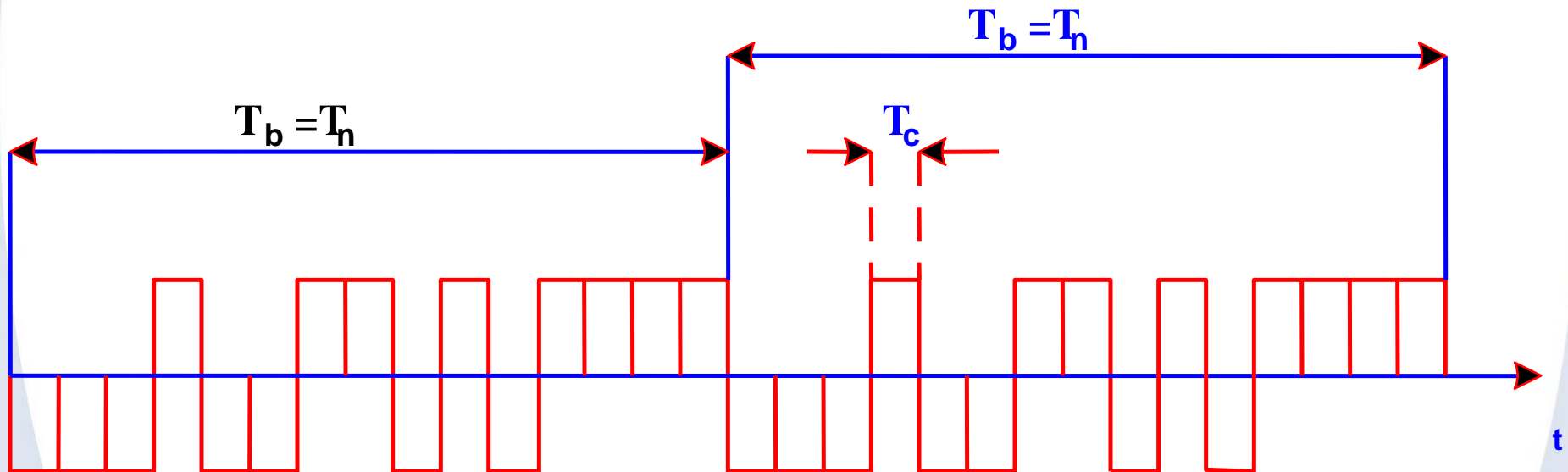
Ký hiệu

- \* KĐGD: Khuếch đại giao diện
- \* A/D: Tương tự/số
- \* MHK: Mã hóa kênh
- \* ĐC: Điều chế
- \* KĐCS: Khuếch đại công suất
- \* PN: Giả tạp âm

- TT: Tương tự
- D/A: Số/tương tự
- GMK: Giải mã kênh
- SM: Sóng mang
- KTD: Kênh truyền dẫn
- ĐB: Đồng bộ

$$\left( \begin{array}{c} R_c = \frac{1}{T_c} \\ 14442 \ 4443 \end{array} \right) \gg \left( \begin{array}{c} R_b = \frac{1}{T_b} \\ 14442 \ 4443 \end{array} \right)$$

Mã PN                      Luồng số phát



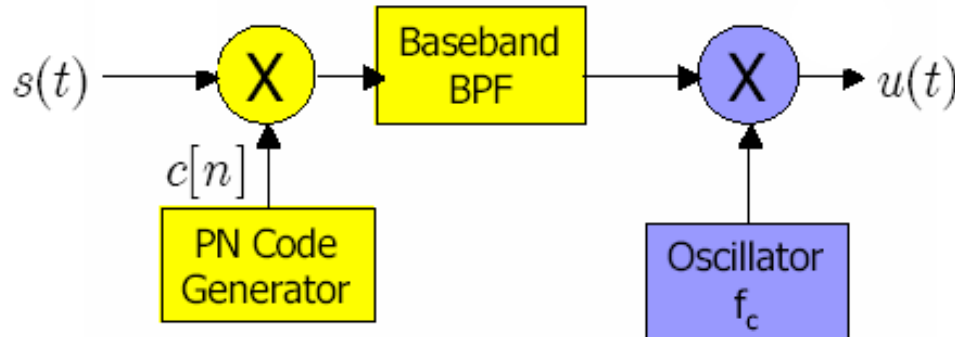
$T_b$  = thời gian một bit của luồng số cần phát

$T_n$  = Chu kỳ của mã giả ngẫu nhiên dùng cho trải phổ

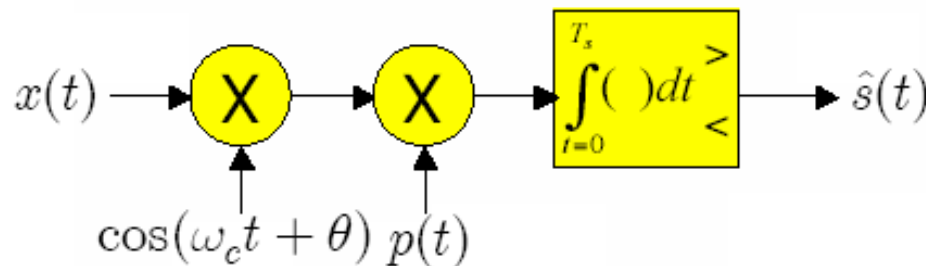
$T_c$  = Thời gian một chip của mã trải phổ

# Direct Sequence Spread Spectrum DS-SS

## Transceiver block diagram of DS-SS

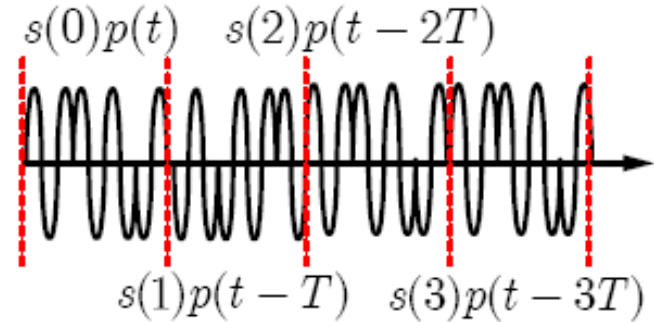


DS-SS Transmitter



DS-SS Receiver

- $s(t)$ : symbol waveform
- $p(t)$ : PN code waveform
- $T = NT_c$
- $N$ : processing gain
- $T_c$ : chip period

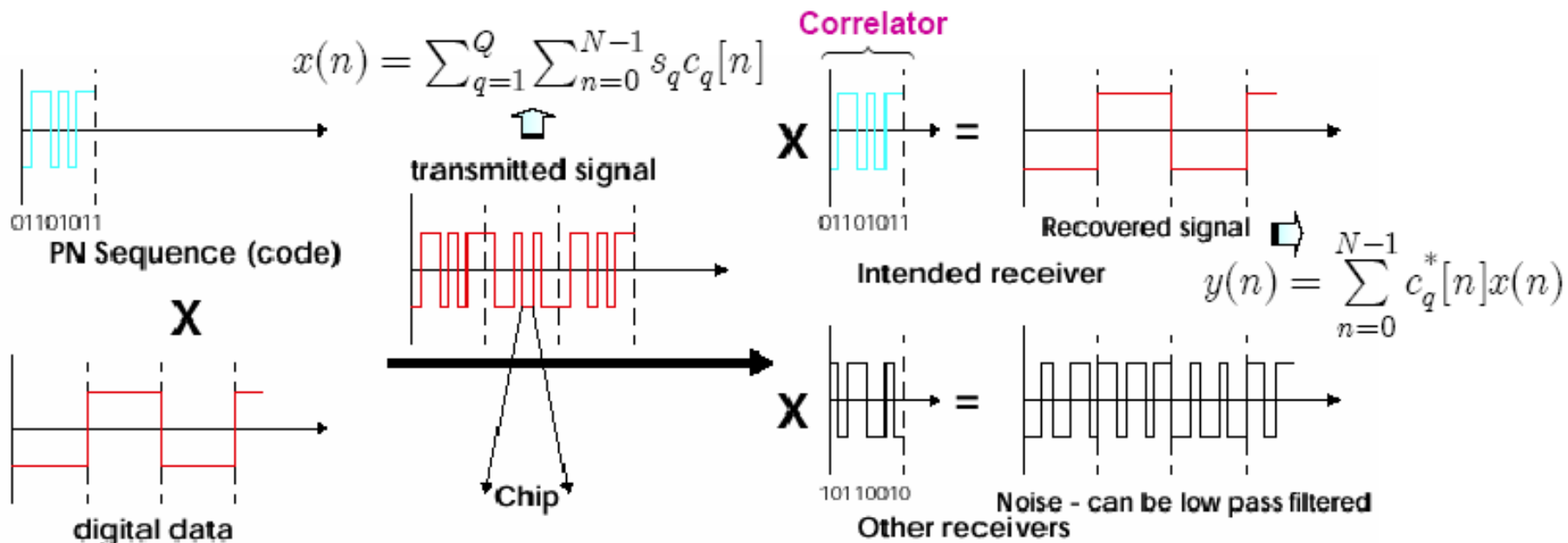


$$u(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(k)p(t - kT)$$

$$p(t) = \sum_{n=0}^{N-1} c[n]q(t - nT_c)$$

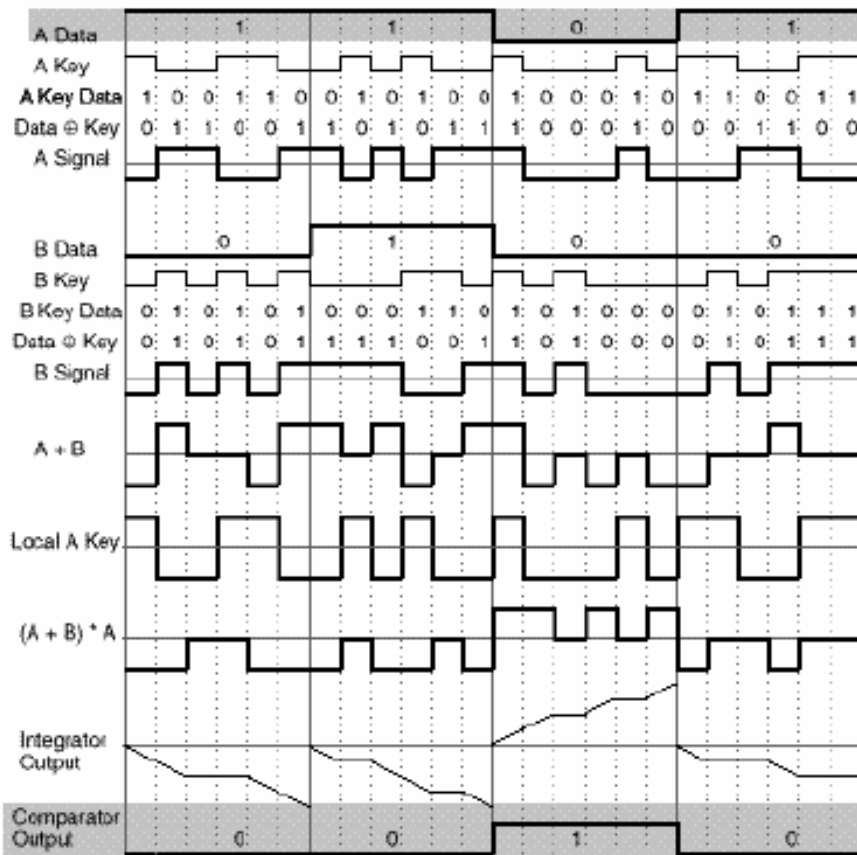
**Note:  $T = T_b$**

- Key features of DS SS
  - ◆ Bits are sampled (“chipped”) at chip rate
  - ◆ Signal energy “spread” over a wider frequency band
- Key receiver block: **correlator** (matched filter, MF)

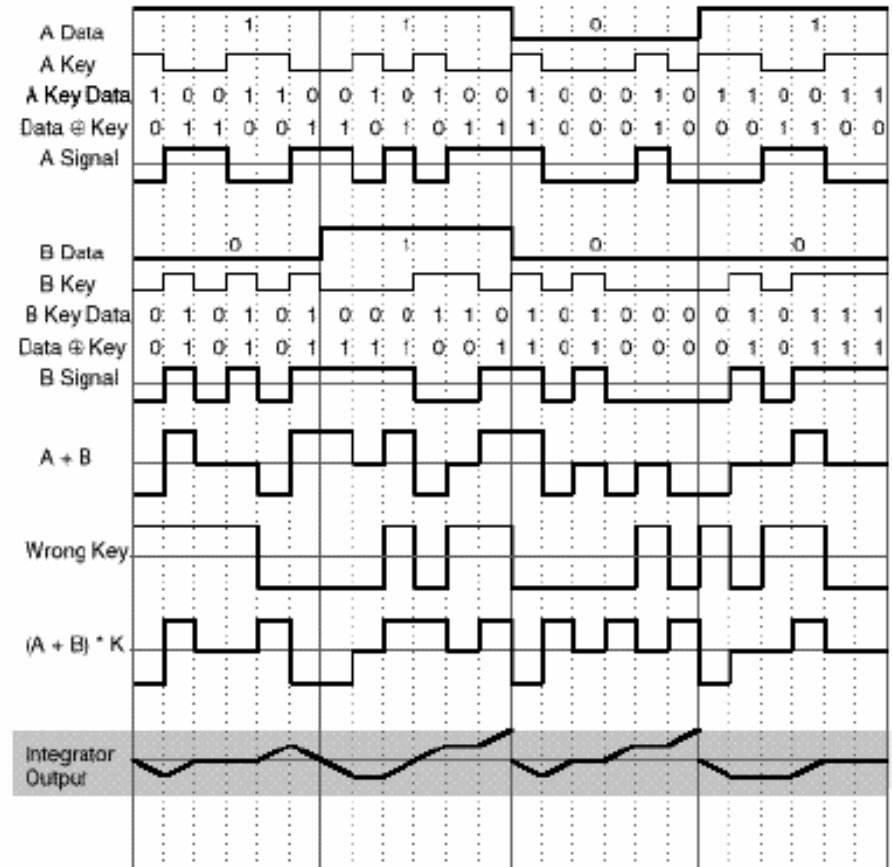




## Example: Data detection in DS SS



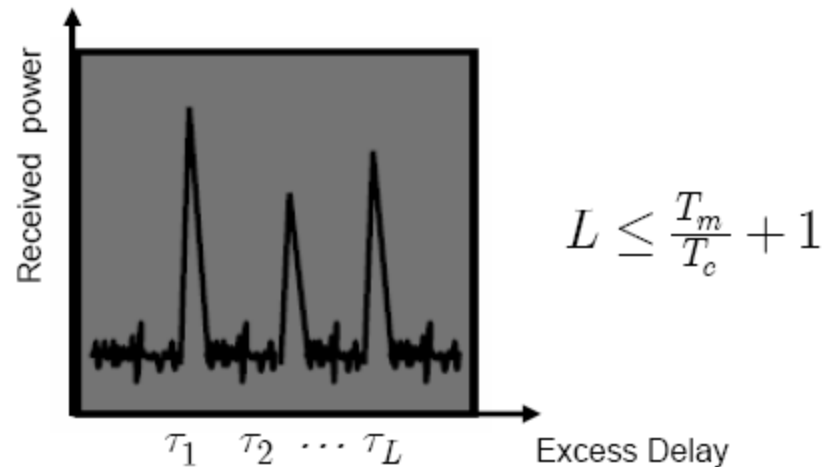
Recovery of A data



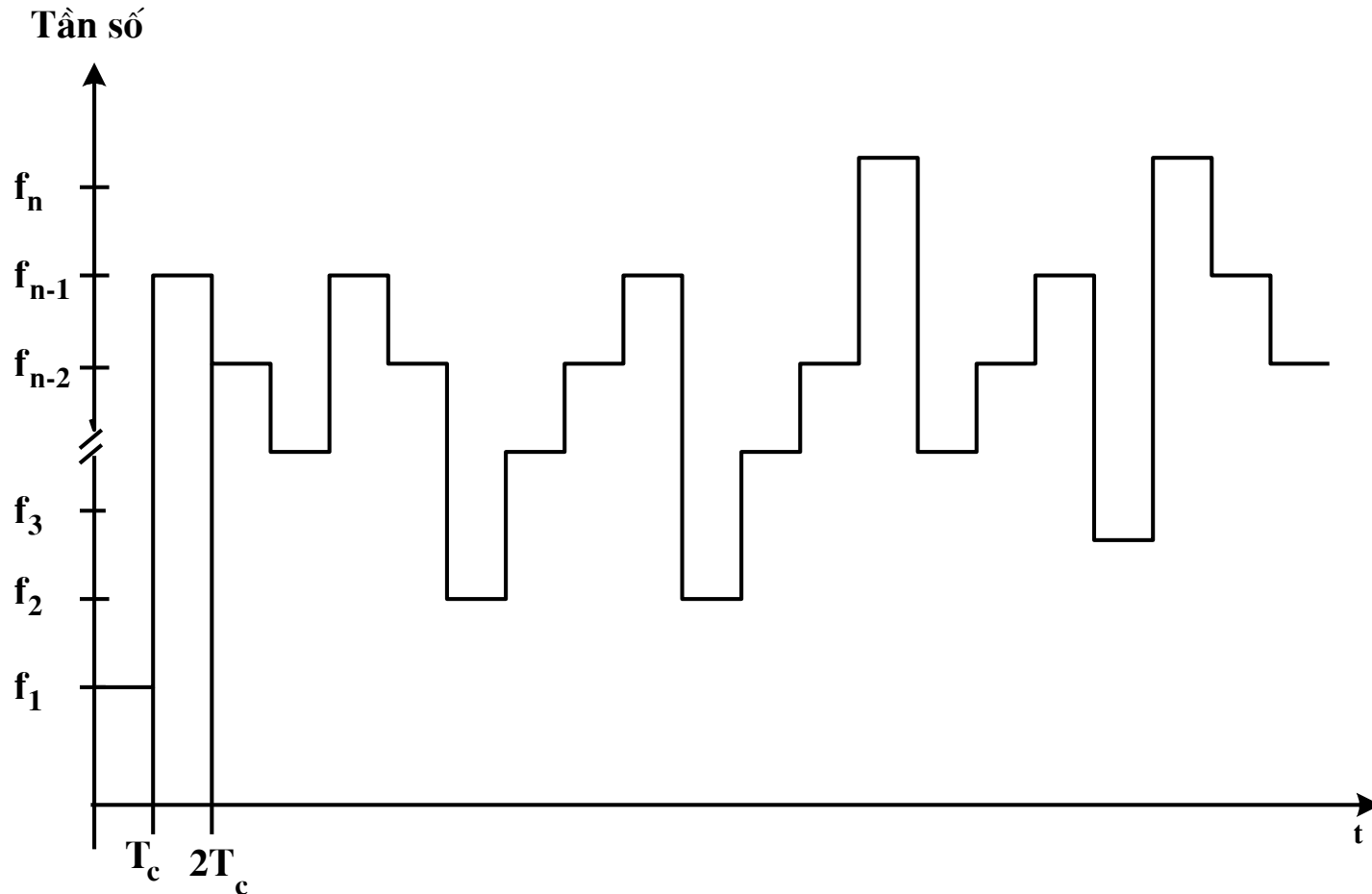
Wrong key yields noisy output

# Direct Sequence Spread Spectrum DS-SS

- Path diversity in multipath environment



- ◆ Path diversity can be exploited by separating out multipath components, co-phasing and summing them
- ◆ Number of paths resolved  $L$  depends on total multipath delay  $T_m$  and chip period  $T_c$
- ◆ Path diversity can be obtained by using **RAKE** receiver



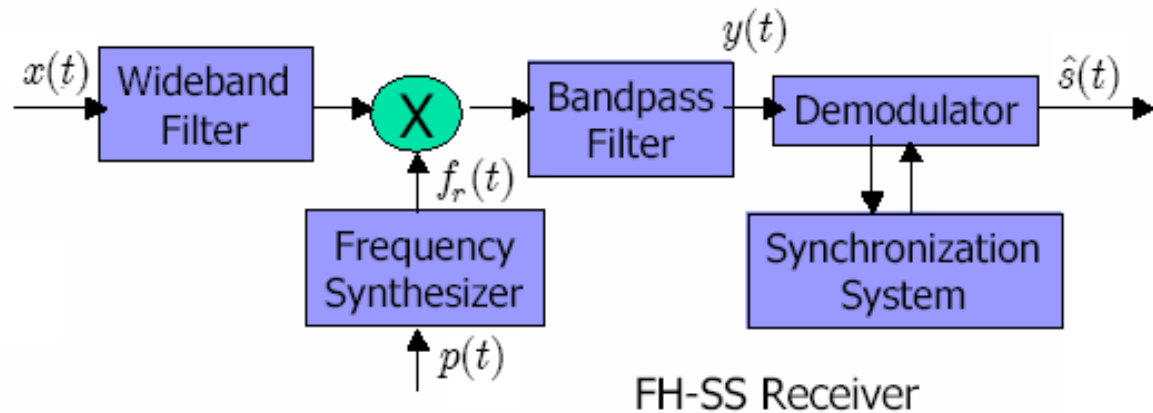
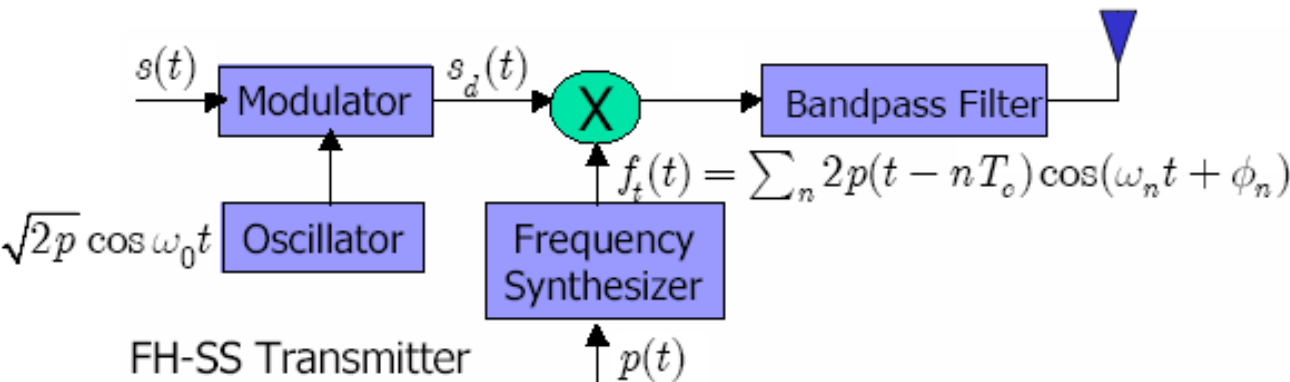
Hệ thống FHSS đạt được SS bằng cách nhảy tần số mang trên một tập (lớn) các tần số. Mẫu nhảy tần có dạng giả ngẫu nhiên. Tần số trong khoảng thời gian của một chip  $T_c$  giữ nguyên không đổi. Tốc độ nhảy tần có thể nhanh hoặc chậm.

- Nhảy tần **nhanh** được thực hiện ở tốc độ cao hơn tốc độ bit của bản tin.
- Nhảy tần **chậm** được thực hiện ở tốc độ thấp hơn tốc độ bit của bản tin.

# Transceiver block diagram of FH SS

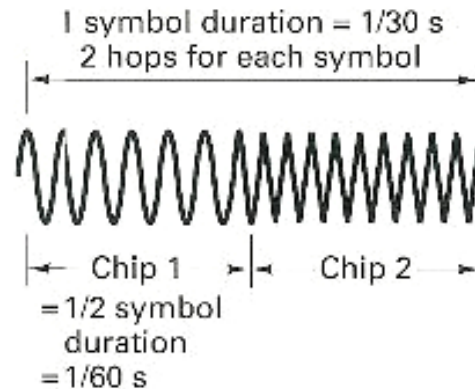
$$s_t(t) = [s_d(t) \sum_n 2p(t - nT_o) \cos(\omega_n t + \phi_n)]_{\text{sum freq. components}}$$

- $s(t)$ : symbol sequence
- $p(t)$ : PN sequence
- $T = NT_c$
- $N$ : hopping ratio
- $T$  or  $T_c$ : chip period

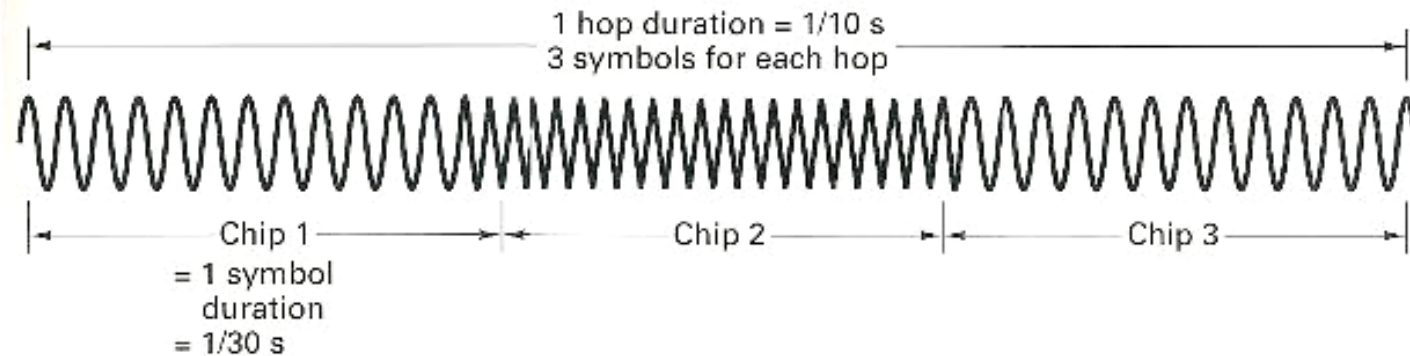


- Key features of FH SS
  - ◆ Signal is spread *sequentially* rather than *instantaneously* as with DS SS
  - ◆ Force jammers to cover wider spectrum by randomly hopping data-modulated carrier from one frequency to next
- *M*-ary FSK (MFSK) is commonly used in FH system
  - ◆ Referred to as FH/MFSK
- Two types of frequency hopping
  - ◆ **Slow**-frequency hopping: symbol rate  $R_s$  is an integer multiple of hop rate  $R_h$
  - ◆ **Fast**-frequency hopping: hop rate  $R_h$  is an integer multiple of symbol rate  $R_s$

- Fast- vs. slow-frequency hopping: (a) fast hopping (b) slow hopping



(a)



(b)

## ● Comparison of DS SS and FH SS

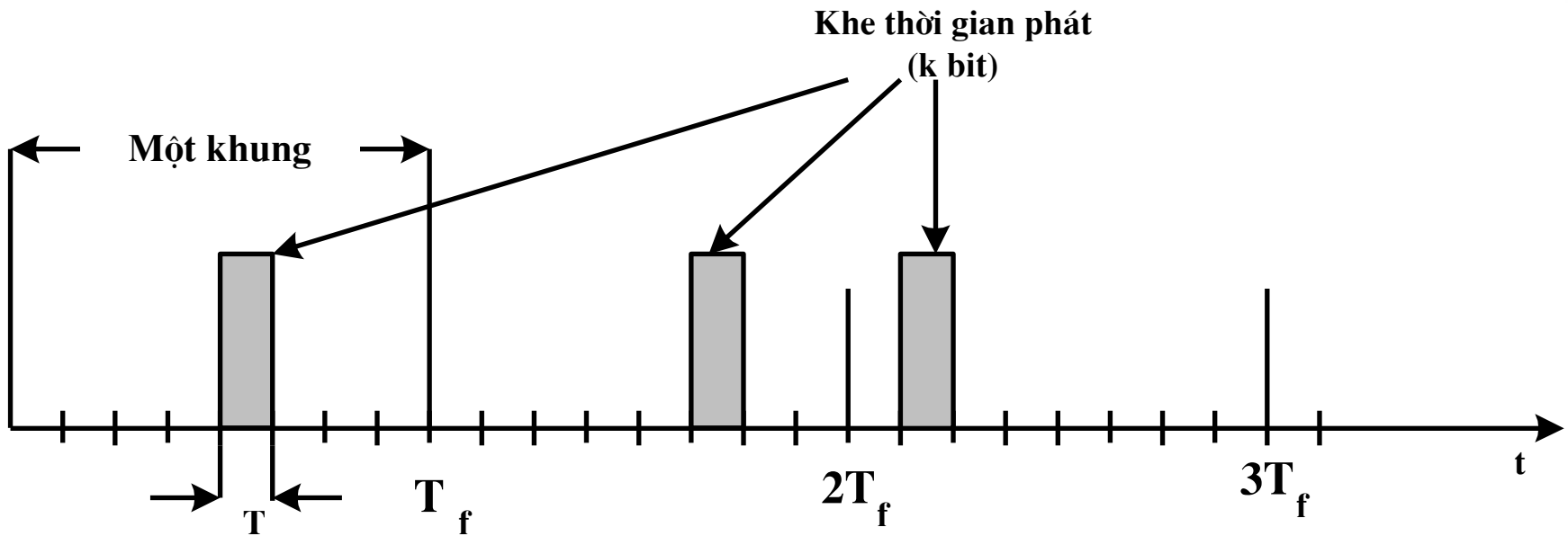
### ◆ DS SS

- ▶ Anti-multipath effect due to high resolution in time (path diversity)
- ▶ Flexible support of variable data rate (by employing a variable processing gain)
- ▶ Suffers from near-far problem  $\Rightarrow$  power control required
- ▶ High capacity is possible with enhancements (e.g., interference cancellation and multi-user detection)

### ◆ FH SS

- ▶ Anti-multipath effect due to hopping over frequency-selective fading (frequency diversity)
- ▶ Suitable for ad hoc networks (no near-far problem)
- ▶ Suitable for military use (more robust to jamming)
- ▶ Relatively low data rate (due to limited instantaneous bandwidth)

# Trải phổ nhảy thời gian (THSS)



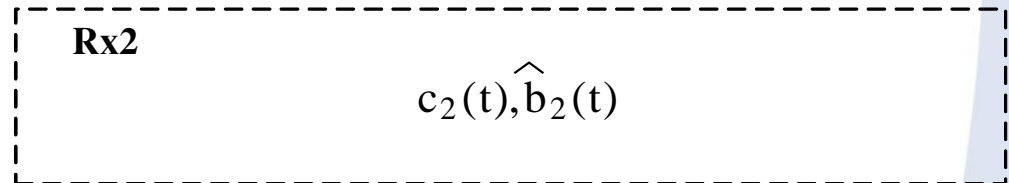
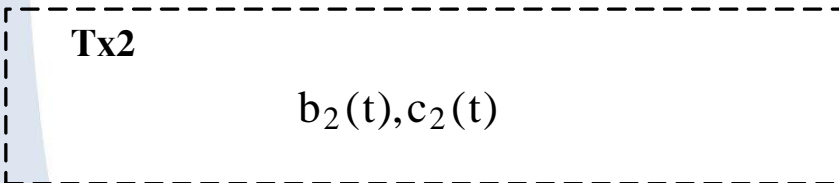
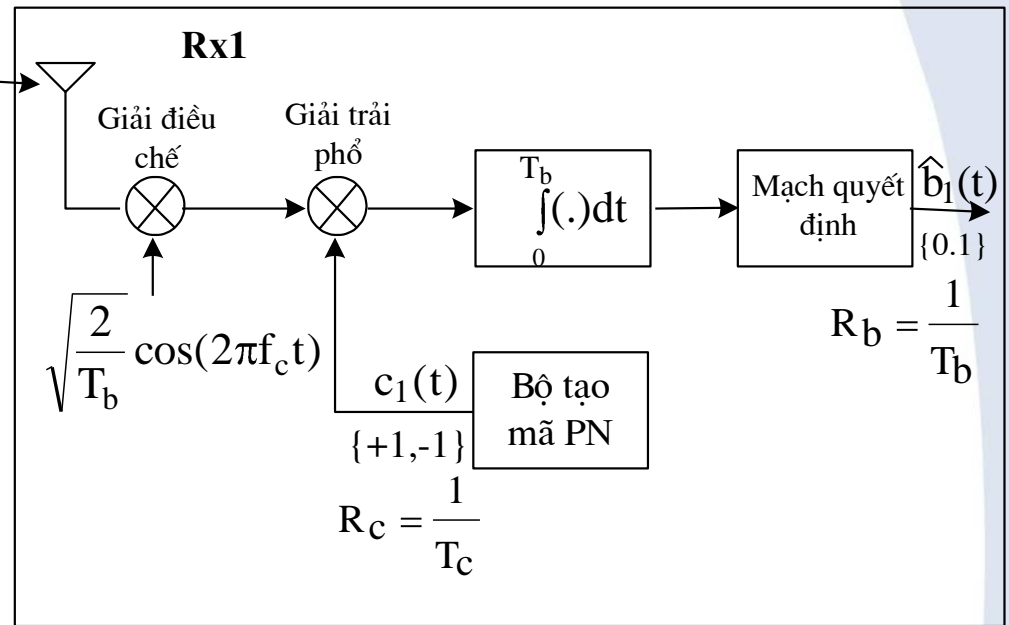
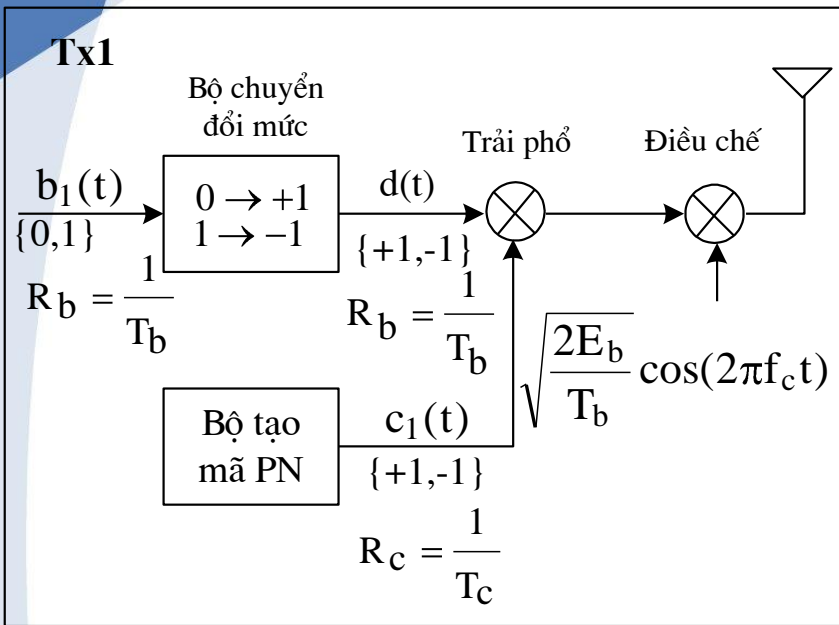
$T = T_f / M$ , trong đó  $M$  là số khe thời gian trong một khung

Hệ thống THSS đạt được SS bằng cách nén một khối bit số liệu và phát ngắt quãng trong một hay nhiều khe thời gian trong một khung chứa số lượng lớn khe thời gian. Mẫu nhảy thời gian xác định khe thời gian nào được sử dụng để truyền dẫn trong mỗi khung.



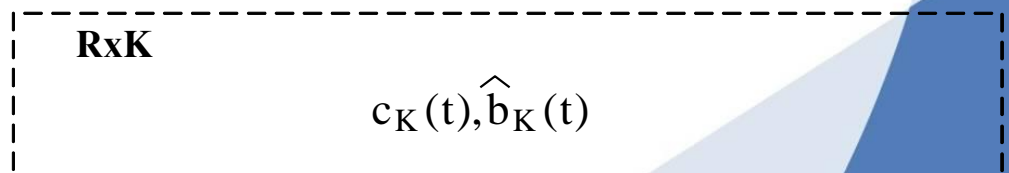
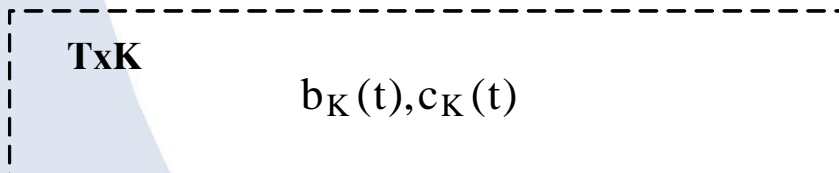
# Mô hình đơn giản của hệ thống DS\_SS

# Mô hình đơn giản của hệ thống DS\_SS



•  
•  
•

•  
•  
•



# Nguyên lý DSSS

(dạng sóng-miền thời gian)

## ❖ Tín hiệu ở đầu vào của máy phát k

$$b_k(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} b(i) p_{T_b}(t - iT_b)$$

đồng xác suất  $I \in \{0,1\}$

Xung vuông đơn vị

$$p_{T_b}(t) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } 0 \leq t \leq T_b \\ 0 & \text{nếu khác} \end{cases}$$

## ❖ Sau bộ chuyển đổi mức

$$d_k(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} d(i) p_{T_d}(t - iT_d)$$

đồng xác suất  $I \in \{+1, -1\}$

# Nguyên lý DSSS

(dạng sóng-miền thời gian)

## ❖ Tính chất của mã trực giao:

$$\frac{1}{T_b} \int_0^{T_b} c_k(t)c_j(t)dt = \begin{cases} 1 & \text{nếu } k = j \\ 0 & \text{nếu } k \neq j \end{cases}$$

Trực giao nhau trong chu kỳ  $T_b = NT_c$

$$c_k(t)c_j(t) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } k = j \\ c_i(t) & \text{nếu } k \neq j \end{cases}$$

Tích của hai mã khác nhau trong tập mã cũng là mã trực giao mới trong tập mã trực giao

## ❖ Biểu diễn mã trải phổ:

$$c_k(t) = \sum_{i=1}^N c_i(i) p_{T_c}(t - iT_c)$$

$$p_{T_c}(t) = \begin{cases} 1 & \text{nếu } 0 \leq t \leq T_c \\ 0 & \text{nếu khác} \end{cases}$$

## ❖ Tín hiệu phát vô tuyến điều chế BPSK

$$s_k(t) = d_k(t) c_k(t) \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cos(2\pi f_c t); \quad 0 \leq t \leq T_b$$

trái phở

Sóng mang điều chế BPSK

## ❖ Tín hiệu thu vô tuyến

$$r_k(t) = \sum_{j=1}^K d_j(t) c_j(t) \sqrt{\frac{2E_{br}}{T_b}} \cos(2\pi f_c t)$$

$$E_{br} = E_b / L_p; \quad L_p \text{ là suy hao truyền sóng}$$

Coi rằng: (i) máy thu được đồng bộ sóng mang và đồng bộ mã trái phở với máy phát; (ii) bỏ qua tạp âm nhiệt của đường truyền và chỉ xét nhiễu của  $K-1$  người sử dụng trong hệ thống; (iii) công suất tín hiệu thu tại máy thu  $k$  thuộc  $K$  người sử dụng bằng nhau; (iv) bỏ qua trễ truyền sóng

# Nguyên lý DSSS (dạng sóng-miền thời gian)

## ❖ Tín hiệu sau giải điều chế BPSK

$$u(t) = \frac{\sqrt{E_{br}}}{T_b} \sum_{j=1}^K d_j(t)c_j(t)c_k(t) + \sum_{j=1}^K d_j(t)c_j(t)c_k(t) \cos(4\pi f_c t)$$

$v(t)$ 
được loại bỏ sau bộ tích phân

## ❖ Tín hiệu sau bộ tích phân (đầu vào mạch quyết định)

$$v(t) = \int_0^{T_b} u(t) dt = \frac{\sqrt{E_{br}}}{T_b} \sum_{j=1}^K d_j(t) \int_0^{T_b} c_j(t)c_k(t) dt$$

sử dụng tính trực giao Eq(1.5)

$$= d_k(t) \sqrt{E_{br}} = \hat{b}_k(t)$$

qua mạch quyết định

# Nguyên lý DSSS

(phổ của tín hiệu-miền tần số)

❖ Phổ của luồng số đơn cực  $b_k(t)$

$$F_b(f) = \frac{b_{im}^2}{4} T_b \text{Sinc}^2(fT_b) + \frac{b_{im}^2}{4} d(f)$$

$$= \frac{1}{4} T_b \text{Sinc}^2(fT_b) + \frac{1}{4} d(f)$$

Nếu chỉ xét phổ dương và không

$$F_b(f) = \frac{1}{2} T_b \text{Sinc}^2(fT_b) + \frac{1}{4} d(f)$$

❖ Phổ của luồng số lưỡng cực  $d_k(t)$  (đầu vào trái phổ)

$$F_d(f) = d_i^2 T_b \text{Sinc}^2(fT_b)$$

$$= T_b \text{Sinc}^2(fT_b)$$

Nếu chỉ xét phổ dương

$$F_d(f) = 2T_b \text{Sinc}^2(fT_b)$$

$$\begin{cases} \delta(f) = 0, & f \neq 0 \\ \int_{-\infty}^{\infty} \delta(f) df = 1 \end{cases}$$

$$\text{Sinc}(x) = \begin{cases} 1, & x = 0 \\ \frac{\sin(\pi x)}{\pi x}, & x \neq 0 \end{cases}$$

# Nguyên lý DSSS

(phổ của tín hiệu-miền tần số)

## ❖ Phổ của luồng số sau trải phổ

$$F_{dc}(f) = (d_i c_i)^2 T_c \text{Sinc}^2(fT_c)$$

~~$$T_c \text{Sinc}^2(fT_c)$$~~

Chỉ xét phổ dương

$$F_{dc}(f) = 2T_c \text{Sinc}^2(fT_c)$$

## ❖ Phổ của tín hiệu sau điều chế BPSK

$$F_s(f) = PT_c \text{Sinc}^2[(f - f_c)T_c] + \frac{PT_c}{2} \text{Sinc}^2[(f + f_c)T_c]$$

~~$$PT_c \text{Sinc}^2[(f - f_c)T_c] + \frac{PT_c}{2} \text{Sinc}^2[(f + f_c)T_c]$$~~

Chỉ xét phổ dương

$$F_s(f) = \frac{P}{R_c} \text{Sinc}^2[(f - f_c)T_c]$$



# Nguyên lý DSSS

(phổ của tín hiệu-miền tần số)

❖ *Phổ của tín hiệu thu ở đầu vào máy thu k*

$$F_r(f) = \mathop{\text{ã}}_{j=1}^K \frac{P_{jr}}{R_c} \text{Sin}^2 [(f - f_c)T_c]; \text{ với } P_{jr} = \frac{P_j}{L_P}$$

❖ *Phổ của tín hiệu sau giải trải phổ của máy thu k*

$$F_u(f) = \frac{P_{kr}}{R_b} \text{Sinc}^2 [(f - f_c)T_b] + \mathop{\text{ã}}_{j=1}^K \frac{P_{jr}}{R_c} \text{Sinc}^2 [(f - f_c)T_c]$$

Phổ của tín hiệu thu  
từ máy phát k

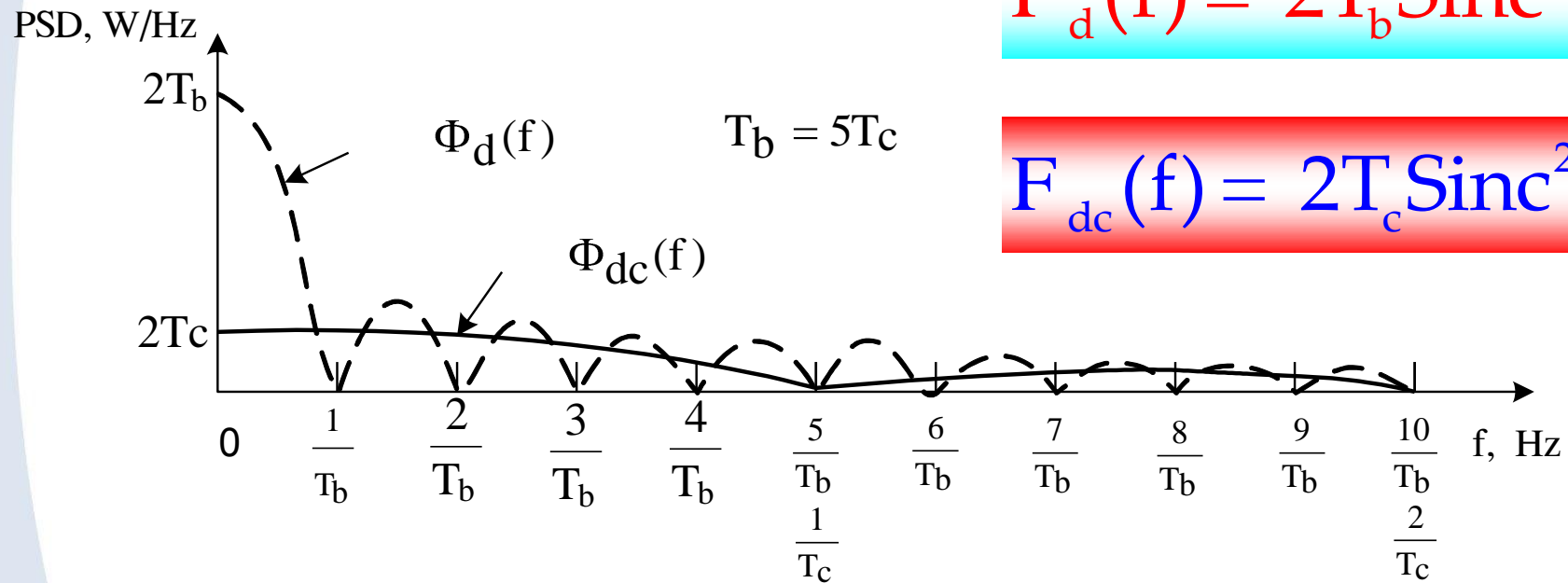
Tổng phổ của các tín hiệu thu  
từ các máy phát còn lại

# Nguyên lý DSSS

(phổ của tín hiệu-miền tần số)

$$F_d(f) = 2T_b \text{Sinc}^2(fT_b)$$

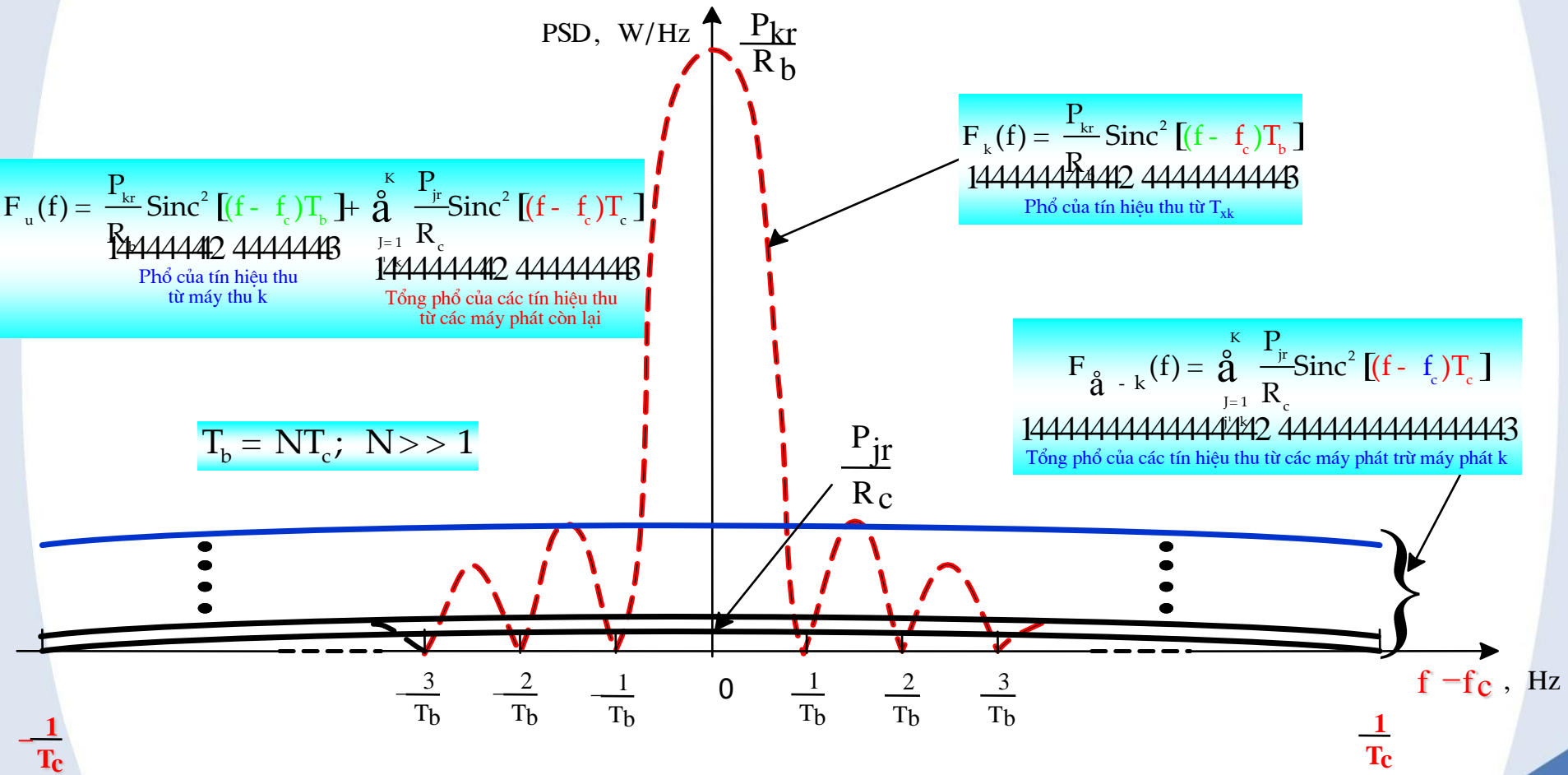
$$F_{dc}(f) = 2T_c \text{Sinc}^2(fT_c)$$



**Mật độ phổ công suất của luồng bit lưỡng cực  $\Phi_d(f)$  và luồng số sau trải phổ  $\Phi_{dc}(f)$  khi  $T_b=5T_c$ .**

# Nguyên lý DSSS

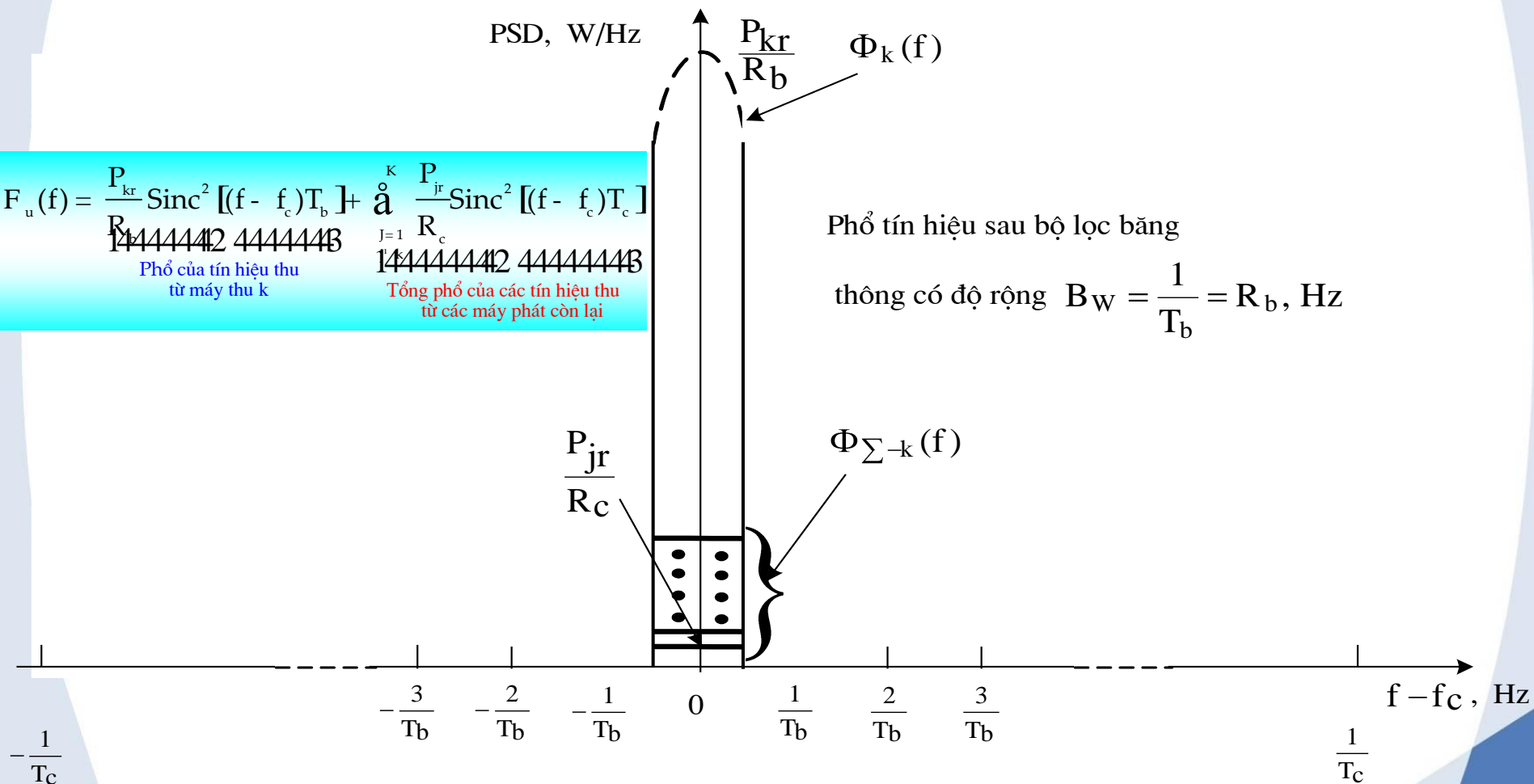
(phổ của tín hiệu-miền tần số)



PSD thu từ máy phát k và từ tất cả các máy phát khác

# Nguyên lý DSSS

(phổ của tín hiệu-miền tần số)



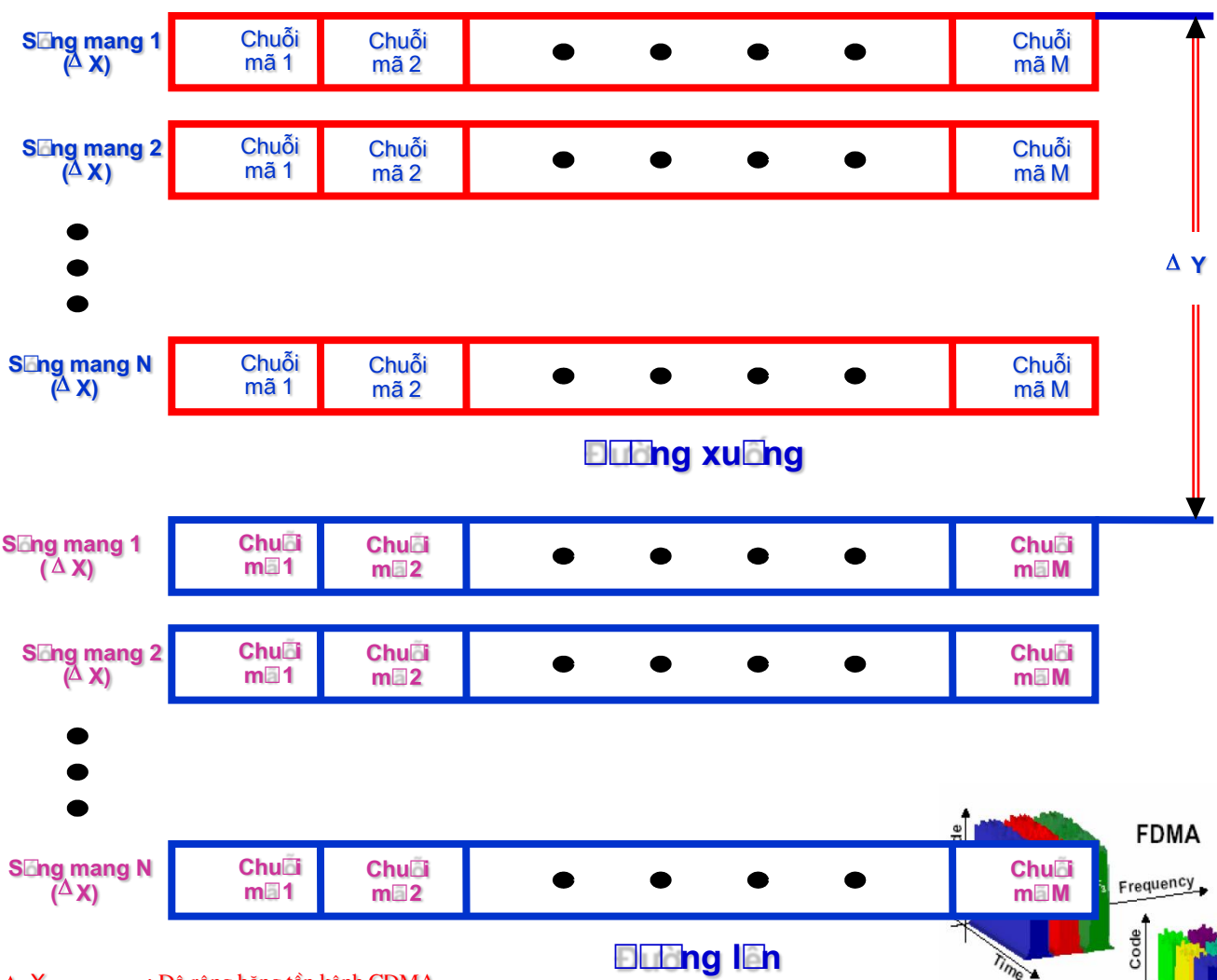
$$F_u(f) = \frac{P_{kr}}{R_b} \text{Sinc}^2 [(f - f_c)T_b] + \sum_{j=1}^K \frac{P_{jr}}{R_c} \text{Sinc}^2 [(f - f_c)T_c]$$

Phổ của tín hiệu thu từ máy thu k

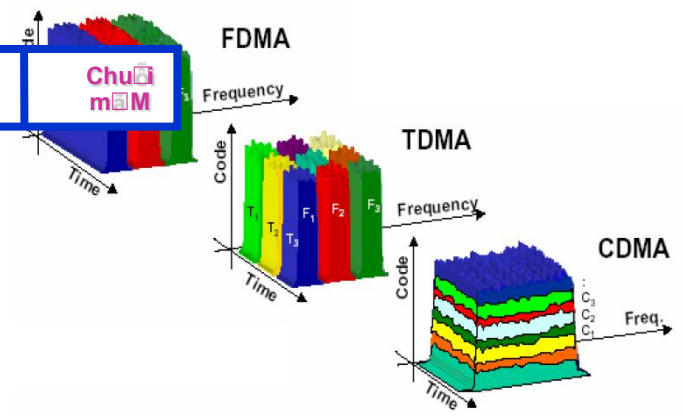
Tổng phổ của các tín hiệu thu từ các máy phát còn lại

Phổ tín hiệu sau bộ lọc băng thông

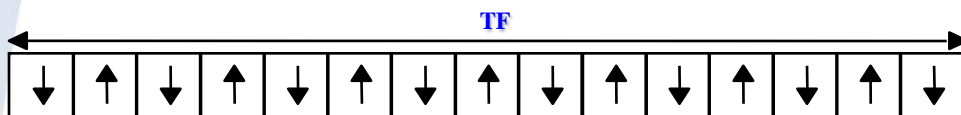
# Nguyên lý CDMA/FDD



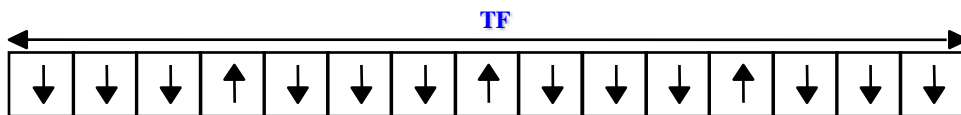
$\Delta X$  : Độ rộng băng tần kênh CDMA  
 $\Delta Y$  : Phân cách tần số sóng mang đi xuống và đi lên



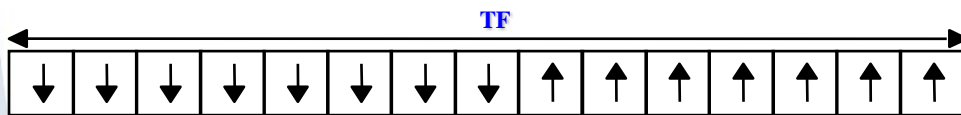
# Nguyên lý CDMA/TDD



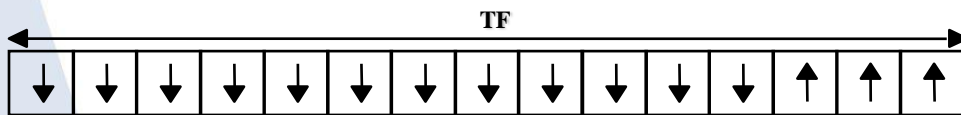
a) Cấu hình chuyển mạch đa điểm (Cấp phát đường lên/ đường xuống đối xứng)



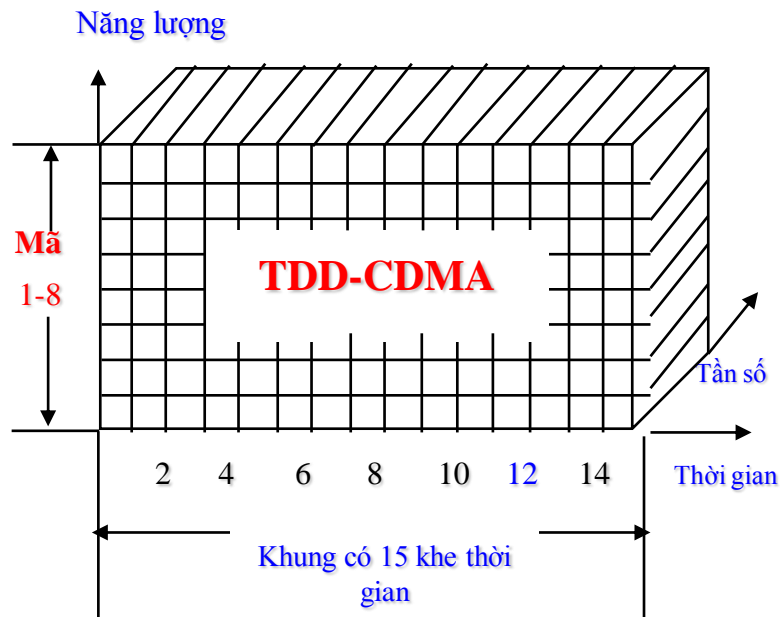
b) Cấu hình chuyển mạch đa điểm (cấp phát đường xuống/đường lên không đối xứng)



c) Cấu hình chuyển mạch đa điểm (cấp phát đường xuống/ đường lên đối xứng)



d) Cấu hình chuyển mạch đơn điểm (Cấp phát đường xuống/đường lên không đối xứng)



# Ưu nhược điểm của CDMA

## ❖ Ưu điểm của CDMA so với FDMA và TDMA:

- ✓ Cho dung lượng cao hơn
- ✓ Khả năng chống nhiễu và pha trộn tốt hơn
- ✓ Bảo mật thông tin tốt hơn
- ✓ Dễ dàng áp dụng cho các hệ thống đòi hỏi cung cấp linh hoạt dung lượng kênh cho từng người sử dụng
- ✓ Cho phép chuyển giao lưu lượng mềm giữa các vùng phủ sóng nhờ dẫn đến không mất thông tin khi chuyển giao.
- ✓ Do sử dụng chung tần số cho nhiều người sử dụng nên quy hoạch mạng cũng đơn giản hơn

## ❖ Nhược điểm:

- ✓ Đồng bộ phức tạp hơn: Ngoài đồng bộ định thời còn phải đồng bộ mã
- ✓ Cần nhiều mạch điện xử lý số hơn
- ✓ Mạng chỉ cho hiệu suất sử dụng cao khi nhiều người cùng sử dụng chung tần số

5

**SDMA**



# Nguyên lý SDMA

*SDMA được sử dụng ở tất cả các hệ thống thông tin vô tuyến tổ ong (hệ thống tương tự và hệ thống số). SDMA được sáng tỏ nhất ở các hệ thống thông tin vô tuyến tổ ong, cho phép đa truy nhập đến một kênh vô tuyến chung (hay tập kênh) trên cơ sở (tùy theo vị trí của MS).*

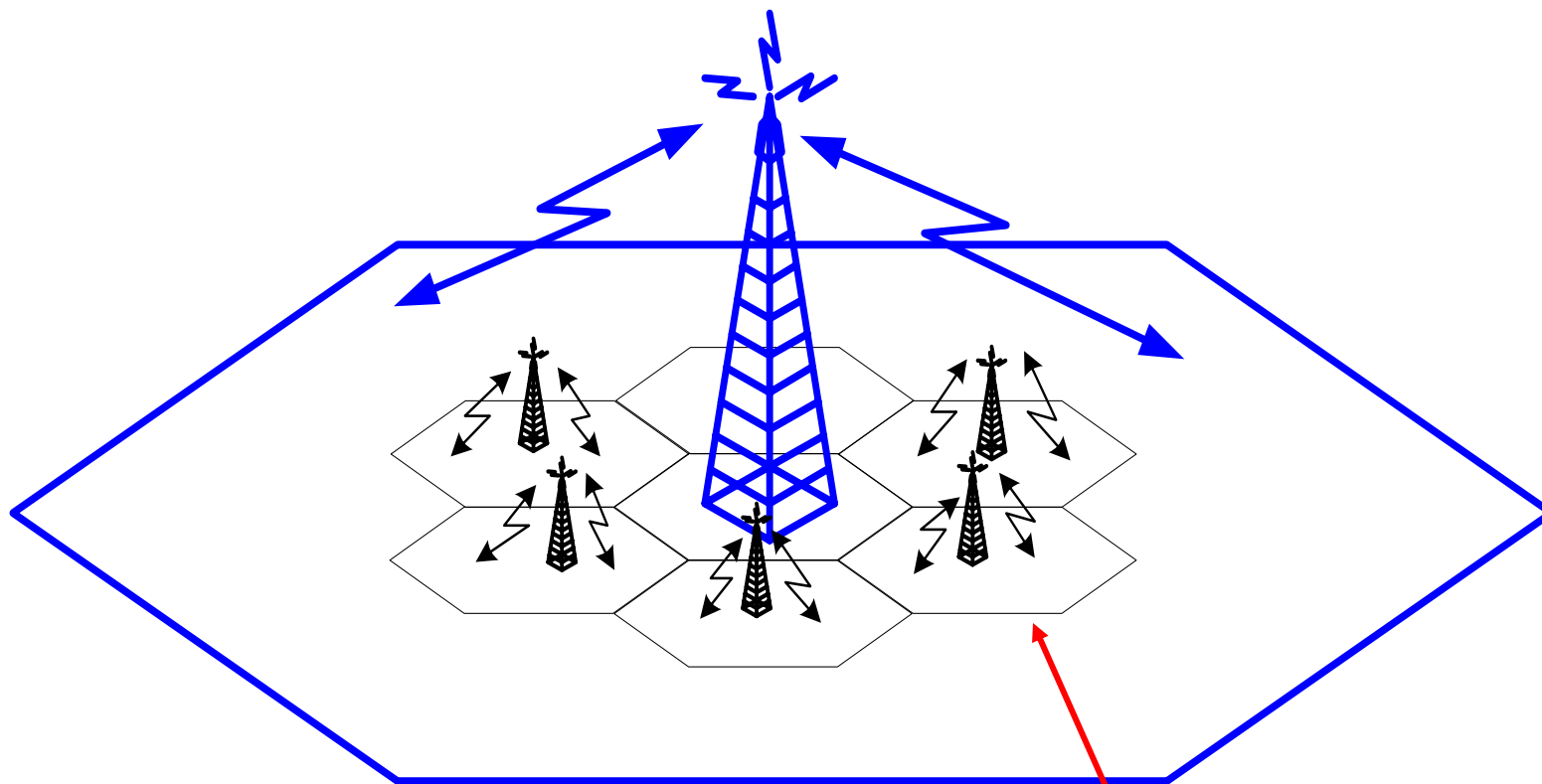
*Yếu tố hạn chế đối với SDMA là hệ số tái sử dụng tần số ( trong đó nhiều người dùng chia sẻ đồng thời cùng một tần số), họ phải đủ xa để giảm thiểu can nhiễu đồng kênh. Tập các tần số trong cùng một ô có thể được lặp lại ở các ô khác trong hệ thống nếu đảm bảo đủ khoảng cách giữa các ô sử dụng cùng tần số để ngăn chặn nhiễu giao thoa đồng kênh.*

*Tồn tại rất nhiều sơ đồ SDMA trong các hệ thống tổ ong hiện nay: ô mini, ô micro, ô phân đoạn, ô dù che và các anten thông minh. Đây là các phương pháp phân chia không gian trong đó các máy di động làm việc với độ phân giải không gian cao hơn và nhờ vậy rút ngắn khoảng cách giữa các người sử dụng mà không vi phạm các quy định về nhiễu đồng kênh.*

# Nguyên lý SDMA

- ✓ **Ô micro** được phủ sóng bởi các trạm gốc có *công suất rất thấp* ở các vùng mật độ lưu lượng cao trong hệ thống.
- ✓ **Ô dù phủ** là các ô rất lớn được thiết kế để gánh đỡ tải cho các ô micro
- ✓ **Ô phân đoạn** là các ô được phủ sóng bởi các đoạn ô  $120^{\circ}$  hoặc  $60^{\circ}$  bằng các anten có tính hướng nhờ vậy tăng được dung lượng hệ thống.
- ✓ **Anten thông minh** là phát kiến mới nhất cho hệ thống thông tin tổng vô tuyến. Các anten này tạo ra các búp sóng khá hẹp nhờ vậy tăng đáng kể vùng phủ sóng và dung lượng hệ thống.

# Ph-ong pháp ô dù

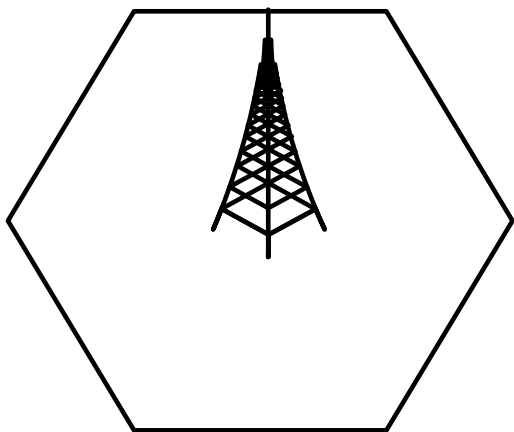


**Ô dù lớn**  
(lưu lượng, vận tốc *cao*)

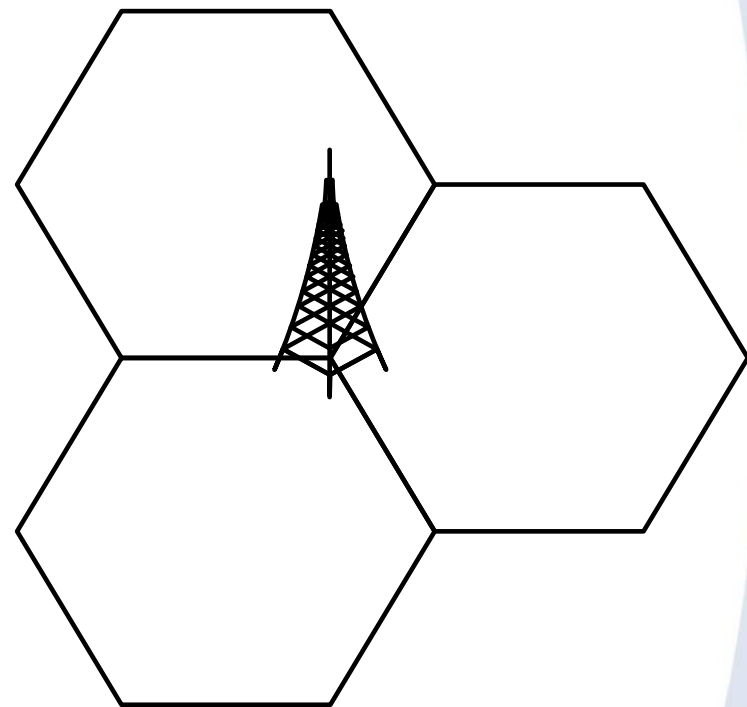
**Các Ô Micro**  
(lưu lượng, vận tốc *thấp*)

# Nguyên lý SDMA

(Vùng phủ sóng của trạm gốc ở vô tuyến tổ ong)

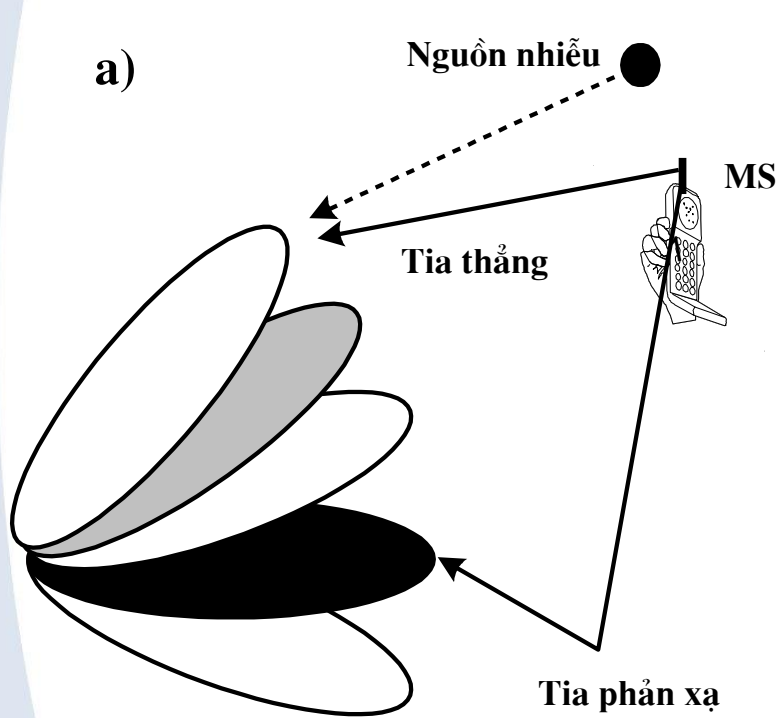


Phủ sóng vô  
hướng

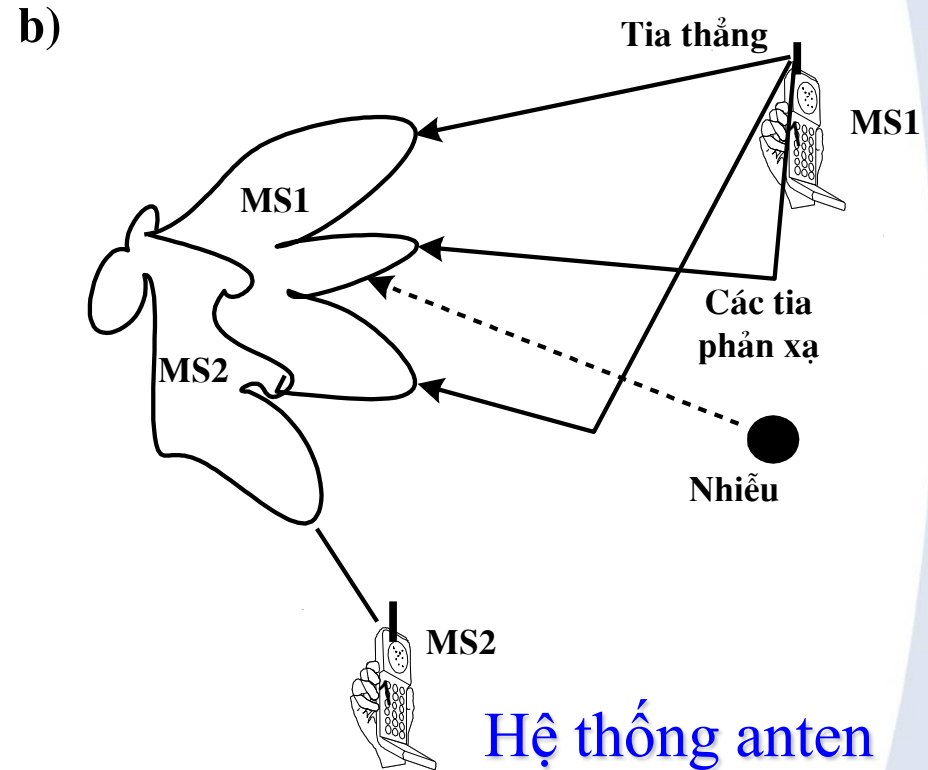


Phủ sóng có hướng: mỗi ô  
được chia thành ba đoạn ô  
lệch nhau  $120^{\circ}$

# Nguyên lý SDMA (Anten thông minh)



Hệ thống búp hướng  
chuyển mạch



Hệ thống anten  
thích ứng

# Dung lượng hệ thống FDMA, TDMA

$$\underbrace{K_{\max}}_{\text{Số người dùng cực đại/một ô}} = \frac{M}{\sqrt{\frac{2}{3} \left( \frac{C}{I} \right)}} = \frac{B_t}{B_c \sqrt{\frac{2}{3} \left( \frac{C}{I} \right)}}$$

$$B_c = \left\{ \begin{array}{l} \underbrace{\text{Băng thông của kênh vô tuyến}}_{\text{FDMA}} \\ \hline \underbrace{\text{Số khe thời gian}}_{\text{TDMA}} \end{array} \right\} \underbrace{M}_{\substack{\text{Tổng số kênh tần số} \\ \text{(số kênh tương đương)}}} = \frac{B_t}{B_c}$$

$B_t =$  Tổng băng tần được cấp phát

# Dung lượng hệ thống CDMA

$$\mathbf{K}_{\max} = \left[ 1 + \frac{G_p \times \lambda}{\left( \frac{E_b}{N_0'} \right) \times \nu} \times \eta \times f \right] \times \frac{B_t}{B_c}$$

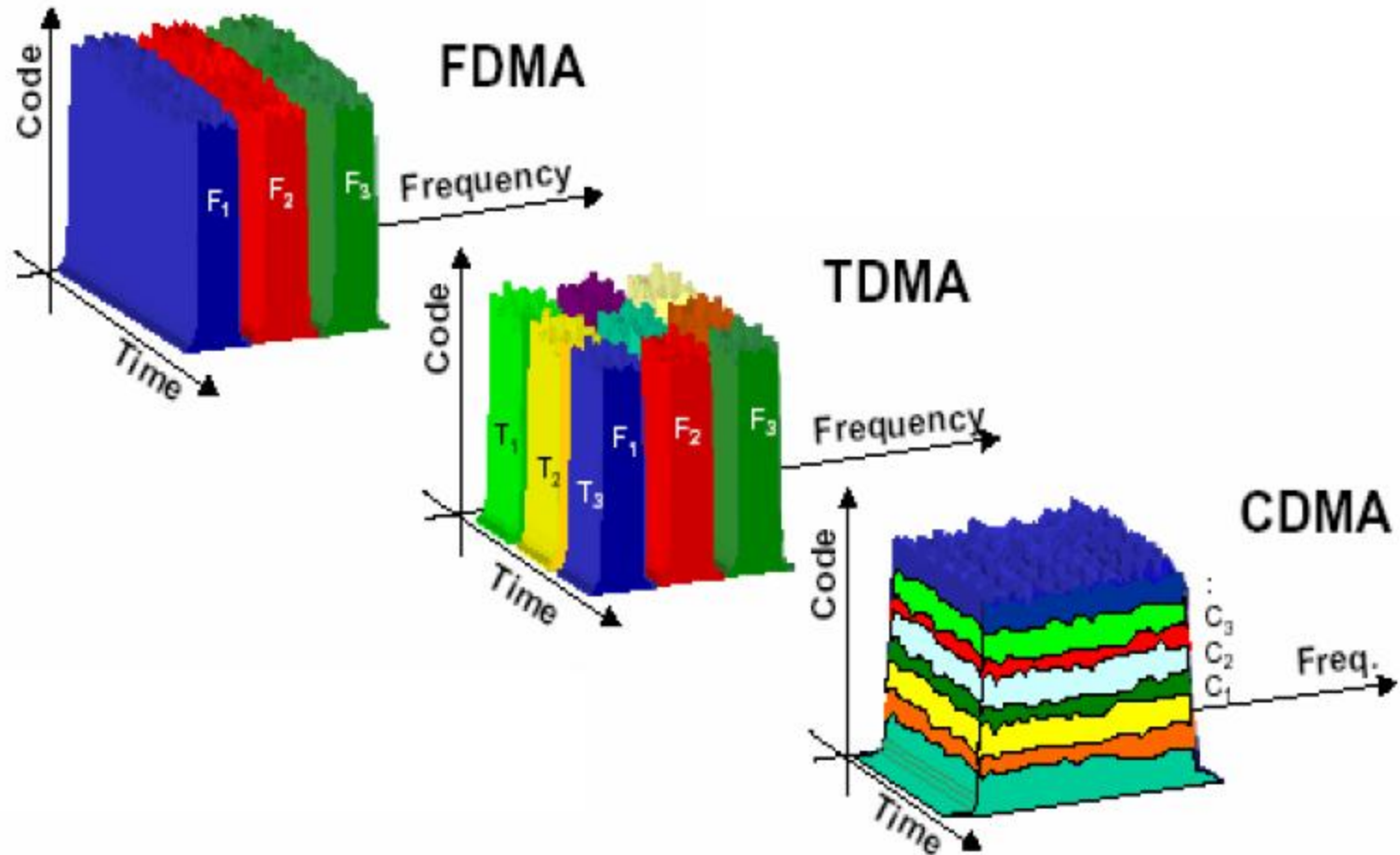
$B_t$ :	Tổng băng thông được cấp phát
$B_c$ :	Băng thông của một kênh CDMA
$G_p$ :	Dộ lợi xử lý
$\lambda$ :	Hệ số điều khiển công suất hoàn hảo
$\nu$ :	Thừa số tích cực tiếng
$\eta$ :	Dộ lợi phân đoạn ô
$\frac{E_b}{N_0'}$	Tỷ số tín hiệu trên tạp âm cộng nhiễu
$\beta = \begin{cases} 0,78 & \text{với } n=4 \\ 0,42 & \text{với } n=5 \end{cases}$	Hệ số nhiễu điển từ các ô khác
$f = \frac{1}{1+\beta}$ :	Thừa số tái sử dụng tần số

6

**Note**



# Multiple Access Schemes

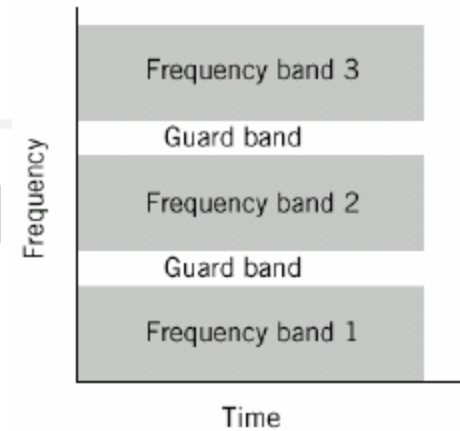


## Frequency Division Multiple Access (FDMA) [2], [6]

Assigns **frequency bands** to individual users

### ● FDMA features

- ◆ On demand channel assignment
- ◆ Channel bandwidth is relatively narrow (30 KHz), i.e., usually narrowband systems
  - ▶ Symbol time  $\gg$  average delay spread  $\Rightarrow$  little or no ISI
- ◆ Simple
- ◆ Continuous transmission implies no framing or synchronization bits needed
- ◆ Requires tight filtering to minimize adjacent channel interference
- ◆ Usually combined with FDD for duplexing

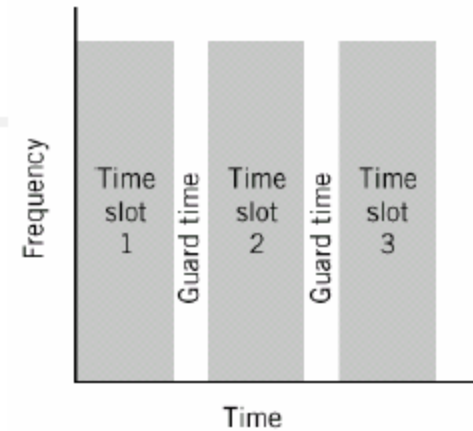


## Time Division Multiple Access (TDMA) [2], [6]

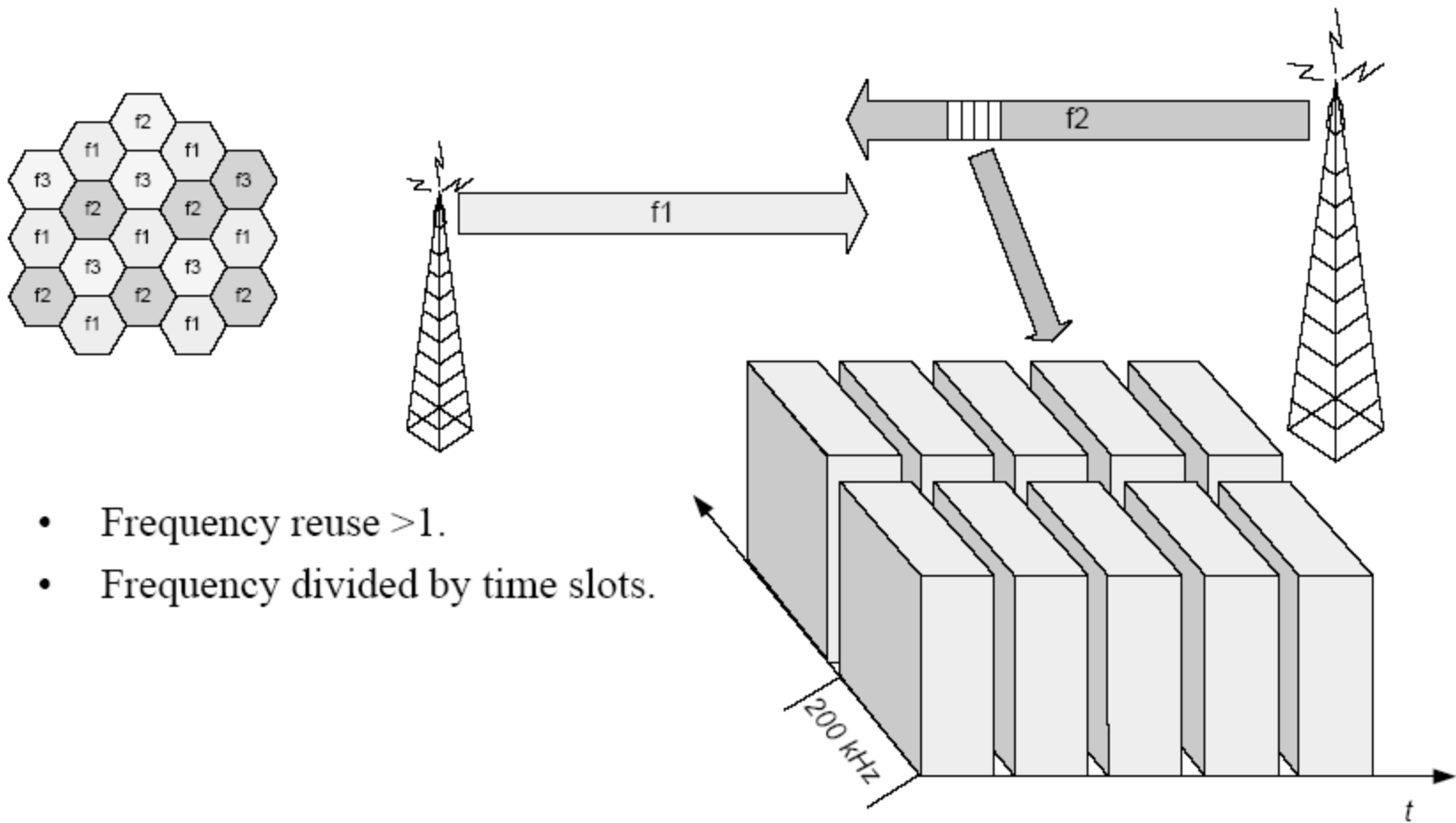
Assigns **time slots** to individual users

### ● TDMA features

- ◆ Shares single carrier frequency with multiple users
- ◆ Non-continuous transmission makes handoff simpler
- ◆ Slots can be assigned on demand  $\Rightarrow$  BW on demand
- ◆ Less stringent power control due to reduced interuser interference
- ◆ Higher synchronization overhead
- ◆ Equalization is necessary for high data rates
- ◆ Frequency/slot allocation complexity
- ◆ Pulsating power envelop: Interference with other devices



# TDMA based system



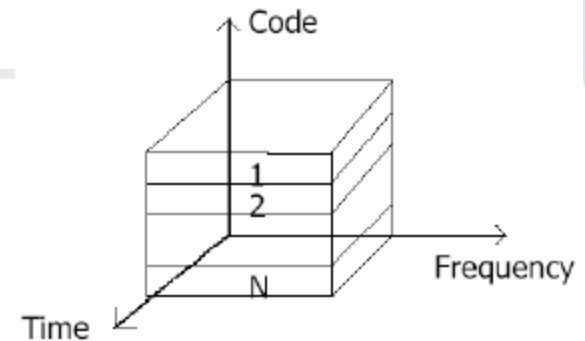
- Frequency reuse  $> 1$ .
- Frequency divided by time slots.

## Code Division Multiple Access (CDMA) [1]-[4]

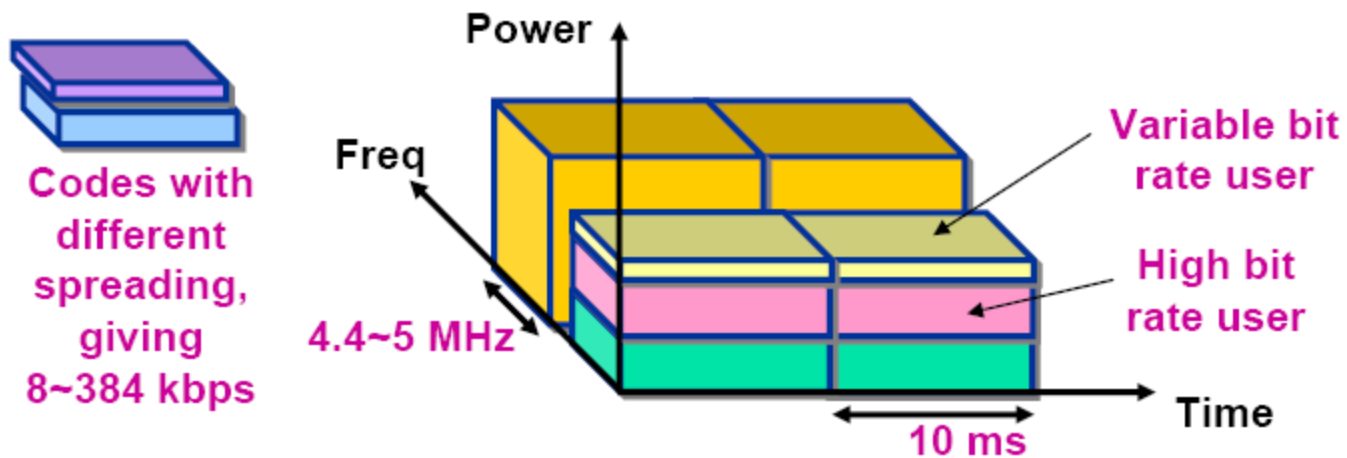
Assigns **spreading codes** to individual users

### ● CDMA features

- ◆ Narrowband message signal multiplied by wideband spreading signal or codeword
- ◆ Each user has its own pseudo-codeword
- ◆ Soft capacity limit: system performance degrades for all users as number of users increases
- ◆ Cell frequency reuse one: no frequency planning
- ◆ Soft handover increases capacity
- ◆ Near-far problem
- ◆ Interference limit: power control is required
- ◆ Wide bandwidth induces diversity: **RAKE** receiver is used



- Wideband CDMA (W-CDMA): 3G system [13]
  - ◆ Allocation of BW in W-CDMA in **time-frequency-code space**
    - ▶ Aims for multimedia services
    - ▶ In order to support high data rate, the use of a variable spreading factors and multicode connections is supported



## ◆ Key feature

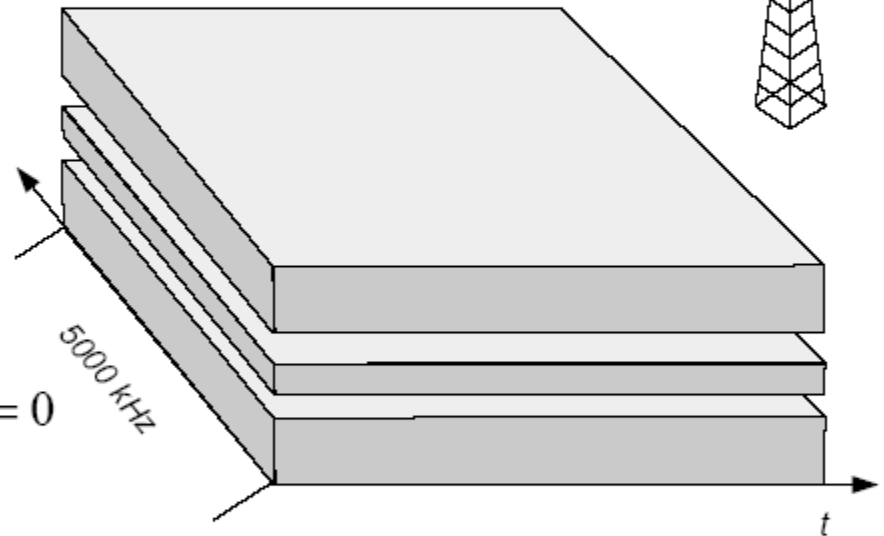
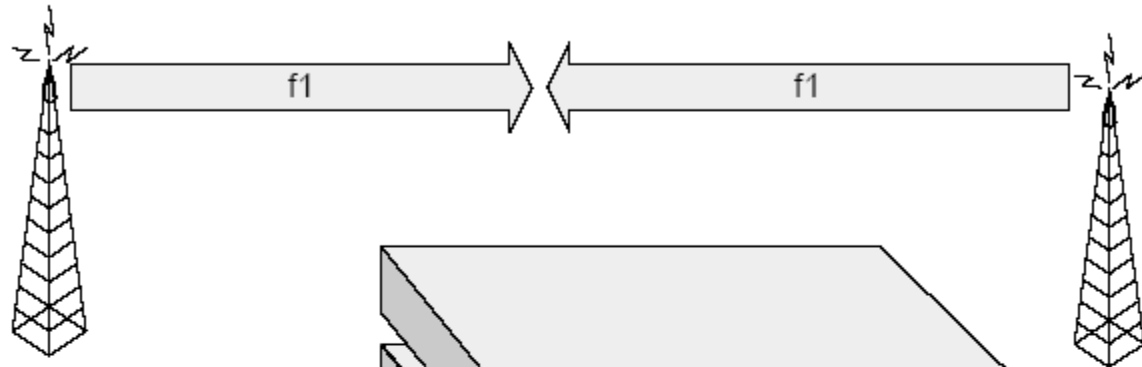
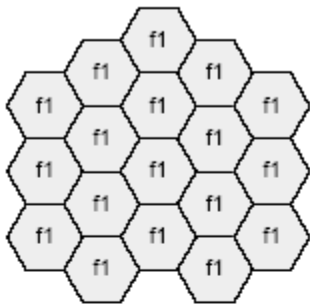
- ▶ Supports two basic modes: FDD and TDD modes
- ▶ Employs coherent detection on uplink and downlink based on the use of pilot symbols
- ▶ Inter-cell asynchronous operation
- ▶ Variable rate transmission: on a 10 ms frame basis
- ▶ Multicode transmission
- ▶ Adaptive power control based on SIR
- ▶ Multiuser detection and smart antennas can be used to increase capacity and coverage

# Properties of the Spread Spectrum

- Transmission bandwidth is much larger than information bandwidth.
- Bandwidth does not depend on the informational signal.
- Processing gain = Transmitted bandwidth/ Information bandwidth.
- Classification:
  - Direct sequence: Data is scrambled by user specific pseudo noise code at the transmitter side.
  - Frequency Hopping: The signal is spread by changing the frequency over the transmitted time of the signal:
    - Fast frequency hopping.
    - Slow frequency hopping.
  - Time Hopping: The data is divided into frames, that itself are divided into time intervals. The data is burst is hopped over the frames by utilising code sequences.

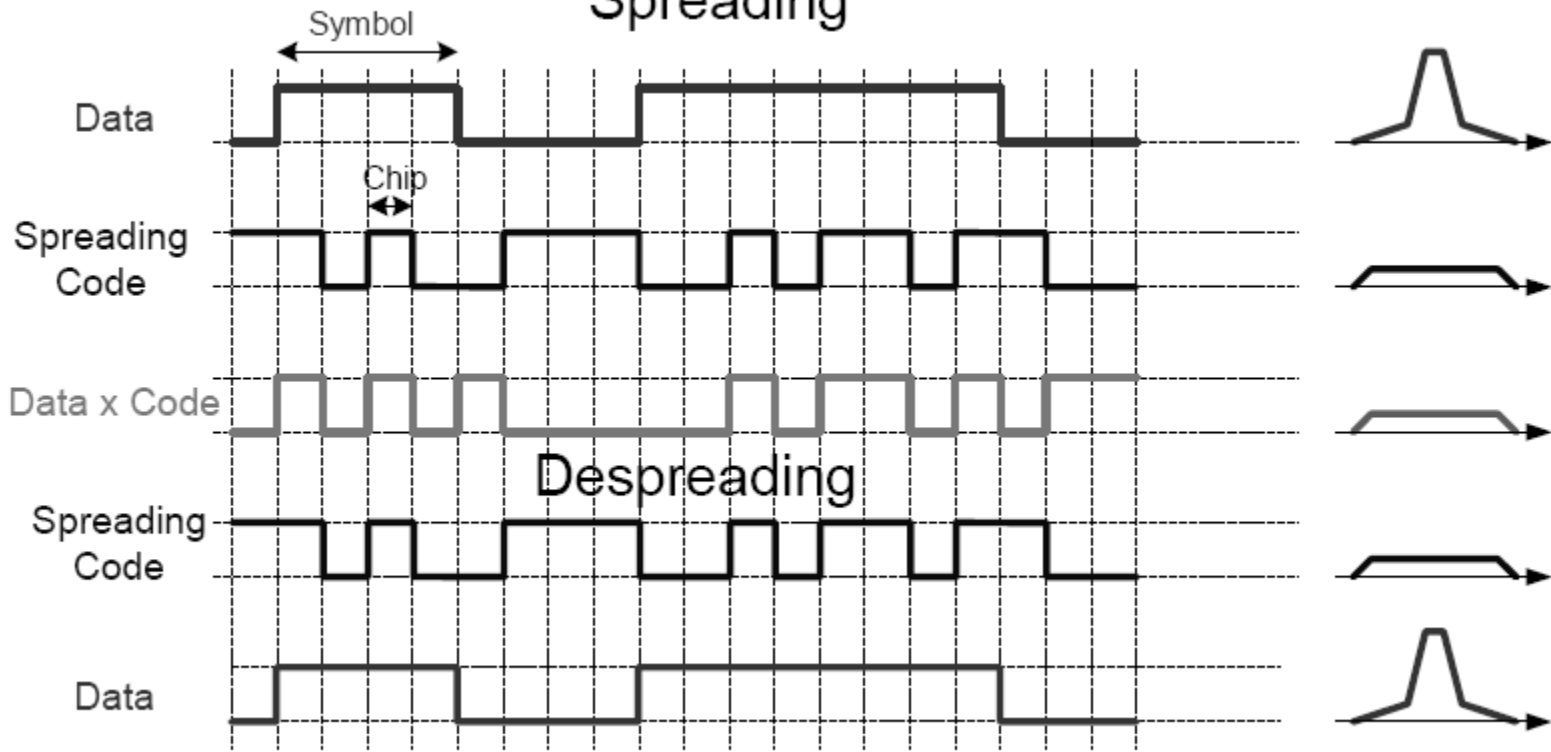


# WCDMA based system



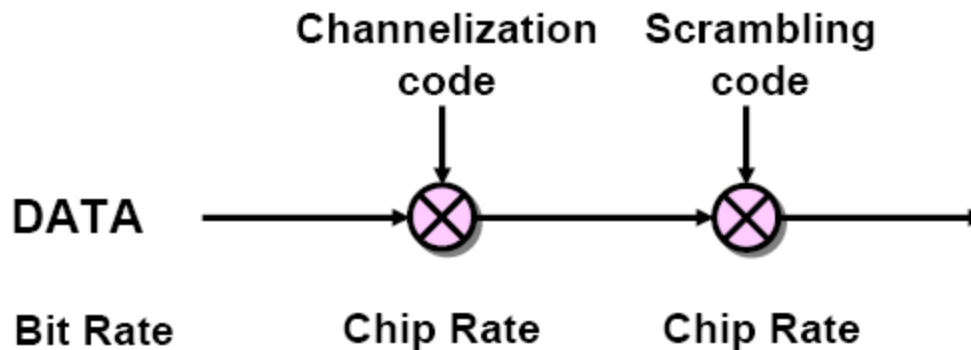
- All users share the same frequency time domain.
- Users separated by the codes.
- Codes are orthogonal:  $\int_a^b c_1(t)c_2(t) dt = 0$
- FDD frequency division duplex.
  - Uplink, downlink in separate frequency bands
- TDD time division duplex.
  - Uplink, downlink in the same frequency band and separated in time.

# Spreading




## ◆ Spreading and Scrambling

- ▶ Scrambling is used to separate terminals (uplink) or base stations (downlink)
- ▶ Channelization is used to separate:
  - Uplink: DPDCH and DPCCH from the same terminal
  - Downlink: Different users in one cell



XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN



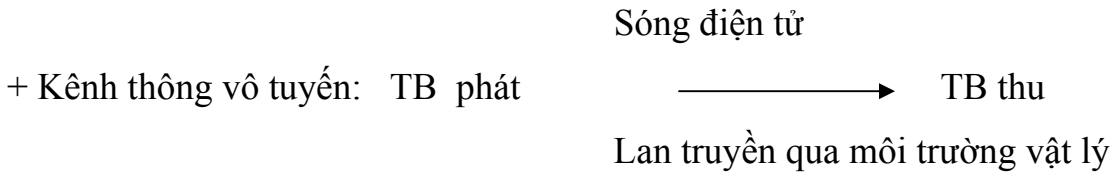


Bài giảng  
Sóng vô tuyến

# CHƯƠNG I CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ TRUYỀN SÓNG VÔ TUYẾN

## § 1.1 KHÁI NIỆM

### 1/ Môi trường truyền sóng:



+ Môi trường truyền sóng: Khép kín mạch cho kênh thông tin  $\rightarrow$  Để đảm bảo chất lượng của kênh thông tin vô tuyến cần lưu ý đến môi trường truyền sóng, lựa chọn tần số công tác và chọn phương thức truyền sóng hợp lý.

+ Tác động của môi trường truyền sóng:

- Làm suy giảm biên độ sóng
- Làm méo dạng tín hiệu tương tự
- Gây lỗi đối với tín hiệu số do nhiễu

+ Mục tiêu nghiên cứu quá trình truyền sóng:

- Xác định trường độ tại điểm thu khi biết các thông số của máy phát và điều kiện để thu được cường độ trường tối ưu.

- Nghiên cứu sự phát sinh méo dạng hoặc gây lỗi tín hiệu và tìm biện pháp khắc phục

+ Sự suy giảm cường độ trường do các nguyên nhân:

- Sự phân tán năng lượng bức xạ khi lan truyền (suy hao khoảng cách)
- Sự hấp thụ của môi trường (tổn hao nhiệt)
- Sự nhiễu xạ sóng (tán xạ )
- Sự tán sắc

## **2/ Quy ước về các dải tần số và phạm vi ứng dụng:**

<u>Dải tần</u>	<u>Tên, ký hiệu</u>	<u>Ứng dụng</u>
3 - 30 kHz	Very low Freq. (VLF)	Đạo hàng , định vị
30 - 300kHz	Low Freq. (LF)	Đạo hàng
300 - 3000kHz	Medium Freq. (MF)	Phát thanh AM, hàng hải, trạm thông tin duyên hải, chỉ dẫn tìm kiếm.
3 - 30MHz	High freq. (HF)	Điện thoại , điện báo, phát thanh sóng ngắn, hàng hải, hàng không
30 - 300MHz	Very High Freq. (VHF)	TV, phát thanh FM, điều khiển giao thông, cảnh sát, taxi, đạo hàng
300 - 3000MHz	Utrahigh Freq. (UHF)	TV, thông tin vệ tinh, do thám, radar giám sát, đạo hàng.
3 - 30GHz	Superhigh Freq. (SHF)	Hàng không, thông tin viba, thông tin di động, thông tin vệ tinh.
30 - 300GHz	Extremly high Freq (EHF)	Radar, nghiên cứu khoa học

### **\* Các băng tần (band) trong dải vi sóng:**

Tần số	Ký hiệu cũ	Ký hiệu mới
500 - 1000 MHz	VHF	C
1 - 2 GHz	L	D
2 - 3 GHz	S	E
3 - 4 GHz	S	F
4 - 6 GHz	C	G
6 - 8 GHz	C	H
8 - 10 GHz	X	I
10 - 12,4 GHz	X	J

12,4 - 18 GHz	Ku	J
18 - 20 GHz	K	J
20 - 26,5 GHz	K	K
26,5 - 40 GHz	Ka	K

### **3/ Khái quát về truyền sóng vô tuyến:**

- \* Dải sóng dài: - Dùng các anten đơn giản có độ lợi thấp đặt trên mặt đất
  - Mode truyền sóng chủ yếu là sóng mặt, suy hao  $\sim R^{-4}$
  - Độ ồn do nhiễu công nghiệp cao
  - Cần máy phát công suất lớn (50-500 kw)
  - Suy hao mạnh và tăng nhanh theo tần số
  - Chiều cao anten cần lựa chọn thích hợp
  - Có thể có hiện tượng Fading trong thời gian hàng giây, phút, chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm không khí, cần có biện pháp khắc phục Fading
- \* Dải sóng 30-40 MHz: - Có thể sử dụng sự phản xạ từ tầng điện ly
  - Cự ly thông tin lớn,  $\sim$  hàng ngàn km  $\rightarrow$  thích hợp cho các dịch vụ truyền thông quốc tế
  - Sự phản xạ phụ thuộc mật độ điện tích được tạo ra bởi bức xạ mặt trời
  - Không dùng được cho tần số  $> 40$  MHz (xuyên qua)
- \* Trên 40 MHz:
  - Phương thức truyền thẳng (TV, viba)
  - Kích thước anten phải lớn gấp một số lần bước sóng
  - Ở dải viba (3-30 cm) có thể dùng anten gương có độ lợi cao (40-50 dB)  $\rightarrow$   $\downarrow$  công suất máy phát
  - $\rightarrow$   $\downarrow$  biên độ tín hiệu
  - $\rightarrow$   $\downarrow$  méo điều chế.
  - Nhiễu khí quyển giảm
- \* Dải sóng m m:
  - Suy hao do khí quyển và do mưa tăng
  - Cự ly thông tin bị giới hạn



## §1.2. TRUYỀN SÓNG LÝ TƯỞNG

- Giả thiết nguồn bức xạ là đẳng hướng

- Sóng truyền trong không gian tự do (đồng nhất, đẳng hướng,  $\epsilon_0$ , không hấp thụ)

→ Mật độ dòng công suất trên đơn vị diện tích  $\perp$  với hướng lan truyền là không đổi trên mặt cầu bán kính  $r$  và bằng giá trị trung bình của |vector Poynting|

$$P = P_{tb} = (1/2)\text{Re}\{\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*\} = P_r/4\pi r^2 \quad (\text{W/m}^2)$$

Với  $P_r$  : Công suất bức xạ toàn phần của anten phát

- Có thể viết lại cho sóng TEM :

$$\begin{aligned} P_{tb} &= E_h^2 / Z_0 \\ &= E_h^2 / 120\pi \end{aligned}$$

hay:  $E_h = (30.P_r / r^2)^{1/2}$

\* Nếu anten phát có hệ số định hướng  $D \neq 1$  thì mật độ công suất bức xạ trên đơn vị diện tích

$$P = D.P_{tb}$$

→  $E_h = (30.P_r.D / r^2)^{1/2}$

→ Biên độ điện trường:

$$E_0 = (2)^{1/2} E_h = (60.P_r.D / r^2)^{1/2}$$

\* Giá trị tức thời của cường độ điện trường là:

$$E = (60.P_r.D / r^2)^{1/2} \cos(\omega t - k_0 r)$$

hay dạng phức:  $E = (60.P_r.D / r^2)^{1/2} \exp[j(\omega t - k_0 r)]$

\* Nếu cường độ điện trường đo bằng (mV/m); Công suất bức xạ đo bằng kW;

Khoảng cách đo bằng km, thì:

$$E_h = 173.(P_r.D)^{1/2} / r$$

$$E_0 = 245.(P_r.D)^{1/2} / r$$

\* Nếu nguồn bức xạ (anten) đặt ngay trên mặt đất và coi mặt đất  $\approx$  vật dẫn điện lý tưởng thì mật độ dòng công suất bức xạ trên đơn vị diện tích sẽ tăng gấp đôi và cường độ trường tăng  $\sqrt{2}$  lần, tức là:

$$E_h = 245.(P_r.D)^{1/2} / r$$

\* Với anten dipole đặt trong không gian tự do, có chiều dài  $l \ll$  so với khoảng cách khảo sát  $r$  thì

$$|\mathbf{E}| = Z_0 I l k_0 \sin\theta / 4\pi r$$

$$\rightarrow E_h = Z_0 I_h l \sin\theta / 2\lambda r$$

$$\text{hay } E_h = 60\pi I_h l \sin\theta / \lambda r$$

với  $\theta$ : góc giữa hướng khảo sát và hướng trục của anten

\* Với chân tử có chiều dài hiệu dụng  $l \ll r$

$$E_h = 60\pi I_0 l_h / \lambda r$$

Với :  $I_0$  : giá trị hiệu dụng của biên độ dòng điện cực đại (tại điểm bụng của sóng đứng trên chân tử). Chiều dài hiệu dụng:

$$l_h E_h = V_{oc} \quad \text{với } V_{oc}: \text{ thế hở mạch cực đại}$$

\* Với chân tử đặt thẳng đứng trên mặt đất thì sẽ tạo với ảnh của nó qua mặt đất một anten dipole, khi đó cường độ trường ở khoảng cách  $r$  trên mặt đất ( $\theta = \frac{\pi}{2}$ ) là

$$E_h = 120\pi I_0 h_h / \lambda r \quad (\text{V/m})$$

$$\text{hay } E_h = 120\pi I_0(\text{A}) h_h(\text{m}) / \lambda(\text{m})r(\text{km}) \quad (\text{mV/m})$$

Với  $h_h$  : chiều cao hiệu dụng (được định nghĩa như chiều dài hiệu dụng)

Lý do của hệ số  $120\pi$  là do điện trở bức xạ tăng gấp đôi và cường độ dòng điện  $I_0$  giảm  $\sqrt{2}$  lần (với cùng công suất đặt vào anten)  $\rightarrow$  cường độ trường sẽ tăng  $\sqrt{2}$  lần so với chân tử trong không gian tự do.

\* Với anten chân tử đặt thẳng đứng, cách mặt đất một nhất định (để có thể bỏ qua ảnh hưởng của mặt đất lên trở kháng bức xạ của nó) thì ở khoảng cách xa trên mặt đất sẽ có :

$$E_h = 346.(P_r.D)^{1/2} / r \quad (\text{mV/m})$$

với  $P_r$ : kW,  $r$ : km

### § 1.3. CÁC DẠNG PHÂN CỰC SÓNG

#### 1) Phân cực thẳng:

Giả sử tại một điểm nào đó trong không gian, vector cường độ điện trường của sóng điện từ lan truyền theo trục x có các thành phần:

$$E_y = E_{y0} \cos(\omega t - \varphi_1)$$

$$E_z = E_{z0} \cos(\omega t - \varphi_2)$$

Các thành phần này có thể khác nhau về pha và biên độ

Nếu  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = 0$  hoặc  $\pm\pi$  thì phương của vector trường tổng  $\vec{E}$  sẽ không đổi theo thời gian và gọi là phân cực thẳng

-chẳng hạn khi  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$

$$\Rightarrow \quad \text{tg}(\vec{E}, \text{oy}) = \text{tg}\alpha = \text{const.}$$

Vậy : phương của  $\vec{E}$  không đổi, còn độ lớn thay đổi điều hòa theo thời gian

#### 2/ Phân cực tròn:

$$E_{y0} = E_{z0}, \quad \Delta\varphi = \pm\pi/2$$

$$\rightarrow \text{tg}\alpha = \pm\text{tg}(\omega t - \varphi_1)$$

3/ Phân cực ellip: Có thể chứng minh trong trường hợp tổng quát phân cực có dạng ellip. Chọn  $\varphi_1 = 0$ ,  $\varphi_2 = \varphi$  và đặt

$$E_y = E_{y0} \cos\omega t = A \cos\omega t$$

$$E_z = E_{z0} \cos(\omega t - \varphi) = C \cos\omega t + D \sin\omega t$$

- Nếu quay hệ tọa độ (y,z) đi một góc  $\psi > 0$  để có hệ tọa độ (y',z') thì các thành phần  $E'_y, E'_z$  của  $\vec{E}$  trong hệ tọa độ (y',z') có mối liên hệ với  $E_y, E_z$  theo công thức sau:

$$E_y = E'_y \cos\psi - E'_z \sin\psi = A \cos\omega t$$

$$E_z = E'_z \sin\psi - E'_y \cos\psi = C \cos\omega t + D \sin\omega t$$

Nếu chọn góc  $\psi$  sao cho có thể viết

$$A \cos\psi + C \sin\psi = M \cos\psi$$

$$D \sin\psi = N \sin\psi$$

$$C \cos\psi - A \sin\psi = -N \sin\psi$$

$$D \cos \psi = N \cos \gamma$$

thì sẽ có:  $(E'_y / M)^2 + (E'_z / N)^2 = 1 \quad \rightarrow \text{PT ellip}$

Tìm góc quay  $\psi$ :

$$\text{tg} 2\psi = 2AC / (A^2 - C^2 - D^2)$$

- Khái niệm quay phải, quay trái

## § 1.4 SỰ PHẢN XẠ SÓNG TỪ MẶT ĐẤT

1/ Hệ số phản xạ của sóng phân cực đứng:

\* Hệ số phản xạ của sóng phẳng trên mặt phân cách giữa 2 môi trường có các thông số  $\epsilon_1, \mu_1, \sigma_1$  và  $\epsilon_2, \mu_2, \sigma_2$  là

$$R = (z_{n2} - z_{n1}) / (z_{n2} + z_{n1}) \quad (1)$$

Với  $z_{n1}, z_{n2}$  là các trở kháng sóng qui đổi, xác định bởi:

$$z_{n1} = Z'_{01} / \cos \theta, \quad z_{n2} = Z'_{02} / \cos \psi$$

$\psi$ : góc khúc xạ,  $Z'_{01}, Z'_{02}$  trở kháng sóng trong môi trường 1, 2.

\* Nếu vector điện trường  $\vec{E} \perp$  mặt phẳng tới ( $//$  mặt đất) thì gọi là sóng phân cực ngang

\* Nếu  $\vec{E} \subset$  mặt phẳng tới thì gọi là sóng phân cực đứng

\* Viết lại (1) Với lưu ý:

$$Z'_{01} = (\mu / \epsilon_1)^{1/2}, \quad Z'_{02} = (\mu / \epsilon_2)^{1/2},$$

$\rightarrow$  Với sóng phân cực đứng

$$\begin{aligned} R_d &= (\epsilon_1^{1/2} \cos \psi - \epsilon_2^{1/2} \cos \theta) / (\epsilon_1^{1/2} \cos \psi + \epsilon_2^{1/2} \cos \theta) \\ &= |R_d| \exp(-j\Phi_d) \end{aligned}$$

\* Chú ý  $\epsilon_1 = \epsilon_0, \quad \epsilon_2 = \epsilon - j\sigma/\omega = \epsilon_0(\epsilon' - j 60\lambda\sigma)$

\* Tùy vào quan hệ tương đối giữa  $\epsilon'$  và  $60\lambda\sigma$ , đất có thể được coi là:

- Điện môi khi:  $\epsilon' \gg 60\lambda\sigma$
- Bán dẫn khi:  $\epsilon' \approx 60\lambda\sigma$
- Dẫn điện khi:  $\epsilon' \ll 60\lambda\sigma$

\* Khi đất là điện môi: - Hệ số phản xạ là đại lượng thực

- tồn tại góc khúc xạ toàn phần ( $R_d=0$ )

$$\sin\Delta_0 = 1/(\epsilon^2+1)^{1/2}$$

\* Khi đất là bán dẫn:

-  $R_d$ : Phức

- Không tồn tại góc khúc xạ toàn phần

- Chỉ tồn tại góc ứng với  $|R_d|$  cực tiểu

\* Khi đất dẫn điện:

- Với hầu hết các góc  $\Delta$  đều có  $R_d = 1$  (trừ khi  $\Delta$  quá bé). Có thể nói toàn bộ năng lượng đều được phản xạ trở lại từ mặt đất

- Khi  $\Delta \ll$  có thể coi  $R_d = -1$ : biên độ sóng phản xạ và sóng tới bằng nhau, nhưng ngược pha.

2/ Sóng phân cực ngang:

$$\begin{aligned} R_{ng} &= (\epsilon_1^{1/2} \cos\theta - \epsilon_2^{1/2} \cos\psi) / (\epsilon_1^{1/2} \cos\theta + \epsilon_2^{1/2} \cos\psi) \\ &= |R_{ng}| \exp(-j\Phi_{ng}) \end{aligned}$$

\* Khi đất là điện môi: -  $R_{ng}$  là thực

-  $R_{ng} < 0$  với  $\forall \Delta$

- Không có khúc xạ toàn phần

\* Khi đất là bán dẫn: -  $R_{ng}$  là phức

\* Khi đất dẫn điện:

$$R_{ng} = -1 \text{ với } \forall \Delta$$

## CHƯƠNG II

### TRUYỀN SÓNG VỚI ẢNH HƯỞNG CỦA MẶT ĐẤT

#### §2.1 ANTEN ĐỊNH XÚ TRÊN MẶT ĐẤT PHẪNG

- Xét 1 anten phát tại chiều cao  $h_1$  và một anten thu ở chiều cao  $h_2$ , cách nhau một khoảng  $d$  theo phương ngang (mặt đất phẳng). Gọi  $R_1$  là khoảng cách truyền thẳng từ anten phát đến anten thu và  $R_2$  là khoảng cách từ ảnh của anten phát qua mặt đất tới anten thu.

- Hiện tượng giao thoa của trường bức xạ tại anten thu phụ thuộc vào sự sai khác giữa  $R_1$  và  $R_2$

- Trường tạo theo hướng truyền thẳng sẽ tạo ra ở anten thu một điện áp tỷ lệ với số hạng sau:

Trong đó  $f_1$  và  $f_2$  là dạng cường độ trường bức xạ (còn gọi là kiểu bức xạ) của hai anten.

- Điện áp tạo bởi sóng phản xạ tỷ lệ với:

$$f_1(\theta_2) \cdot f_2(\theta_2') \cdot \rho \cdot \exp(j\varphi) \cdot \exp(-jk_0 R_2 / 4\pi R_2)$$

Trong đó  $\rho \cdot \exp(j\varphi)$  là hệ số phản xạ tại mặt đất.

Thông thường  $h_1, h_2 \ll d$  và do đó  $\theta_1, \theta_1', \theta_2, \theta_2'$  rất nhỏ  $\rightarrow$  kiểu bức xạ của các anten có thể coi không đổi trong các khoảng góc nhỏ.

+ Trường hợp ngoại lệ: Khi dùng các anten định hướng cao và  $h_2$  lớn (trên máy bay) khi đó phần công suất bức xạ về phía mặt đất sẽ rất thấp, tức là

$$f_1(\theta_2) \ll f_1(\theta_1)$$

và nếu coi như

$$1/R_1 \approx 1/R_2$$

thì điện áp nhận được tổng cộng sẽ tỷ lệ với:

$$|f_1(\theta_1) \cdot f_2(\theta_1') \exp(-jk_0 R_1 / 4\pi R_1)| \cdot F$$

Hệ số F được coi là path - gain - factor (độ lợi đường) chỉ ra sự khác biệt của trường tại anten thu so với khi không có phản xạ từ mặt đất.

+ trường hợp

$$f_1(\theta_2) \approx f_1(\theta_1) \quad \text{và} \quad f_2(\theta_2') \approx f_2(\theta_1')$$

$$\text{thì:} \quad F = |1 + \rho \cdot \exp[j\varphi - jk_0(R_2 - R_1)]|.$$

→ Độ lợi đường chính bằng hệ số mảng của mảng gồm anten ở chiều cao  $h_1$  và ảnh của nó dưới mặt đất với dòng kích thích khác biệt một lượng tương đối  $\rho \cdot \exp(j\varphi)$

Từ tính toán hình học đơn giản => khi  $h_1, h_2 \ll d$ :

$$R_2 - R_1 = 2h_1h_2/d$$

Khi  $\rho \cdot \exp(j\varphi) = -1$  (đất dẫn điện lý tưởng):

$$F = 2|\sin(k_0h_1h_2/d)| \quad (2.3)$$

=> ảnh hưởng của giao thoa có thể làm tăng gấp đôi cường độ trường so với khi không có giao thoa.

Gọi  $\psi_0$  là góc tính từ chân anten phát đến anten thu so với phương ngang, có thể viết lại:

$$F = 2|\sin(k_0h_1 \text{tg}\psi_0)| \quad \text{với} \quad \text{tg}\psi_0 = h_2/d \quad (2.4)$$

- Quan hệ (2,4) thường được vẽ thành giản đồ biểu thị sự thay đổi của F theo  $h_2$  và  $d$  với  $h_1$  và  $\lambda_0$  cho trước dưới dạng  $h_1/\lambda_0$

\* F sẽ đạt cực đại khi:

$$\text{tg}\psi_0 = (1/k_0h_1)(\pi/2 + n\pi)$$

và cực tiểu khi:

$$\text{tg}\psi_0 = (\lambda_0/h_1)(n/2) \quad \text{với} \quad n = 0,1,2,\dots \quad (2.5)$$

\* **Giản đồ phủ sóng (coverage diagram)**: Là đồ thị cường độ trường tương đối như là hàm của hướng bức xạ trong không gian từ anten phát (tương tự kiểu bức xạ của anten).

- Thông số cố định:  $\lambda_0, h_1$

- Biến:  $h_2$  và  $d$ , tạo ra mặt phẳng  $(d, h_2)$

- Giảm đồ phủ sóng là đồ thị của các đường cong:

$$F/r = \text{const.}$$

trong mặt phẳng  $(d, h_2)$  với  $r$  là khoảng cách từ anten phát tới anten thu  $\approx d$ .

- Các đường cong  $F/r$  khác nhau thường được chọn vẽ để thể hiện mức tín hiệu như nhau có thể thu được tại một khoảng cách bội hoặc phần của khoảng tham chiếu không gian tự do, chẳng hạn:

$$F/r = m/r_f \quad \text{hay} \quad F = mr/r_f \approx md/r_f \quad \text{với } m = 1, 2^{1/2}, 2 \dots \text{ hay } 2^{-1/2}, 1/2 \dots$$

- Mức tín hiệu giữa các đường cong kế tiếp sẽ chênh lệch 3dB và được tìm từ quan hệ (khi hệ số phản xạ = -1)

$$F = 2|\sin(k_0 h_1 h_2 / d)| = md/d_f \quad \text{với ký hiệu } r_f = d_f \quad (2.6.a)$$

Với mặt đất phẳng thì dùng (2.3) và (2.5) sẽ tiện hơn, khi đó:

$$2|\sin(k_0 h_1 \text{tg}\psi_0)| \approx 2|\sin(k_0 h_1 \psi_0)| = md/d_f \quad (2.6.b)$$

Với  $d$  được coi là bán kính và  $\psi_0$  là góc cực trong hệ tọa độ cực.

+ Dạng điển hình của giảm đồ phủ sóng:

-  $r_f$ : Khoảng cách tự do để thu được cường độ tín hiệu cho trước  $\Rightarrow$  khoảng cách tối đa để thu được cùng mức tín hiệu khi có giao thoa là  $2r_f$  tương ứng với khoảng cách :

$$d = 2 r_f \cos\psi_0$$

Ví dụ: cho  $r_f = 2 \text{ km} \Rightarrow$

- Bất kỳ cặp giá trị  $(h_2, d)$  trên đường cong mô tả búp sóng sẽ thể hiện một điểm trong không gian mà tại đó cường độ tín hiệu thu được giống với khoảng cách 2km trong không gian tự do

Ví dụ : Nếu chiều cao anten thu là 10m  $\rightarrow$  công suất tín hiệu thu được ở khoảng cách 3,2km sẽ giống với ở khoảng cách 2km dưới điều kiện truyền sóng tự do (không giao thoa).

- Búp sóng nhỏ hơn với  $r_f = 1,4$  biểu thị mức tín hiệu 3dB lớn hơn búp sóng to, tương ứng với  $m = 2^{1/2}$  trong phương trình (2.6.b)



- Khi  $\psi_0$  nhỏ hơn rất nhiều so với cực đại đầu tiên thì từ (2.4) =>

$$F = 2k_0 h_1 h_2 / d$$

=> Điện áp tín hiệu thu được  $\sim 1/d^2$  và giảm vùng phủ sóng.

\* **Hệ số phản xạ đối với sóng TEM** được cho bởi công thức Fresnel, phụ thuộc vào dạng phân cực của sóng tới (đứng, ngang) độ dẫn điện của đất, độ điện thẩm (hằng số điện môi) tần số và góc tới. Nếu độ dẫn điện của đất là  $\sigma$ , hằng số điện môi

$$\epsilon = \kappa \epsilon_0$$

và  $\psi$  là góc giữa tia tới và đất thì sẽ có các công thức của hệ số phản xạ tại mặt đất cho các trường hợp:

+ Sóng phân cực đứng

+ Sóng phân cực ngang

Giá trị điển hình của  $\kappa$  là  $\approx 15$ ,  $\sigma = 10^{-3} \rightarrow 3 \times 10^{-2}$  (S/m), và  $10^{-2}$  (S/m) cho đất đồng cỏ. Độ dẫn của đồi núi sẽ thấp hơn nhiều và  $\kappa \approx 6-7$  với độ dẫn thấp và tăng khi độ dẫn tăng.

Khi điểm phản xạ ở trên bề mặt gồ ghề thì trường bị tán xạ theo kiểu khuếch tán  $\rightarrow \rho$  giảm và  $\rightarrow$  xuất hiện tượng trễ pha của sóng phản xạ khi tới an ten thu.

\* Ảnh hưởng của sự thay đổi chiết suất khí quyển:

- Chiết suất giảm theo chiều cao  $\rightarrow$  đường chuyển sóng sẽ bị bẻ cong.

- Để khảo sát, có thể chia khí quyển thành nhiều lớp với các giá trị chiết suất rời rạc cho mỗi lớp.

- Theo luật khúc xạ Snell thì đường truyền bị bẻ cong về phía nằm ngang.

- Để khảo sát hiệu ứng bẻ cong đường truyền, có thể coi sóng truyền qua mặt đất hình cầu và thay mặt đất phẳng bởi một mặt đất cầu có bán kính lớn hơn và tia truyền là thẳng trong từng lớp.

- Cần phải chọn một phân bố chiết suất chuẩn và thường được chọn sao cho sự thay đổi chiết suất tương ứng với tăng bán kính quả đất bởi hệ số 4/3

- Bán kính hiệu dụng của quả đất được chọn:

$$a_e = 5280 \text{ mi, hay } 8497 \text{ km.}$$

\* Khoảng chân trời:

$$d_T = (2h_1 a_e)^{1/2}$$

hoặc khi  $d_T$  đo bằng mi,  $h$  đo bằng feet (ft):

$$d_T = (2h_{1(ft)})^{1/2}$$

khoảng cách giữa 2 anten:

$$d_M = (2h_{1(ft)})^{1/2} + (2h_{2(ft)})^{1/2} \quad (\text{mi})$$

---

## §2.2 ANTEN ĐỊNH XỬ TRÊN MẶT ĐẤT HÌNH CẦU

- Xét các anten định xứ trên mặt cầu bán kính hiệu dụng  $a_e$  (tính tới sự thay đổi chiết suất) khi đó hệ số F trở thành:

$$F = \{(1 + D\rho)^2 - 4 D\rho \sin^2[(\varphi - k_0 \Delta R)/2]\}^{1/2}$$

Với D : Hệ số sai lệch biên độ tia

\* Giản đồ phủ: Được vẽ dưới dạng đường cong với

$$h_2 = \text{const.}$$

có dạng Parabol .

- Nếu hệ số phản xạ = -1 thì độ lợi đường là:

$$\begin{aligned} F &= \{(1 + D\rho)^2 - 4 D\rho \cos^2[(k_0 \Delta R)/2]\}^{1/2} \\ &= \{(1 + D\rho)^2 - 4 D\rho \cos^2[(\pi/2)v\xi]\}^{1/2} \end{aligned}$$

với

$$\begin{aligned} v &= 4h_1^{3/2}/\lambda_0(2a_e)^{1/2} \\ &= h_1^{3/2}/1030\lambda_0 \quad \text{với } h_1, h_2 \text{ tính theo m} \end{aligned}$$

\* Giản đồ phủ là đồ thị của phương trình:

$$F = \{(1 + D\rho)^2 - 4 D\rho \cos^2[(\pi/2)v\xi]\}^{1/2} = m/d_T$$

với  $m = d_T/r_f$

- Khi hệ số phản xạ khác -1: D và  $\xi$  được tìm từ đồ thị các đường cong  $D = \text{const.}$

với các trục là  $(h_2 / h_1)$  và  $d/d_T$  và đồ thị các đường cong  $\xi = \text{const.}$

- Điều kiện có thể áp dụng các công thức đơn giản của giao thoa trên mặt đất phẳng:

$$2k_0 h_1 h_2 / d - \pi v \xi < 0, 1\pi$$

Sau đó vẽ các giản đồ với

$$v = \text{const.}$$

và chọn vùng bên trái các đường cong này

**\* Ứng dụng của giản đồ phủ và công thức giao thoa:**

Ví dụ 1 (Hệ thống Rada): Một Radar có chiều cao anten là  $h_1 = 15\text{m}$ , theo rồi máy bay đến đang ở chiều cao  $300\text{m} = h_2$  bước sóng làm việc  $\lambda = 10\text{cm}$ , Rada dùng sóng phân cực ngang để có hệ số phản xạ  $= -1$ . Xác định các vùng máy bay có thể được quan sát, khi khoảng quan sát cực đại trong không gian tự do của Radar là  $40\text{km}$ .

Giải : Dựa vào đồ thị mức tín hiệu thu tương đối, phụ thuộc  $d/d_T$ .

$$v = 0,564$$

→ có thể dùng giản đồ  $v = 0,5$  ( ứng với  $h_1 = 13,85$ )

- Khoảng chân trời  $d_T 15,96 \text{ km}$

=> khoảng tự do cực đại  $40\text{km} = 2,5d_T$

- Công suất sóng tới mục tiêu  $\sim F^2$ , công suất từ mục tiêu về lại radar cũng  $\sim F^2$   
=> công suất thu ở radar  $\sim F^4$ .

=> công suất tín hiệu giữa các búp sóng lân cận trên giản đồ thay đổi 6dB (nếu công suất thu  $\sim r^4$ , => sự thay đổi  $2^{1/2}r$  sẽ thay đổi 6dB mức tín hiệu).

Giả sử mức tín hiệu thu được  $S_0$  tương ứng với búp sóng có nhãn 2 trên giản đồ

Đi dọc theo đường  $h_2/h_1 = 300/15 = 20$  sẽ giao với búp 2,8 tại  $d \approx 4d_T$  với mức tín hiệu 6dB thấp hơn  $S_0$  và tại  $d \approx 3,6$  giao búp 2 với mức thiệu  $S_0$

Khi mục tiêu tiếp lại gần búp 2,8 và 4 giao tại  $d = 3,3$  và  $3,2 d_T$ .

Tại  $d = 2,85 ; 2,8 , 2,7$  và  $2,55$  tín hiệu thay đổi từ 12dB dưới mức  $S_0 \rightarrow 6\text{dB} \rightarrow S_0 \rightarrow 6\text{dB} > S_0$  khi mục tiêu qua búp giao thoa thứ hai

- Mức tín hiệu cực đại xảy ra tại  $2,45d_T$  ( $8\text{dB} > S$ )

Vì khoảng tự do tối đa là  $2,5d_T$  và vì  $S_0$  tương ứng với  $2 d_T$  nên mức tín hiệu tối thiểu có thể thu được là

$$S_m = 0,415S_0$$

Các khoảng có thể quan sát được mục tiêu ở trên đường  $S_m$

$\Rightarrow$  tồn tại các vùng mù (không quan sát được) và khi mục tiêu tiến sát đến radar, mức tín hiệu thay đổi nhanh hơn và đạt các giá trị cực đại lớn hơn.

Khi mục tiêu tiến đến khoảng cách sao cho góc tiếp đất của tia phản xạ cỡ một số độ, thì độ rộng tia hữu hạn của anten radar (có thể  $<5^\circ$ ) sẽ ngăn cản tia bức xạ tới mặt đất  $\rightarrow$  ảnh hưởng của giao thoa biến mất và mức tín hiệu tăng đơn điệu theo  $d^{-4}$  như trong không gian tự do.

\* Nếu dùng công thức của mặt đất phẳng thì:

$$\operatorname{tg}\psi = (h_2 + h_1)/d$$

Giả thiết anten radar luôn hướng về mục tiêu và độ lợi của anten giảm 10dB với góc lệch  $6^\circ$  so với hướng trục (hướng bức xạ cực đại  $\rightarrow$  mục tiêu) và giả thiết tia tới mặt đất có biên độ giảm  $\sqrt{10}$  lần thì có thể bỏ qua ảnh hưởng giao thoa.

Giải phương trình góc sẽ cho ra  $d = 5,72 \text{ km} = 0,36 d_T \rightarrow$  mục tiêu phải rất gần radar mới có thể bỏ qua ảnh hưởng của giao thoa.

**Ví dụ 2 (FM communication link):** Một trạm phát FM có anten phát ở chiều cao  $h_2 = 80\text{m}$ , độ lợi anten là 5, công suất phát là 500W, anten thu ở độ cao  $h_1 = 10\text{m}$  tần số hoạt động 100MHz, tìm cường độ trường theo tại khoảng cách 8,1mi từ trạm phát

**Ví dụ 3 (microwave communication link):** Anten phát của các trạm Viba có chiều cao 35m,  $\lambda = 10\text{cm}$ . Tìm khoảng cách cực đại để công suất tín hiệu không thấp hơn giá trị trong không gian tự do

**Ví dụ 4 (microwave communication link with unequal tower heights):** Tương tự ví dụ 3, nhưng  $h_2 = 50\text{m}$ , tìm F với  $d = 50\text{km}$ .

### §2.3 TRƯỜNG TRONG VÙNG NHIỄU XẠ :

- Theo nguyên lý quang hình thì trường bên dưới tia nhìn thẳng hay tia tiếp tuyến bằng Zero. Tuy nhiên do các hiệu ứng nhiễu xạ, trường bức xạ sẽ xuyên qua vùng tối bên dưới tia tiếp tuyến.

- Mặc dầu cường độ trường suy giảm nhanh khi điểm quan sát đi sâu vào vùng tối, tuy nhiên vẫn có thể tạo ra tín hiệu hữu ích.

- Khi điểm quan sát đi vào vùng tối đủ sâu thì sẽ có biểu thức đơn giản để tìm độ lợi đường F, bằng cách tìm các giá trị của  $d/d_T$  tương ứng với cực đại đầu tiên với:

$$\pi v \xi / 2 = \pi / 2 \quad F = 1 + D$$

và 
$$\pi v \xi / 2 = \pi / 4 \quad F = (1 + D^2)^{1/2}$$

rồi nối những điểm này bằng một đường cong qua nhiều giá trị F xác định với các giá trị của  $d/d_T$  trong vùng nhiễu xạ (vùng tối)

---

### §2.4 TỶ SỐ TỒN HAO DO NHIỄU XẠ KHI CÓ VẬT CẢN

- Gọi  $h_c$  : Khoảng cách từ bờ vật cản đến tia nhìn thẳng (gọi là khoảng trống)

- Khi  $h_c = 0$  sẽ có tổn hao 6dB so với truyền sóng trong không gian tự do.

- Giả sử phản xạ gương đóng góp không đáng kể vào trường thu được ở an ten thu, phản xạ bờ đóng vai trò chủ yếu.

Trường nhiễu xạ: Trường đến nơi thu có thể biểu diễn dưới dạng trường bức xạ từ một mặt mở S so với khi không có bờ của vật chắn. Tỷ số giữa hai trường là tổn hao nhiễu xạ. Trường đến mặt S có dạng sóng cầu với hệ số lan truyền

$$\exp(-jk_0 R_1) \text{ tại điểm O.}$$

Tại điểm Q cách O một khoảng  $\rho$ , hệ số truyền là

$$\exp(-jk_0 R_2)$$

với 
$$R_2 = (R_1^2 + \rho^2)^{1/2}$$

Nếu 
$$R_1 \gg \rho$$

=> 
$$R_2 = R_1 + \rho^2 / 2R_1$$

Vậy trên mặt S hệ số truyền sóng ứng với  $\rho$  là:

$$\exp(-jk_0R_1 - jk_0\rho^2/2R_1)$$

Biên độ trường ứng với  $\rho$  sẽ suy giảm theo hàm Gauss:

$$\exp(-\rho^2/\alpha^2)$$

Khi đó điện trường trên mặt S là:

$$\mathbf{E}_i = \mathbf{a}_y(E_0/R_1) \exp(-\rho^2/\alpha^2) \exp(-jk_0R_1 - jk_0\rho^2/2R_1),$$

giả thiết sóng tới phân cực dọc theo trục y của hệ tọa độ xyz gốc ở O.

- Cường độ trường của sóng đến tại anten thu được xem như bức xạ từ mặt S. Mặt S được coi như một mặt miệng bức xạ, có cường độ trường được xác định bởi biến đổi Fourier ngược của hàm  $\mathbf{f}(k_x, k_y)$

- Tại anten thu,  $\mathbf{r}$  gần // với trục z, do đó chỉ có các sóng có thành phần  $\mathbf{k}_t$  gần zero mới có thể tới anten thu.

=> cường độ điện trường:

$$\mathbf{E}(\mathbf{r}) = (jk_0E_0\mathbf{a}_y/2\pi zR_1) \exp[-jk_0(z + R_1)](\pi/a)^{1/2} \int_{-h_c}^{\infty} e^{-ay^2} dy_1 \quad (8)$$

- Tỷ số tích phân theo  $y_1$  khi có mặt vật cản với trường hợp không có vật cản được gọi là tổn hao nhiễu xạ.

- Khi đó độ lợi đường do nhiễu xạ là:

$$F_d = (\pi/a)^{1/2} \left| \int_{-h_c}^{\infty} e^{-ay^2} dy_1 \right|$$

- Khi  $h_c = 0$ ,

$$F_d = 2^{1/2}/2 \left| \int_{-H_c}^{\infty} e^{-j\pi u^2} du \right| \quad (10)$$

(10) là tích phân Fresnel,  $H_c = (2a/j\pi)^{1/2}h_c$

- Nếu anten phát có độ lợi sao cho bán kính chùm tia hiệu dụng  $\alpha$  đủ lớn thì

$$H_c \approx (2d/\lambda_0 d_1 d_2)^{1/2} h_c$$

và tổn hao có thể bỏ qua với  $H_c > 0,8$ .

- Nếu độ rộng tia giữa những điểm có biên độ trường giảm 2 lần so với giá trị trên trục là  $\theta_A$ , thì

$$\alpha \approx d_1 \operatorname{tg} \theta_A$$

để thỏa mãn điều kiện

$$1/\alpha^2 \ll 2d/\lambda_0 d_1 d_2$$

cần phải có

$$d_1^2 \operatorname{tg}^2 \theta_A \gg \lambda_0 d_1 d_2 / 2d$$

- Trong đa số các kênh thông tin  $d \ll \lambda_0$  do đó điều kiện trên được thỏa mãn và F có thể xác định từ (8).

- Đối với vật cản là đồi núi, khoảng trống  $h_c$  cần chọn để đảm bảo độ an toàn chống Fading do khúc xạ.

- Ở điều kiện khí quyển bình thường,  $h_c$  được xác định bằng cách vẽ đường truyền trên mặt đất có bán kính hiệu dụng bằng 4/3 bán kính thực.

- Trong một số trường hợp hệ số khúc xạ có thể tăng theo chiều cao  $\rightarrow$  các tia sóng sẽ bẻ cong về phía trên và làm giảm khoảng trống hiệu dụng.

---

## CHƯƠNG III TRUYỀN SÓNG MẶT

### § 3.1 Giới thiệu

- Khi các anten định xứ gần hoặc trên mặt đất, sóng không gian (Space wave) biến mất do trường phản xạ triệt tiêu tia trực tiếp → trường thu được ở anten thu sẽ do trường sóng mặt (Surface wave)

- Truyền sóng theo sóng mặt là mode truyền chủ yếu ở dải tần từ vài kHz đến vài chục MHz.

- Suy hao công suất tín hiệu gần như tỷ lệ nghịch với  $R^4$ .

- Anten thường có dạng tháp cao, công suất từ 10kw đến 1Mw và phạm vi truyền sóng cỡ hàng trăm dặm. Trong chương này sẽ đưa ra lời giải giải tích cho bức xạ từ các dipole đặt vuông góc trên mặt đất phẳng có tổn hao, từ đó xác định đóng góp của sóng không gian và sóng mặt .

- Hàm suy hao sóng mặt sẽ được biểu diễn dưới dạng đồ thị .

- Các ví dụ về đánh giá kênh thông tin sẽ minh họa cho bài toán thiết kế tuyến: tính toán các mức công suất, khoảng cách truyền và các mức tín hiệu.

---

### §3.2 SÓNG MẶT TỪ PHẦN TỬ DÒNG

- Xét phần tử dòng định hướng theo trục z, có cường độ đơn vị (để đơn giản cho tính toán), định xứ ở độ cao h trên mặt đất.

- Mặt đất được đặc trưng bởi hằng số điện môi phức.

$$\kappa = \kappa' - j\kappa'' = \kappa' - j\sigma / \omega\epsilon_0$$

- Có thể xem phần tử dòng là nguồn điểm, có mật độ dòng:

$$\mathbf{J} = \mathbf{a}_z \delta_{(x)} \delta_{(y)} \delta_{(z-h)} \quad (1)$$



- Từ phương trình Helmholtz  $\rightarrow$  thành phần  $A_z = \psi$  trong không khí và  $A_z = \psi_3$  dưới mặt đất thỏa mãn các phương trình sau:

$$\nabla^2 \psi + k_0^2 \psi = -\mu_0 J \quad \text{với } z > 0 \quad (2a)$$

$$\nabla^2 \psi_3 + \kappa k_0^2 \psi = 0 \quad \text{với } z < 0 \quad (2b)$$

trong đó  $k_0^2 = \epsilon_0 \mu_0$

- Lời giải của hệ (2) có thể tìm nhờ biến đổi Fourier cho  $\psi$  và  $\psi_3$  theo các biến  $x, y$  tương ứng với  $\beta_x, \beta_y$ . Với

$$\beta_x^2 + \beta_y^2 = \beta^2$$

- Biến đổi Fourier hệ (2)  $\rightarrow$ :

$$(\partial^2 / \partial z^2 + k_0^2 - \beta^2) \hat{\psi}_{(\beta_x, \beta_y, z)} = -(\mu_0 / 4\pi) \delta_{(z-h)} \quad z > 0$$

$$(\partial^2 / \partial z^2 + k^2 - \beta^2) \hat{\psi}_3_{(\beta_x, \beta_y, z)} = 0 \quad z < 0$$

- Từ điều kiện liên tục của các thành phần tiếp tuyến tại  $z = 0$ , (5)

có thể chọn:

$$\hat{\psi} = \hat{\psi}_1 = A \exp[-\gamma_0(z-h)], \quad \text{với } z > h \quad (6)$$

$$\hat{\psi} = \hat{\psi}_2 = A[\exp(\gamma_0 z) - \Gamma_v \exp(-\gamma_0 z)] / \{\exp(\gamma_0 h)[1 - \Gamma_v \exp(-2\gamma_0 h)]\}, \quad z < h$$

(6) là tổng của sóng xuống và lên với các hằng số  $A$  và hệ số phản xạ  $\Gamma_v$  cần chọn sao cho:

$$\hat{\psi}_1 = \hat{\psi}_2 \quad \text{tại } z = h$$

- Với  $z < 0$  thì  $A_z = \hat{\psi}_3$  và chọn  $\hat{\psi}_3$  sao cho

$$\hat{\psi}_3 = \hat{\psi}_2 \quad \text{tại } z = 0,$$

$$\rightarrow \hat{\psi}_3 = A(1 - \Gamma_v) \exp(\gamma z) / \exp(\gamma_0 h)[1 - \Gamma_v \exp(-2\gamma_0 h)],$$

$$\text{với } \gamma^2 = \beta^2 - k^2 \quad (7)$$

- Ngoài ra còn điều kiện biên tại  $z = h$

$$(\partial \psi / \partial z)|_{h^+} = -\mu_0 / 4\pi^2 \quad (8)$$

$$\text{- Từ (5) và (8) } \rightarrow A \text{ và } \Gamma_v \quad (9)$$

Với  $z > h$

$\psi$  có dạng phổ của các sóng phẳng bức xạ trực tiếp từ nguồn cộng với các sóng phẳng phản xạ từ bề mặt (coi như xuất phát từ ảnh  $-h$ ),  $\Gamma_v$  được gọi là hệ số phản xạ Fresnel.

- Với  $\Gamma_v = 0$

$$\psi_1 = (\mu_0 / 4\pi) \exp\{-jk_0[(\rho^2 + (z-h)^2)^{1/2}]\}$$

- Với độ dẫn điện rất lớn  $\rightarrow \kappa \rightarrow \infty$

$$\psi_1 = (\mu_0 / 4\pi) [\exp(-jk_0 R_1) / R_1 + \exp(-jk_0 R_2) / R_2]$$

trong đó  $R_1 = [(\rho^2 + (z-h)^2)^{1/2}]$ ,  $R_2 = [(\rho^2 + (z+h)^2)^{1/2}]$

- Có thể viết lại  $\psi_1$  dùng hàm Hankel

$$\psi_1 = (\mu_0 / 4\pi) [\exp(-jk_0 R_1) / R_1 + \exp(-jk_0 R_2) / R_2 + 2\kappa I]$$

trong đó  $I = \int_{-\infty}^{+\infty} [w H_0^2(w\rho) \exp(-\gamma_0(z+h)) / 2(\gamma + \kappa\gamma_0)] dw$

với  $H_0$  là hàm Henkel loại 2, và  $w^2 = \beta_x^2 + \beta_y^2$

- Khi  $\gamma + \kappa\gamma_0 = 0$  thì sóng có dạng sóng mặt Zenneck

- Với khoảng chân trời  $\rho$  rất lớn và  $z = 0$  thì:

$$\psi_s = C \exp(-jk\rho(\kappa + 1)) / \rho^{1/2}, \text{ với } C = \text{const.}$$

- Trên bề mặt  $z = 0 \rightarrow R_1 = R_2 \rightarrow$  sóng không gian biến mất và thành phần  $E_z$  có dạng:

$$E_z = j\omega A_z = (jk_0 Z_0 / 4\pi R) [\exp(-jk_0 R)] [2(\kappa-1) / \kappa] A_s \quad (17)$$

với  $R_1 = R_2 = R$ ,  $A_s = 1 - j(\pi\Omega)^{1/2} \exp(-\Omega) \text{erfc}(j\Omega^{1/2})$

$$\Omega = -jk_0 R(\kappa-1) / 2\kappa^2$$

và hàm  $\text{erfc}(j\Omega^{1/2})$  là phần bù của hàm lỗi

$$\text{erfc}(j\Omega^{1/2}) = (2/\Omega^{1/2}) \int_{j\Omega^{1/2}}^{\infty} \exp(-u^2) du$$

Vậy cường độ trường khác với trong không gian tự do ở hệ số

$$2A_s(\kappa-1) / \kappa \approx 2A_s \text{ vì } \kappa \text{ thường } > 10$$

- Nói chung,  $A_s$  giảm nhanh khi tăng  $\Omega$  ở trên một giá trị xác định.

- Khi  $R \rightarrow 0$  thì  $A_s \rightarrow 1$  và giữ ở giá trị 1 cho đến khi  $R$  lớn hơn vài bước sóng.

Thường biểu diễn:

$$\Omega = -jk_0d(\kappa-1)/2\kappa^2 = p \exp(-jb)$$

với  $p = |\Omega|$  gọi là khoảng cách số,  $d$ : khoảng cách ngang

- Vì  $\kappa \gg 1$  nên, gần đúng:

$$p \approx k_0d/2|\kappa| = k_0d/2[(\kappa'^2 + (\sigma\omega\epsilon_0)^2)^{1/2}]$$

và  $b \approx \text{tg}^{-1}(\kappa'\omega\epsilon_0/\sigma)$

với  $\sigma/\omega\epsilon_0 = 1,8 \times 10^4 \sigma / f(\text{MHz})$

- Các giá trị tiêu biểu của mặt đất:  $\sigma = 10^{-3} - 10^{-2} (\text{S/m})$

$$\kappa' = 10 - 15 \quad (\text{dẫn điện})$$

+  $p$  tăng nhanh theo tần số  $\rightarrow$  với  $d$  cho trước, suy hao tăng nhanh theo tần số do khoảng cách số  $p$  tăng nhanh.

- Khi  $p = 500 \rightarrow$  suy hao là 60 dB

$p = 50 \rightarrow$  suy hao là 40 dB

- Với  $b < 90^\circ$ , hệ số suy giảm  $|A_s|$  có thể coi xấp xỉ:

$$|A_s| = (2 + 0,3p)/(2 + p + 0,6p^2) - (p/2)^{1/2} \exp(-0,6p) \sin b$$

\* Sóng mặt suy giảm theo (17) chỉ khi mặt đất phẳng.

- Với khoảng cách  $\leq 50 \text{ mi}/f_{\text{MHz}}^{1/3}$  công thức (17) còn dùng được cho mặt cầu.

- Ngoài khoảng cách này sóng mặt suy giảm nhanh hơn nhiều trên mặt cầu so với mặt đất phẳng.

- Khoảng cách trên sẽ giảm xuống giá trị 10 mi ở tần số 100MHz

\* Ở vùng đô thị do nhiễu mạnh nên cường độ ở anten thu phải cỡ từ 1  $\rightarrow$  10 mV /m để bảo đảm tỷ số (S/N) .

\* Với anten định xứ rất gần mặt đất, trường sóng mặt sẽ bằng  $2A_s$  x trường tự do.

### §3.3 HỆ THỐNG PHÁT THANH AM

- Xét hệ thống phát thanh AM ở tần số 1MHz. Anten thu có dạng vòng nhỏ ở mạch vào ở máy thu:

- Diện tích hiệu dụng của anten khi phối hợp trở kháng và phối hợp phân cực là:

$$A_e = (\lambda_0^2/4\pi)G \quad \text{với } G \text{ là độ lợi}$$

- Nếu trở thuần của cuộn dây là  $r$ , điện trở bức xạ là  $R_a$  thì hiệu suất của anten là:

$$\eta = R_a / (R_a + r)$$

- Điện trở bức xạ cho bởi:

$$R_a = k_0^4 Z_0 N^2 A^2 / 6\pi \quad \text{với } A \text{ là diện tích vòng dây, } N: \text{ số vòng dây.}$$

- Độ lợi  $G = 1,5 \eta \rightarrow$  Công suất thu:

$$P_r = A_e P_{inc} = [k_0^2 Z_0 N^2 A^2 / 4(r + R_a)] P_{inc}$$

với  $P_{inc}$  là mật độ công suất sóng đến trên đơn vị diện tích

\*Giả sử:  $r$  ở nhiệt độ môi trường  $T_0 = 300^\circ\text{K}$

$R_a$  ở nhiệt độ nhiễu của anten  $T_A$

Công suất nhiễu:  $P_n = 4kTR\Delta f$

- Nếu máy thu có đặc trưng nhiễu là  $F$  thì nhiễu vào phụ thêm tương đương nhận được bởi việc tăng nhiệt độ của  $r + R_a$  một lượng  $(F-1)T_0$ .

- Khi tải phối hợp trở kháng:  $R_L = R_a + r$

thì  $\rightarrow$  vẽ được sơ đồ tương đương thevenin của anten.

$\Rightarrow$  Công suất nhiễu tổng cộng đặt trên tải  $R_L$

$\Rightarrow$  Tỷ số tín hiệu trên nhiễu ở máy thu

- **Ví dụ:** Với  $N = 200$ ;  $A = 50 \text{ cm}^2$ ;  $L = 200 \mu\text{H}$ ; hệ số phẩm chất  $Q = 100$ ;

$\Delta f = 10 \text{ kHz}$ , tính công suất sóng tới cần thiết để có tỷ số  $(S/N) = 100$ . Tính công suất phát cần thiết nếu giả thiết anten phát có độ lợi  $= 1$ , tần số làm việc 1 MHz, đất dẫn điện tốt và cho đồ thị của  $|A_s|$  theo khoảng cách số  $p$ .

### §3.4 KÊNH THÔNG TIN TRONG DẢI DÂN DỤNG

+ Đánh giá hệ thống hoạt động ở tần số 27 MHz trong môi trường thôn quê .

+ Giả thiết cả anten phát và thu đều ở trên các xe car và phương thức truyền sóng giữa hai anten là sóng mặt với các thông số như sau

-Công suất phát =5W

-Độ lợi anten =1

-Đặc trưng nhiễu thu F=4

-Độ rộng băng thu =5kHz

-Hằng số điện môi của đất  $\kappa'=12$

-Độ dẫn điện của đất  $\delta = 5 \times 10^{-3} \frac{S}{m}$

-Nhiệt độ nhiễu trung bình của anten là  $10^4$  °K

- Từ giả thiết  $\rightarrow$  Khoảng cách số:

$$p = 0,25d/\lambda_0$$

\*Khoảng cách cực đại có thể dùng công thức cho mặt đất phẳng là

$$50/f^{1/3}_{(MHz)} = 16,7 \text{ mi}$$

khi đó  $p = 601 \text{ m}$

- Do  $p \gg 1$  nên:

$$|A_s| \approx 8.83 \times 10^{-4}$$

- Công suất thu là:

$$P_{\text{rec}} = 1,5 \times 10^{-14} \text{ W}$$

\*Công suất nhiễu tại đầu vào anten thu là:

$$P_n = 7,52 \times 10^{-16} \text{ W}$$

$\rightarrow$  công suất nhiễu rất nhỏ hơn công suất thu (S/N) =20,2

$\rightarrow$  khoảng cách thông tin 16,7 miles là hoàn toàn khả thi.

\*Ngoài khoảng cách 16,7mi, ảnh hưởng của mặt đất cầu sẽ làm công suất thu giảm rất nhanh  $\rightarrow$  cần dùng các anten cao hơn.

\*Sự suy giảm của sóng mặt phân cực ngang:

- Hệ số suy hao sóng mặt phân cực ngang là:

$$|[1/(\kappa' - j\sigma/\omega\epsilon_0)]^2 A_{s(p)}|$$

với khoảng cách số cho bởi:

$$p = (\pi d/\lambda_0) 1,8 \times 10^4 \sigma/f_{\text{MHz}} \cos b$$

$$\text{tg} b = (\kappa' - 1) / (\sigma/\omega\epsilon_0)$$

=> khoảng cách số với sóng phân cực ngang lớn hơn nhiều so với sóng phân cực đứng ở tần số thấp, do đó sóng phân cực ngang không sử dụng cho sóng mặt.

$$\text{(với sóng phân cực đứng } p = \frac{k_0 d}{2} \frac{\omega \epsilon_0}{\delta} \text{)}$$

---

## CHƯƠNG IV TRUYỀN SÓNG NHỜ TẦNG ĐIỆN LY

### § 4.1 GIỚI THIỆU

\* Tầng điện ly là phần khí quyển bị ion hoá (chủ yếu do bức xạ mặt trời). Ban ngày tầng điện ly tồn tại ở khoảng từ 90 → 1000km trên mặt đất. Mật độ điện tích từ  $10^{10}$   $10^{12} \text{ e}^-/\text{m}^3$  chia chủ yếu thành 3 lớp với mật độ  $\text{e}^-$  cực trị : D, E, F.

- Vào ban ngày, lớp F chia thành 2 lớp  $F_1, F_2$

\* Tầng điện ly phản xạ sóng vô tuyến có tần số  $3 \rightarrow \leq 40 \text{ MHz}$  cho phép thiết lập kênh thông tin vô tuyến qua khoảng cách hàng ngàn miles

\* Hằng số điện môi hiệu dụng phụ thuộc vào tần số và nồng độ phân tử → không ổn định → Fading → khắc phục nhờ phân tập không gian hoặc phân tập tần số

---

### § 4.2 HẰNG SỐ ĐIỆN MÔI CỦA KHÍ ION HOÁ

- Trong khí ion hoá, chỉ có chuyển động của các điện tử là quan trọng dưới tác động của điện trường cao tần (vì khối lượng ion lớn hơn 1800 lần so với điện tử)

- Phương trình chuyển động của điện tử có khối lượng  $m$ , điện tích  $-e$  với vận tốc  $\vec{v}$  dưới tác dụng của cường độ điện trường  $\vec{E}$  là

$$m d\vec{v}/dt = -e\mathbf{E} \quad (4.1)$$

- Với sóng sin →  $j\omega m \vec{v} = -e\mathbf{E}$

- Mật độ dòng điện:

$$\mathbf{J} = -eN\vec{v} = (Ne^2/j\omega m)\mathbf{E} \quad (4.2)$$

- Thay vào phương trình Maxwell =>

$$\text{rot } \mathbf{H} = j\omega\epsilon_0\mathbf{E} + \mathbf{J} = j\omega\epsilon_0(1 - Ne^2/m\omega^2\epsilon_0)\mathbf{E} \quad (4.3)$$

=> hằng số điện môi hiệu dụng của khí ion hóa là:

$$\kappa = 1 - Ne^2/m\omega^2\epsilon_0 = 1 - \omega_p^2/\omega^2$$

với  $\omega_p = (Ne^2/m\epsilon_0)^{1/2}$  là tần số plasma

\* Ở độ cao thấp hơn, khi tính đến va chạm với các phân tử trung hoà và các ion, phương trình (4.1) cần thêm số hạng lực hãm do va chạm :  $-vm\vec{v}$  vào vế phải, với  $v$  là tần số va chạm.

- Khi đó hằng số điện môi có hiệu dụng  $\kappa$  có dạng phức:

$$\kappa = 1 - \omega_p^2 / \omega (\omega - j\nu) \quad (4.5)$$

=> sự va chạm gây hấp thụ mạnh ở tần số thấp hoặc  $\approx \nu$

- Từ (4.4) =>

$$+ \text{ Khi } \omega > \omega_p \quad \rightarrow \kappa < 1$$

$$+ \text{ Khi } \omega = \omega_p \quad \rightarrow \kappa = 0$$

$$+ \text{ Khi } \omega < \omega_p \quad \rightarrow \kappa < 0$$

\* Các sóng phẳng lan truyền trong khí ion hoá sẽ có hằng số truyền sóng:

$$k = \omega(\mu_0\kappa\epsilon_0)^{1/2} = \kappa^{1/2}k_0$$

=> khi  $\omega < \omega_p$ ,  $k \rightarrow$  thuần ảo khi  $\nu=0 \rightarrow$  sóng phẳng sẽ suy hao theo hàm mũ với khoảng cách.

\* Xét sóng phẳng đến vuông góc với tầng điện ly, do nồng độ điện tử  $N$  tăng theo chiều cao nên đến một độ cao nhất định  $\kappa = 0$ , sự truyền sóng sẽ dừng và sóng phản xạ trở lại mặt đất (chú ý  $\omega_p = \sqrt{Ne^2 / m\epsilon_0}$  và lúc đầu  $\omega_p < \omega$ )

\* Khi sóng đến nghiêng một góc  $\psi_i$ ,  $N$  tăng theo chiều cao và  $\kappa$  giảm  $\rightarrow$  tia tới bị bẻ cong và quay trở về mặt đất khi chiều cao thoả mãn điều kiện

$$\kappa = \sin^2 \psi_i$$

- Có thể giải thích hiện tượng theo mô hình phân lớp và định luật khúc xạ Snell

=> - Khi cho trước góc tới  $\psi_i$  điểm phản xạ sẽ cao hơn khi tần số tăng.

- Khi cho trước giá trị cực đại của nồng độ điện tử thì giá trị cực đại của  $\psi_i$  có thể gây ra sự quay ngược của sóng sẽ giảm khi tăng tần số  $\omega$ , do đó tồn tại giới hạn trên của tần số để sóng có thể quay về.

$$N_{\text{tới hạn}} = f^2 \cos^2 \psi_i / 81$$

- Ví dụ: nếu  $\psi_i = \pi/4$ ,  $N = 2 \times 10^{10}/\text{m}^3$ ,  $\Rightarrow f_{\text{max}} = 1,8 \text{ MHz}$



- Nếu N cho trước thì:

$$\kappa = 1 - 81N/f^2$$

=> Nếu sóng tới vuông góc thì sẽ quay ngược nếu N đạt tới giá trị sao cho  $\kappa = 0$ .

- Khi đó tần số giới hạn cho bởi:

$$f_c = 9N_{\max}^{1/2}$$

- Khi đó có thể viết lại:

$$f = f_c \sec \psi_i = 9N_{\max}^{1/2} \sec \psi_i \quad (4.8)$$

- Giá trị f xác định theo (4.8) được gọi là tần số khả dụng cực đại MUF (Maximum Usable Frequency) khi  $\sec \psi_i$  có giá trị cực đại (thường  $\leq 40$  MHz). Khi hoạt động của mặt trời thấp thì giới hạn trên của tần số là từ 25 -30 MHz

\* **Virtual height:** độ cao của điểm giao ngoại suy của tia tới và tia quay về của 1 lớp trong tầng điện ly.

- Lớp F<sub>2</sub>: từ 250-400 km

- Lớp F<sub>1</sub>: từ 200-250 km

- Lớp F ban đêm  $\approx 300$ km

- Lớp E  $\approx 110$  km

\* Skip distance:

$$d = 2(2a_e h')^{1/2}$$

với h' là chiều cao ảo.

- Góc tới cực đại tương ứng  $\psi_i$  được cho bởi:

$$\cotg \psi_i = h'/(d/2) = 2h'/d$$

- Nếu nồng độ e<sup>-</sup> là 10<sup>12</sup>/m<sup>3</sup> → f<sub>c</sub> = 9 MHz và f<sub>max</sub> = 32,4 MHz

→ nếu dùng h' = 300 km (phản xạ từ lớp F<sub>2</sub>) => d<sub>max</sub> = 2500 mi, và d<sub>max</sub> = 2500 mi nếu phản xạ từ lớp E.

- Để có d < d<sub>max</sub> → giảm  $\psi_i$  → f giảm.

### § 4.3 CÁC THÔNG SỐ ĐƯỜNG TRUYỀN

\* Để xác định các thông số của đường truyền sóng nhờ tầng điện ly cần biết quan hệ khoảng cách bước  $d$ , chiều cao ảo  $h'$  và góc tới  $\psi_i$ .

Góc tính từ tâm quả đất qua điểm phát và điểm quay về:

$$\theta = d/2a_e \quad (4.10)$$

với  $a_e = 5280$  mi hay  $8497$  km

Theo luật sin trong tam giác =>

$$(1 + h'/a_e - \cos\theta)\operatorname{cosec}\theta = \cotg\psi_i \quad (4.11)$$

$$\text{Góc ngẩng} = \pi/2 - \theta - \psi_i \quad (4.12)$$

\* Ví dụ: Xác định góc bức xạ và tần số cho trạm vô tuyến sóng ngắn.

- Giả sử trạm sóng ngắn được thiết lập để phủ sóng ở khoảng cách  $4200$  mi ( $6760$  km).

- Chiều cao phản xạ  $h'$  cho bước đơn là:

$$h'_{(ft)} = d^2/8 = 670 \text{ km}$$

- Vì  $h' >$  chiều cao của tầng ion, do đó cần truyền qua 2 bước, mỗi bước  $2100$  mi  $\rightarrow$   $h' = 167,5$  km  $\rightarrow$  dùng phản xạ từ lớp  $F_1$  và  $F_2$  và tia bức xạ có góc ngẩng khác 0.

- Giả thiết chiều cao ảo là  $300$  km

- Từ hệ (4.10) và (4.11) =>  $\psi_i = 74,44^\circ$

$$\text{góc ngẩng} = 4,16^\circ$$

$\rightarrow$  anten phát cần có hướng bức xạ cực đại làm 1 góc  $4.16^\circ$  so với mặt đất

- Lớp F với điều kiện ban ngày có  $N = 5 \times 10^{11}/\text{m}^3 \rightarrow$  tần số giới hạn  $f_c = 6,36$  MHz

$\rightarrow$  tần số khả dụng cực đại:

$$f_{\max} = 11,06 \text{ MHz}$$

$\rightarrow$  hoạt động trong dải SW – 31m ( $9,2 - 9,7$  MHz) có thể chấp nhận được.

\* Trong thực tế cần chú ý sự khác biệt về thời gian (giờ địa phương) giữa 2 điểm phản xạ và thời gian trong năm. Nói chung, căn cứ vào số liệu thống kê để thay đổi

tần số hoạt động theo thời gian trong ngày. Tần số khả dĩ cao nhất cần làm tối thiểu hoá suy hao và cần chọn  $< 15\%$  dưới mức tần số khả dụng cực đại.

#### § 4.4 ẢNH HƯỞNG CỦA TỪ TRƯỜNG TRÁI ĐẤT

- Ảnh hưởng của từ trường có thể bỏ qua ở tần số trên 10 MHz, nhưng cần được tính đến khi tần số nhỏ hơn 5 MHz.

- Từ trường làm cho tầng ion trở nên bất đẳng hướng và hằng số điện môi phải được biểu diễn dưới dạng ma trận.

- Có 2 mode truyền sóng khác nhau: thường và dị thường. Sóng phẳng đến tầng ion sẽ tách thành 2 mode truyền và khi ra khỏi tầng ion chúng sẽ tái hợp trở lại thành 1 mode đơn. Tuy nhiên mặt phân cực thường bị thay đổi, gọi là hiện tượng quay Faraday.

- hiện tượng quay Faraday gây tổn hao công suất tín hiệu tại anten thu do mất phối hợp phân cực.

- Một điện tử tự do chuyển động với vận tốc  $\mathbf{v}$  sẽ quay hay chuyển động trên 1 quỹ đạo tròn dưới tác dụng của từ trường tĩnh  $\mathbf{B}_0$  với tần số góc:

$$\omega_c = eB_0/m \quad (1)$$

Từ trường trái đất  $\approx 5 \times 10^{-5} \text{ Wb/m}^2 \rightarrow \omega_c \approx 8,83 \times 10^6$  và  $f_c \approx 1,4 \text{ MHz}$

- Từ lực Lorentz và quan hệ  $\mathbf{H} \sim Y_0 \mathbf{E} \rightarrow$  bỏ qua lực tác dụng của  $\mathbf{H}$  so với  $\mathbf{E}$ .

Nếu tính tới cả lực hãm do va chạm thì mật độ dòng điện tử là:

$$(j\omega + \nu)\mathbf{J} + \omega_c \mathbf{J} \times \mathbf{a}_z = \omega_p^2 \epsilon_0 \mathbf{E}$$

=> Sự có mặt của từ trường làm cho độ dẫn điện trở thành một tensor  $\hat{\sigma}$ . Dùng biểu diễn cặp vector đơn vị, có thể viết lại:

$$\mathbf{J} = \hat{\sigma} \mathbf{E}$$

Thay vào phương trình Maxwell II => hằng số điện môi cho plasma tầng ion hóa có dạng tensor:

$$\hat{\kappa} = \hat{\Gamma} + \hat{\sigma} / j\omega\epsilon_0 \quad (10)$$

với  $\hat{\Gamma}$  là tổ hợp các cặp vector đơn vị

- Lời giải cho sóng phẳng lan truyền trong một tầng điện môi đồng nhất có thể được tìm khi dùng phương trình Maxwell và tensor hằng số điện môi.

\* Quay Faraday: Xét một lớp trong tầng điện ly có chiều dày  $l$  (m), dọc theo trục  $z$ . Phân tích sóng phẳng tới thành 2 sóng phân cực tròn, quay phải và quay trái.

- Sóng đến đi vào tầng điện ly tại  $z = 0$  và lan truyền như 2 sóng phân cực tròn với hằng số lan truyền khác nhau.

- Khi sóng thoát ra khỏi lớp  $l$ , nếu bỏ qua phản xạ tại biên của lớp thì sóng ra lại có dạng phân cực thẳng nhưng hướng phân cực quay 1 góc  $\Phi$  so với trục  $x$ :

$$\text{tg}\Phi = \text{tg}[(k_2 - k_1)l/2]$$

- Hiện tượng quay Faraday xảy ra mạnh khi  $\omega$  gần  $\omega_c$  vì lúc đó  $k_1$  và  $k_2$  rất khác nhau.

- Ở tần số cao  $k_1$  và  $k_2$  có giá trị gần nhau nên  $\Phi$  nhỏ.

## CHƯƠNG V

### TRUYỀN SÓNG DẢI MICROWAVE VÀ MILLIMETER-WAVE

#### §5.1 SUY HAO DO MƯA

##### 1/Gới thiệu

-Dải tần số microwave và millimeter:

-Sóng xuyên qua tầng điện ly vì  $\omega \gg$  tần số plasma  $\omega_p$ .

→ có hiện tượng giao thoa do phản xạ từ mặt đất, nhưng ảnh hưởng không lớn như ở tần số thấp vì độ gồ ghề của mặt đất lớn hơn nhiều so với bước sóng.

→ Nếu tại điểm phản xạ mặt đất là phẳng hoặc là mặt nước thì hiện tượng giao thoa có thể mạnh và tạo ra kiểu bức xạ búp với các búp sóng gần nhau (các búp sóng trời)

\* Suy hao đáng kể là suy hao do mưa (với các sóng có  $\lambda$  cỡ vài cm hoặc nhỏ hơn) và do tuyết.

\* Với các sóng có  $\lambda$  cỡ mm, suy hao chủ yếu do sương mù, hơi nước và các khí khác trong khí quyển.

##### 2/ Suy hao do mưa:

- Do sự hấp thụ công suất trong môi trường tổn hao điện môi

- Do sự tán xạ năng lượng ra khỏi chùm tia, thường nhỏ hơn tổn hao do hấp thụ .

\* Xét hạt mưa hình cầu bán kính  $a \ll \lambda_0$  của sóng mặt:

Hằng số điện môi phức:

$$\kappa = \kappa' - j\kappa''$$

Điện trường sóng tới lan truyền theo trục x:

$$\mathbf{E}_i = \mathbf{E}_0 \mathbf{a}_z \exp(-jk_0 x)$$

Vector phân cực điện môi trong giọt mưa hình cầu:

$$\mathbf{P} = 3(\kappa - 1)/(\kappa + 2)\epsilon_0 \mathbf{E}_0 \mathbf{a}_z$$

=> Moment lưỡng cực của giọt mưa:

$$\mathbf{P}_0 = (4/3)\pi a^3 3(\kappa - 1)/(\kappa + 2)\epsilon_0 \mathbf{E}_0 \mathbf{a}_z$$

- Trường tán xạ vùng xa của giọt mưa (tương đương phân tử dòng  $\mathbf{Idl} = j\omega \mathbf{P}_0$ ):  $\mathbf{E}_s$

=> Công suất tán xạ toàn phần:

$$P_s = (\omega^2 k_0^2 Z_0 / 12\pi) |\mathbf{P}_0|^2$$

hay: 
$$P_s = (4/3)\pi a^2 (k_0 a)^4 Y_0 |\mathbf{E}_0|^2 |(\kappa - 1)/(\kappa + 2)|^2$$

còn gọi là công suất tán xạ tần số thấp, hay tán xạ Rayleigh

\* Tiết diện tán xạ  $\sigma_s$  được định nghĩa = công suất tán xạ toàn phần / mật độ công suất sóng đến trên đơn vị diện tích

\* Tiết diện tán xạ ngược radar  $\sigma_{BS}$  được định nghĩa sao cho nếu tán xạ là đẳng hướng thì công suất tán xạ ngược /đơn vị diện tích = công suất tới. Có thể chứng minh được:

$$\sigma_{BS} = (3/2)\sigma_s$$

- Tiết diện hấp thụ  $\sigma_a$ : được tính từ tích phân qua thể tích hình cầu bán kính a của công suất gây bởi dòng phân cực  $\mathbf{J}_p = j\omega\mathbf{P}$  do tương tác với điện trường  $\mathbf{E}$ :  $P_a$

=> tiết diện hấp thụ:

$$= P_a / (P_{inc} / \text{đơn vị diện tích})$$

$$= 12 \pi a^2 (k_0 a) |(\kappa - 1)/(\kappa + 2)|^2 \{ \kappa'' / [(\kappa' - 1)^2 + \kappa''^2] \}$$

- Tiết diện huỷ (extinction):

$$\sigma_e = \sigma_s + \sigma_a$$

- Công suất mất mát toàn bộ của sóng đến:

$$P_{loss} = \sigma_e \times (P_{inc} / \text{đơn vị diện tích})$$

- Khi sóng điện từ truyền qua đám mưa, cần tính tới phân bố kích thước hạt mưa vì  $\sigma_e$  phụ thuộc mạnh vào bán kính hạt mưa.

→ Suy hao do mưa phụ thuộc:

+ tiết diện huỷ của mỗi giọt mưa

+ phân bố kích thước giọt mưa

+ tốc độ mưa R

- Quy định tốc độ mưa: + Mưa phùn nhẹ R=0,25 mm/h

+ Mưa nhẹ R=1 mm/h

+ Mưa vừa R=4 mm/h

+ Mưa nặng R=16 mm/h

- Phân bố kích thước hạt mưa phụ thuộc tốc độ mưa:

+ Mưa nặng hạt → công thức marshal\_palmer

+ Trong viễn thông thường sử dụng công thức đơn giản hơn:

$$A = aR^b \quad (\text{dB/km})$$

+ Công thức Olsen – Rodgers - Hodge:

\*Nhận xét:

+ Ở tần số < 10 GHz suy hao do mưa tương đối thấp

+ Suy hao do mưa tăng nhanh theo tần số

\* Ví dụ khoảng cách thông tin point\_to\_point tiêu biểu là 20\_30km nên tốc độ suy hao  $\geq 1\text{dB/km}$  có thể dẫn đến suy giảm mạnh cường độ tín hiệu → phải khắc phục nhờ tăng độ lợi hoặc công suất phát của anten → khá tốn kém khi cần tăng 1000 lần

---

## §5.2 SUY HAO DO SƯƠNG MÙ

- Tuân theo các phương trình tương tự như suy hao do mưa

- Khác biệt chính do kích thước hạt rất nhỏ, bán kính cỡ từ 0,01→0,05mm

- Với tần số < 300 GHz suy hao do sương mù tỷ lệ với mật độ nước /đơn vị thể tích

- Giới hạn trên của mật độ nước là  $1\text{g/m}^3$

- Mật độ  $0,032\text{ g/m}^3$  ứng với tầm nhìn xa khoảng 2000ft

- Mật độ  $0,32\text{ g/m}^3$  ứng với tầm nhìn xa khoảng 400ft

\* Ở tần số 300GHz suy hao trong sương mù có mật độ cao xấp xỉ  $1\text{dB/km}$

=====

### §5.3 SUY HAO DO TUYẾT VÀ ĐÁ

- Khi nước chuyển sang dạng tuyết và đá, có sự thay đổi đáng kể trong hằng số điện môi phức  $\kappa = \kappa' - j\kappa''$

- Với đá  $\kappa'$  gần như không đổi  $\approx 3,17$  với nhiệt độ từ  $0^\circ\text{C} \rightarrow 37^\circ\text{C}$ , với bước sóng trong dải microwave và millimeterwave .

- Phần ảo  $\kappa''$  rất nhỏ và gần như không phụ thuộc tần số trong dải vi sóng và millimeterwave, thay đổi từ  $3,7 \times 10^{-3} \rightarrow 5,2 \times 10^{-4}$ , khi nhiệt độ từ  $0^\circ\text{C} \rightarrow -30^\circ\text{C}$ .

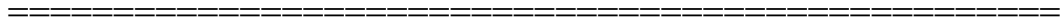
- Giá trị rất nhỏ của phần ảo  $\kappa''$  chứng tỏ suy hao tương đối thấp.

- Do tuyết và mưa đá chứa hỗn hợp của tinh thể đá và nước, nên suy hao phụ thuộc điều kiện thời tiết.

- Suy hao của dải vi sóng trong tuyết khô nhỏ hơn 1 bậc so với suy hao trong mưa với cùng tốc độ .

- Suy hao trong tuyết ướt có thể xấp xỉ trong mưa và thậm chí có thể cao hơn dải sóng mm .

Ví dụ: suy hao  $\approx 2\text{dB/km}$  ở tần số 35GHz cho tuyết ướt với tốc độ 5mm/h.



### §5.4 SUY HAO DO CÁC KHÍ TRONG KHÍ QUYỀN

- Đồ thị suy hao (dB/km) theo tần số có các cực đại và cực tiểu  $\rightarrow$  khái niệm “cửa sổ” là những dải tần số trung gian giữa các cực đại có suy hao thấp .

- Ở tần số  $> 300\text{GHz}$  suy hao do oxygen có thể bỏ qua so với suy hao hơi nước.

- Hấp thụ hơi nước xảy ra mạnh tại  $\lambda_0 = 1,35\text{cm}$  và  $1,67\text{mm}$

- Hấp thụ do  $\text{O}_2$  xảy ra mạnh tại  $\lambda = 0,5$  và  $0,25\text{cm}$  .

- Ở bước sóng  $\lambda = 0,5\text{cm}$  riêng suy hao do  $\text{O}_2$  đã vượt quá  $10\text{dB/km}$   $\rightarrow$  khoảng cách thông tin rất hạn chế.

- Nếu chọn bước sóng làm việc thích hợp có thể hạn chế suy hao đáng kể, chẳng hạn tại  $\lambda_0 = 1,33\text{mm}$  suy hao sẽ  $< 0,1\text{dB/km}$



- Tuy nhiên có thể dùng dải sóng cực ngắn cho các ứng dụng đặc biệt ở khoảng cách ngắn hoặc giữa vệ tinh với vệ tinh do có thể tạo ra các anten có độ lợi cao, bù lại suy hao.

---

### §5.5 TÁN XẠ DO MƯA

- Đóng vai trò quan trọng trong dẫn đường và dự báo thời tiết .

- Xét giọt nước định xứ tại điểm  $(r, \theta, \varphi)$  trong hệ tọa độ cầu đặt tại anten radar,  $\theta$  là góc cực,  $\varphi$  là góc phương vị so với hướng nhìn của radar .

- Công suất đến/đơn vị diện tích tại vị trí giọt nước là :

$$P_{inc} = P_t G(\theta, \varphi) / 4\pi r^2$$

- Công suất tán xạ ngược tại vị trí radar là :

$$dP_{BS} = P_{inc} \sigma_{BS} / 4\pi r^2$$

- Công suất thu bởi anten radar là:

$$dP_r = (\lambda_0 / 4\pi) G(\theta, \varphi) dP_{BS}$$

+ Với giả thiết bỏ qua đa tán xạ (mutitiple scattering) và trễ pha  $2k_0 (r_i - r_j)$  phân bố ngẫu nhiên từ  $0 \rightarrow 2\pi$  thì công suất tổng cộng thu được bởi radar là tích phân của

$$G^2 \langle \sigma_{BS} \rangle / r^2$$

trong thể tích đám mưa  $V$ , với  $\langle \sigma_{BS} \rangle$  là tiết diện tán xạ ngược trung bình trên đơn vị thể tích.

- Giả sử sườn trước của xung radar phát ra tại  $t=0$ , tín hiệu về đến radar tại  $t = \frac{2r}{c}$ , cùng thời điểm với tín hiệu phát ở thời điểm  $t_1$  nhưng phản xạ bởi giọt mưa ở vị trí:

$$r - \Delta r = r - ct_1 / 2$$

\* Vậy sườn sau của xung sẽ trả về 1 tín hiệu từ giọt mưa tại vị trí  $r - \frac{c\tau}{2}$  tại cùng thời điểm với sườn trước từ giọt mưa ở vị trí  $r$ .

\* Chú ý: khoảng cách  $\frac{c\tau}{2}$  thường rất ngắn, chẳng hạn, với  $\tau = 1 \mu s \rightarrow \frac{c\tau}{2} = 150 \text{ m}$ .

Do đó có thể bỏ qua suy hao của sóng đến và sóng về.

Ví dụ: Cho hệ radar có các thông số:

$$P_t = 100\text{kW (peak)}$$

$$\text{Pulse length: } \tau = 1 \mu\text{s}$$

$$\text{Antenna Gain: } G = 30 \text{ dB}$$

$$\text{tần số } f = 100\text{MHz}$$

$$\text{Độ rộng tia nửa công suất } 0,063 \text{ rad}$$

Xác định công suất thu từ đám mưa cách 10km với tốc độ mưa 10 mm/h

---

PHAN VĂN ĐƯỜNG

VÔ TUYẾN ĐIỆN  
ĐẠI CƯỜNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM - ĐẠI HỌC HUẾ  
HUẾ, THÁNG 12 NĂM 201

Giáo trình này được viết bởi Phan Văn Đường, giảng viên Khoa Vật lý, Trường ĐHSP - Đại học Huế. Giáo trình này được dùng để giảng dạy và học tập học phần Vô tuyến điện đại cương mã số: VALY 3413.

## LỜI NÓI ĐẦU

Từ ngàn xưa, con người đã tìm mọi cách để truyền thông tin với nhau, truyền thông tin để trao đổi tình cảm, để trao đổi kinh nghiệm cuộc sống, để hiểu biết nhau và làm cho mọi người gần nhau hơn. Nhu cầu trao và nhận thông tin trở nên quan trọng khi cuộc sống càng phát triển. Từ những phương tiện thô sơ ban đầu như tiếng hú trong rừng sâu, khói lửa, ngựa trạm cho đến truyền thông tin hữu tuyến con người đã làm nhiều cuộc cách mạng trong thông tin liên lạc.

Vào cuối thập niên 90 của thế kỷ 19. Một phương pháp truyền và nhận thông tin nhanh chóng, tiện lợi và vượt trội ra đời đó là thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện. Thông tin không cần truyền dẫn bằng dây nữa mà bằng sóng điện từ. Nhờ không dùng dây dẫn như vậy, nên từ đó đến nay vô tuyến điện phát triển không ngừng và đã chinh phục những khoảng cách rộng lớn, đã thoát khỏi những bó buộc của bầu khí quyển để mang thông tin đến vũ trụ bao la, đến các hành tinh xa xôi. Vô tuyến điện đã và đang phát triển vượt bậc đến độ người ta đang tìm cách liên hệ với các nền văn minh khác ngoài quả đất bằng vô tuyến điện.

Kỹ thuật vô tuyến điện càng ngày càng hiện đại và phức tạp, đã có những thay đổi cơ bản nhờ áp dụng xử lý và số hóa các tín hiệu. Việc số hóa quá trình truyền dẫn và phát sóng đã đưa kỹ thuật vô tuyến điện lên một nấc thang mới trong thông tin liên lạc, tăng độ chính xác, giảm giá thành sản xuất.

Trong chương trình học ở phổ thông trung học cũng có dành một số chương thích đáng đề cập đến kỹ thuật vô tuyến điện. Chương trình công nghệ 12 đã đưa thêm phần kỹ thuật vô tuyến truyền hình màu.

Các trường đại học cao đẳng chuyên ngành kỹ thuật cũng đã có các giáo trình, các tài liệu tham khảo về kỹ thuật vô tuyến điện. Nhưng để dành cho sinh viên Đại học sư phạm khoa Vật lý, khoa sư phạm kỹ thuật các tài liệu phù hợp khi ra trường giảng dạy các phần có liên quan đến vô tuyến điện vẫn đang còn ít.

Chúng tôi biên soạn giáo trình này để làm tài liệu học tập cho sinh viên Khoa Vật lý trường Đại học sư phạm, trước mắt là sinh viên khoa vật lý trường Đại học sư phạm Huế khi học học phần Vô tuyến điện đại cương. Khi soạn chúng tôi bám sát đề cương chi tiết học phần vô tuyến điện đại cương đã được duyệt.

Ngoài ra giáo trình còn có thể làm tài liệu học tập cho sinh viên Khoa Sư phạm kỹ thuật khi học về kỹ thuật tương tự và điện tử dân dụng.

Giáo trình gồm hai phần:

Phần kỹ thuật tương tự từ chương 1 đến chương 6: Trình bày các kiến thức cơ bản trong kỹ thuật vô tuyến điện như khuếch đại, tạo sóng, tạo xung, điều chế, tách sóng.

Phần kỹ thuật vô tuyến điện từ chương 7 đến chương 9: Trình bày cụ thể về kỹ thuật truyền thông tin bằng sóng điện từ đó là kỹ thuật thu phát thanh, kỹ thuật thu phát hình mà cơ sở là kỹ thuật truyền hình đen trắng, sau cùng là kỹ thuật truyền hình màu, trong đó đề cập rõ các hệ truyền hình đang được khai thác NTSC, SECAM và PAL

Do trình độ và thời gian hạn chế, giáo trình chắc chắn có các sai sót, chúng tôi rất mong các thầy, cô giáo, các bạn đọc góp ý, chúng tôi rất mong và rất cần các góp ý đó để sửa chữa, bổ sung và hoàn chỉnh giáo trình.

## MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	2
MỤC LỤC.....	4
CHƯƠNG 1 CÁC ĐỊNH NGHĨA VÀ KHÁI NIỆM CƠ BẢN.....	9
1.Lịch sử vô tuyến điện.....	9
2. Nguyên tắc liên lạc bằng Vô tuyến điện.....	17
2.1. Phát sóng điện từ.....	17
2.2.Thu sóng điện từ.....	17
3. Yếu tố tuyến tính và yếu tố phi tuyến tính.....	18
3.1.Khái niệm.....	18
3.2.Yếu tố tuyến tính.....	20
3.3.Yếu tố phi tuyến.....	20
4. Dao động điều hòa và không điều hòa.....	20
4.1 Dao động điều hòa.....	20
4.2. Dao động không điều hòa.....	21
CHƯƠNG 2 HỆ DAO ĐỘNG.....	27
A/ HỆ DAO ĐỘNG CÓ THÔNG SỐ TẬP TRUNG - HỆ DAO ĐỘNG KÍN.....	27
1. Khung dao động có thông số tập trung.....	28
2. Dao động tự do trong khung dao động - Công thức Thomson.....	28
2.1. Dao động tự do của khung dao động:.....	28
2.2.Tần số và chu kỳ của dao động riêng - Công thức Thomson.....	30
2.3. Các tham số của khung dao động:.....	32
3. Dao động cưỡng bức - Sự cộng hưởng:.....	33
3.1.Mạch nối tiếp - Cộng hưởng điện áp (series resonance circuit).....	34
3.2.Mạch song song - Cộng hưởng dòng điện (parallel resonant circuit) .....	37
4. Đường cong cộng hưởng - Dải thông tần $2\Delta f$ của mạch:.....	40
4.1. Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng nối tiếp:.....	40
4.2. Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng song song:.....	42
5. Phương pháp vẽ đường cong cộng hưởng bằng thực nghiệm:.....	43
5.1.Đo tần số dao động riêng $f_0$ của khung cộng hưởng:.....	43
5.2. Tìm dải thông tần $2\Delta f$ :.....	44
5.3.Tính hệ số phẩm chất Q.....	44
6. Ảnh hưởng của điện trở nội $R_i$ của nguồn cưỡng bức:.....	44
6.1. Trường hợp mạch nối tiếp:.....	45
6.2. Trường hợp mạch song song:.....	45
7. Mạch liên kết:.....	45
7.1. Hệ số liên kết k.....	46
7.2. Tần số cộng hưởng khi ghép.....	48
7.3. Đường cong cộng hưởng của mạch liên kết.....	48

7.4. Bạc kim .....	49
<b>B/ HỆ DAO ĐỘNG CÓ THÔNG SỐ PHÂN BỐ - HỆ DAO ĐỘNG HỒ</b> .....	50
1. Khung dao động có thông số phân bố .....	50
1.1. Dao động riêng của hệ dao động có thông số phân bố .....	51
1.2.. Sự phụ thuộc của điện áp vào dòng điện vào vị trí.....	51
1.3.Sự biến đổi của dòng điện và điện áp theo thời gian.....	51
1.4. Dao động tử không đối xứng.....	52
2. Dao động cưỡng bức trong hệ có thông số phân bố .....	53
<b>CHƯƠNG 3 ANTEN VÀ SỰ TRUYỀN LAN SÓNG ĐIỆN TỪ</b> .....	61
1.Anten: .....	62
1.1. Tính chất:.....	62
1.2.Một số anten thường dùng .....	63
2.Bức xạ sóng điện từ của anten .....	65
2.1.Dao động cưỡng bức trong anten.....	65
2.2.Trường trong miền sóng .....	67
3. Anten thu .....	68
4.Sự truyền lan sóng điện từ:.....	69
4.1. Đặc điểm cấu tạo của khí quyển: .....	69
4.2. Sự truyền lan sóng điện từ trong khí quyển .....	70
<b>CHƯƠNG 4: KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU XOAY CHIỀU</b> .....	80
1. Những định nghĩa cơ bản: .....	81
2. Phân loại các tầng khuếch đại: .....	82
2.1. Phân loại theo nhiệm vụ:.....	82
2.2. Phân loại theo dải tần hoạt động: .....	82
2.3. Phân loại theo chế độ hoạt động: .....	83
3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bộ khuếch đại: .....	84
3.1. Hệ số khuếch đại K: .....	84
3.2.Độ méo tín hiệu.....	85
4. Khuếch đại điện áp âm tần: .....	87
4.1. Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung: .....	88
4.2/ Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp.....	92
5. Khuếch đại điện áp cao tần.....	93
5.1. Khuếch đại dải hẹp.....	94
5.2. Khuếch đại dải rộng .....	96
6. Khuếch đại công suất .....	97
6.1. Khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp .....	98
6.2. Khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp xuất âm .....	100
6.3. Khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp .....	102
7. Hồi tiếp trong mạch khuếch đại .....	104
7.1. Định nghĩa cơ bản.....	104
7.2. Tác dụng của hồi tiếp .....	105



<b>CHƯƠNG 5</b>	<b>BỘ TẠO SÓNG ĐIỆN</b>	117
A/ Bộ tạo sóng điện hình sin		118
1.1 Nguyên lý hoạt động		118
1.2.Điều kiện tạo dao động		119
1.3. Các sơ đồ nguyên lý		120
2. Bộ tạo sóng âm tần kiểu RC		124
2.1.Bộ tạo sóng âm tần dùng cầu xoay pha		124
2.2. Bộ tạo sóng âm tần kiểu RC dùng cầu Wien		127
B/ Bộ tạo sóng điện phi sin - Bộ tạo xung điện		130
3.Nguyên lý tạo xung		130
4. Bộ dao động đa hài		131
4.1 Bộ dao động đa hài tự dao động		131
4.2 Bộ dao động đa hài chế độ đợi		135
<b>CHƯƠNG 6</b>	<b>BIẾN ĐIỀU VÀ TÁCH SÓNG</b>	151
A/ Biến điều dao động		152
1. Định nghĩa		152
2. Điều chế biên độ (AM - Amplitude Modulation)		153
2.1Nguyên lý điều biên		153
2.2.Hệ số điều chế		156
2.3.Phổ của dao động biến điều		157
2.4. Độ rộng của dải sóng		158
2.5. Công suất của dao động biến điều		158
2.6. Sơ đồ nguyên lý		159
3. Điều chế tần số (FM - Frequency Modulation)		159
3.1. Nguyên lý		160
3.2.Phương pháp điều chế tần số		161
B/ Tách sóng		164
4. Định nghĩa		164
5. Tách sóng điều biên		164
5.1 Chỉnh lưu		164
5.2. Lọc cao tần		166
6. Tách sóng điều tần		167
6.1Nguyên lý tách sóng điều tần		167
6.2. Sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng điều tần		169
<b>CHƯƠNG 7</b>	<b>MÁY THU THANH</b>	179
1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của một máy thu thanh		180
2. Máy thu thanh khuếch đại thẳng		181
2.1. Sơ đồ khối		181
2.2. Sơ đồ nguyên lý		181
3. Máy thu đổi tần số (super heterodyne)		182
3.1. Nguyên lý đổi tần số		182

3.2. Các sơ đồ đổi tần số .....	184
3.3. Sơ đồ khối máy thu đổi tần số .....	186
3.4. Ưu điểm của máy thu đổi tần số .....	187
3.5. Sơ đồ nguyên lý .....	187
<b>CHƯƠNG 8      CƠ SỞ KỸ THUẬT VÔ TUYẾN</b> .....	196
<b>TRUYỀN HÌNH - MÁY THU HÌNH ĐEN TRẮNG</b> .....	196
1. Định nghĩa và khái niệm cơ bản .....	197
2. Phân ảnh trong vô tuyến truyền hình .....	199
2.1: Phân ảnh .....	199
2.2. Các tiêu chuẩn truyền hình .....	200
2.3. Số điểm ảnh trên một khung hình .....	201
3. Phân ảnh bằng tia điện tử .....	202
3.1. Quét liên tục (Progressive) .....	202
3.2. Quét xen dòng (interlate) .....	202
4. Tín hiệu hỗn hợp truyền hình .....	204
4.1. Tín hiệu hình ảnh .....	204
4.2. Tín hiệu âm thanh .....	204
4.3. Tín hiệu đồng bộ .....	204
4.4. Tín hiệu xóa dấu đường hồi .....	205
4.5. Tín hiệu âm thanh .....	206
5. Hệ số điều chế .....	206
6. Sơ đồ khối và hoạt động của sơ đồ khối .....	206
6.1. Sơ đồ khối .....	206
6.2. Hoạt động của sơ đồ khối .....	207
<b>CHƯƠNG 9      CƠ SỞ VÔ TUYẾN TRUYỀN HÌNH MÀU</b> .....	218
1. Cơ sở lý thuyết màu sắc .....	220
1.1 Ánh sáng .....	220
1.2. Màu sắc và sự cảm thụ màu sắc .....	220
1.3. Lý thuyết 3 màu (trichromatic colour vision theory) .....	222
2. Đặc điểm chung của các hệ truyền hình màu .....	224
2.1. Yêu cầu chung của các hệ Vô tuyến truyền hình màu .....	225
2.2. Tín hiệu ánh sáng Y .....	225
2.3. Tín hiệu hiệu số màu .....	227
2.4. Tạo ba tín hiệu màu cơ bản .....	228
2.5. Sóng mang màu phụ (sub carrier): .....	230
3. Hệ truyền hình màu NTSC .....	231
3.1 Đặc điểm .....	231
3.2. Tín hiệu độ chói Y và tín hiệu hiệu số màu I, Q .....	231
3.3. Điều chế hai tín hiệu màu $E_I$ và $E_Q$ vào sóng mang màu phụ .....	234
3.4. Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ NTSC .....	237
4. Hệ truyền hình màu PAL .....	239

4.1. Đặc điểm .....	239
4.2. Tín hiệu độ chói (Y) và tín hiệu hiệu số màu U, V .....	240
4.3. Phương pháp sửa sai pha của hệ truyền hình màu PAL .....	242
4.4. Điều chế hai tín hiệu màu $E_U$ và $E_V$ vào sóng mang màu phụ .....	243
4.5. Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu PAL .....	245
4.6. Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL .....	246
5. Hệ truyền hình màu SECAM .....	248
5.1. Đặc điểm .....	248
5.2. Tín hiệu độ chói Y và tín hiệu hiệu số màu $D_R$ $D_B$ .....	249
5.3. Sóng mang màu phụ hệ SECAM .....	251
5.3.1. Tần số sóng mang màu phụ .....	251
5.4. Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ SECAM .....	253
5.5. Sơ đồ khối bộ giải mã hệ SECAM .....	256
Tài liệu tham khảo .....	269
PHỤ LỤC .....	270

## **CHƯƠNG 1      CÁC ĐỊNH NGHĨA VÀ KHÁI NIỆM CƠ BẢN**

**Mở đầu:** Môn học vô tuyến điện nghiên cứu chủ yếu về kỹ thuật vô tuyến điện: Nghiên cứu các kỹ thuật khuếch đại tín hiệu, việc tạo ra các dao động hình sin và không phải hình sin, việc phát và thu năng lượng điện từ không dùng dây dẫn ở những khoảng cách rất xa, với mục đích thông tin liên lạc.

Như vậy trong kỹ thuật vô tuyến điện, chúng ta nghiên cứu việc tạo ra và sử dụng các tần số từ thấp (vài trăm Hz) đến tần số rất cao (GHz).

Nghiên cứu những ứng dụng của Vô tuyến điện trong việc thu phát thanh và thu phát hình.

Mục tiêu: Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được những khái niệm cơ bản về kỹ thuật vô tuyến điện như tín hiệu, thông số, tham số...

- Nắm được lịch sử hình thành kỹ thuật vô tuyến điện

- Hiểu được phương pháp thu và phát sóng điện từ.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Sử dụng được các sơ đồ khối trong vô tuyến điện.

- Nắm vững các khái niệm cơ bản của vô tuyến điện như dao động hình sin, xung điện, tín hiệu điện sóng mang, sóng tín hiệu ...

Đây là chương mở đầu, có thể xem như là nhập môn để sinh viên thâm nhập vào kỹ thuật vô tuyến điện. Từ những kiến thức cơ bản ở chương này, sinh viên nắm các vấn đề trọng yếu trong kỹ thuật vô tuyến điện ở các chương sau.

### **1.Lịch sử vô tuyến điện**

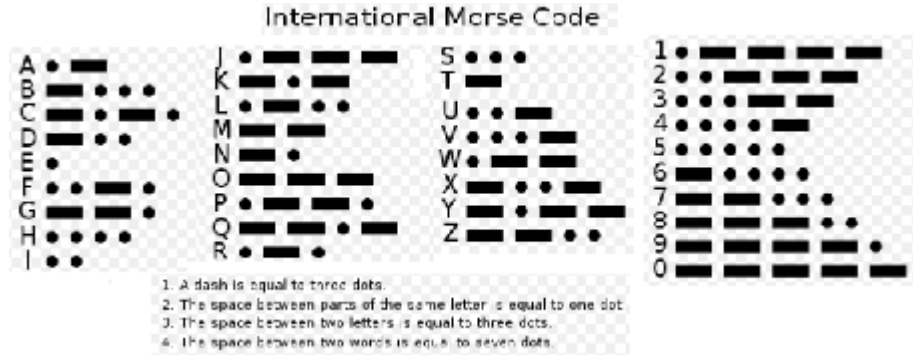
Kỹ thuật vô tuyến điện là kết quả của một quá trình nghiên cứu lâu dài của rất nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới. Từ khi có những ý tưởng đầu tiên về việc thông tin liên lạc không dùng dây dẫn mà dùng sóng điện từ, cho đến khi máy thu thanh hoàn thiện đầu tiên ra đời là một quá trình kéo dài cả trăm năm.

Năm 1820 Hans Christian Oersted (1777 - 1851) nhà vật lý và hoá học người Đan mạch đã thiết lập mối liên hệ giữa các hiện tượng điện và từ.

Năm 1831 Michael Faraday (1791 - 1867) nhà vật lý và hóa học người Anh khám phá ra hiện tượng cảm ứng điện từ.

Năm 1833 Lenx nhà vật lý người Nga phát hiện ra quy luật về chiều của sức điện động cảm ứng.

Năm 1835 Samuel Finley Breese Morse (1791 - 1872), họa sĩ, nhà phát minh người Mỹ, đã phát minh bảng mã mang tên ông mã Morse. Gồm các chấm (dot) và gạch (dash)



Hình 1.1: Mã Morse

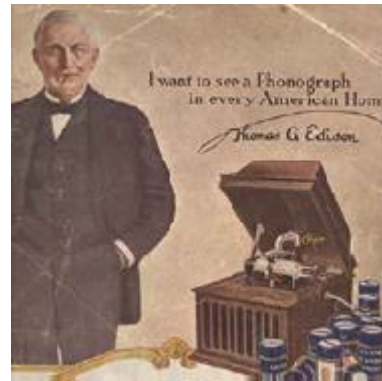
Năm 1873 James Clerk Maxwell (1831 - 1879) người Scotland phát triển những ý kiến của Faraday xây dựng lý thuyết về điện từ trường, chứng minh sự tồn tại của điện từ trường, tìm ra điều kiện lan truyền của sóng điện từ và chứng minh rằng sóng điện từ truyền đi với vận tốc bằng vận tốc ánh sáng (300.000 km/s).

Năm 1876 ngày 7.3 Alexander Graham Bell (1847 – 1922) nhà phát minh, nhà khoa học người Scotland nhận bằng phát minh về việc phát minh ra máy điện thoại



Hình 1.2: Bell nói vào mô hình nguyên mẫu của điện thoại

Năm 1877 Thomas Alva Edison (1847 – 1931) nhà phát minh, thương nhân phát minh ra máy hát quay đĩa còn gọi là máy hát (phonograph), bằng phát minh được chính phủ Hoa Kỳ cấp cho ông vào ngày 19.02.1878.



Hình 1.3: Edison và chiếc máy hát đĩa

Năm 1883 Thomas Alva Edison khám phá dòng electron trong đường hầm gọi là "hiệu ứng Edison", cơ sở của đèn điện tử ngày nay

Năm 1888 Heinrich Rudolf Hertz (1857 - 1894) nhà vật lý người Đức bằng thực nghiệm đã thực hiện có kết quả việc phát sóng điện từ.

Năm 1889 Alexander Stepanovich Popov - Александр Степанович Попов (1859 - 1906) nhà vật lý, kỹ sư điện người Nga nêu ý kiến dùng sóng điện từ để liên lạc không dùng dây dẫn.

Năm 1890 Edward Branly (1844 - 1940) nhà phát minh, nhà vật lý học, bác sỹ người Pháp phát minh bộ tách sóng radio kết hợp

Năm 1894 Oliver Joseph Lodge (1851 - 1940) nhà vật lý, nhà văn người Anh giới thiệu quá trình truyền tín hiệu không dây qua khoảng cách 150 yards

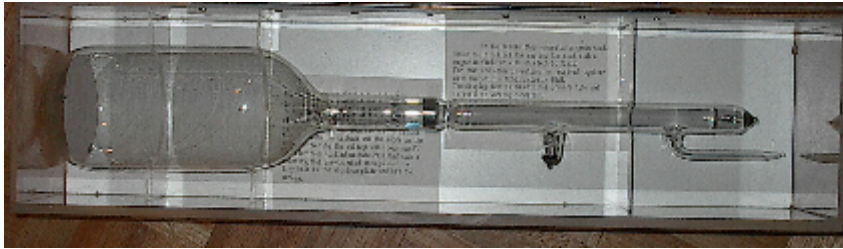
Năm 1895 ngày 7 tháng 5 Popov thí nghiệm thành công máy thu vô tuyến điện.

Năm 1896 Popov truyền đi chương trình vô tuyến điện đầu tiên trên thế giới bằng tín hiệu Morse hai từ Heinrich Hertz (bằng cách cải tiến máy phát sóng điện từ đơn giản của Heinrich Hertz). Từ sự kiện này bắt đầu thời kỳ phát triển hết sức mạnh mẽ của thông tin liên lạc vô tuyến điện.

1896 Marchese Guglielmo Marconi (1874 - 1937, nhà phát minh người Italia đăng ký bản quyền sáng chế hệ thống điện báo vô tuyến. Sau đó Marconi còn đoạt

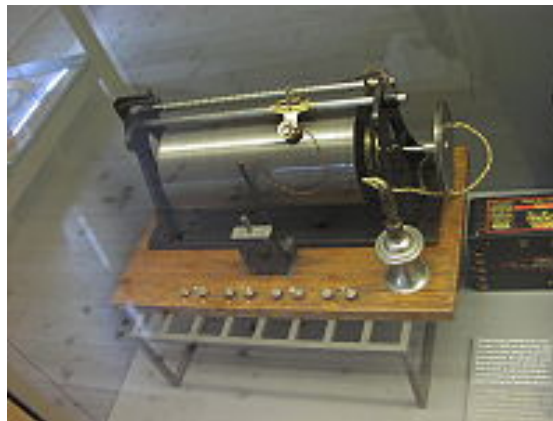
giải Nobel Vật lý năm 1909 cùng với Karl Ferdinand Braun cho sự phát triển của ngành vô tuyến điện

Năm 1897 Karl Ferdinand Braun (1850 - 1918) nhà phát minh, nhà vật lý người Đức. chế tạo thành công đèn tia âm cực CRT (Cathode Ray Tube) làm cơ sở cho vô tuyến truyền hình và vô tuyến định vị RADAR (Radio Detection and Ranging). Năm 1909 ông được nhận Giải Nobel Vật lý cho các nghiên cứu tiên phong về radio cùng với Marconi.



Hình 1.4. Đèn tia âm cực CRT của Braun

Năm 1898 Valdemar Poulsen (1869 - 1942) kỹ sư người Đan mạch phát minh ra kỹ thuật ghi âm từ tính trên dây thép (magnetic wire recording), tiền thân của băng từ (magnetic tape recording) ngày nay



Hình 1.5: Máy ghi âm từ tính của Poulsen

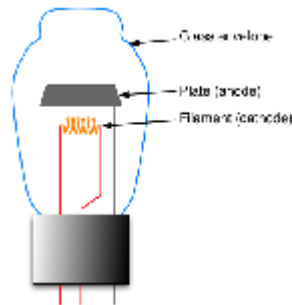
Năm 1900 liên lạc vô tuyến điện ở khoảng cách 45 km.

Năm 1901 tháng 12 Marconi truyền vô tuyến điện qua Đại tây dương bằng cách đưa anten phát lên các con diều để tăng chiều cao của anten



Hình 1.6: Đưa anten lên con điều để tăng chiều cao của anten

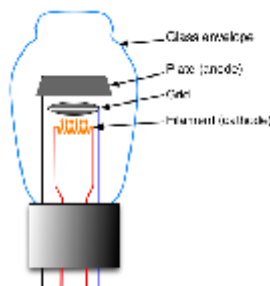
Năm 1904 John Ambrose Fleming (1849 - 1945) nhà vật lý và kỹ sư người Anh, nhờ sự khám phá hiện tượng phát xạ điện tử của Thomas Edison đã phát minh diode chân không.



Hình 1.7: Đèn 2 cực chân không

Năm 1906 Reginald Aubrey Fessenden (1866 – 1932), nhà phát minh người Canada thực hiện truyền tiếng nói và âm nhạc bằng vô tuyến điện

Năm 1906 Lee de Forest (1873 - 1961) nhà phát minh người Mỹ đã phát minh ra đèn điện tử 3 cực. Đây là cuộc cách mạng lần thứ nhất của kỹ thuật điện tử nói chung và vô tuyến điện nói riêng. Có đèn điện tử chúng ta có thể khuếch đại biên độ các tín hiệu đang còn rất bé, nhờ vậy có thể nâng công suất của tín hiệu lên rất nhiều lần.



Hình 1.8: Đèn 3 cực chân không



Năm 1918 Edwin Howard Armstrong (1890 - 1954) nhà phát minh, kỹ sư điện người Mỹ đã phát minh ra máy thu thanh siêu thừa phách (super heterodyne) còn gọi là máy thu đổi tần số, nâng cao một cách rất đáng kể độ nhạy của các máy thu thanh. (trước đây thường dùng loại tách sóng thẳng hoặc khuếch đại thẳng có độ nhạy và độ chọn lọc rất kém).

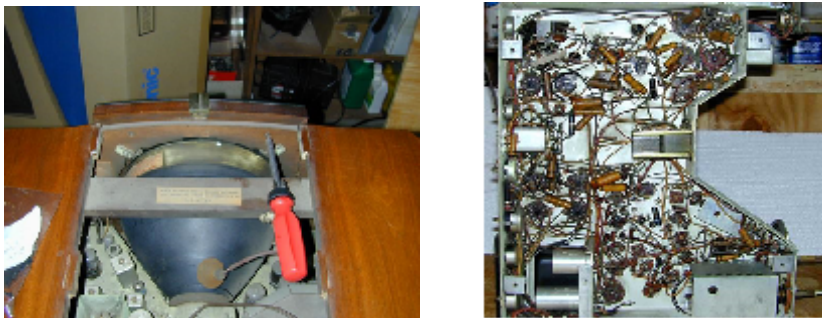
Năm 1925 ngày 30 tháng 6 Charles Francis Jenkins (1867 - 1934) người Mỹ phát minh truyền hình, mặc dù ông sử dụng cơ học hơn là công nghệ điện tử. Ông được cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ số 1.544.156 về truyền hình ảnh không dùng dây dẫn ngày 30 Tháng 6 năm 1925 (nộp vào ngày 13 tháng ba năm 1922).

Năm 1933 Edwin Howard Armstrong phát minh ra phương pháp điều chế tần số FM (Frequency Modulation)

Năm 1946 bắt đầu phát triển vô tuyến truyền hình đen trắng. Máy thu hình đen trắng đầu tiên ra đời là chiếc máy thu hình RCA 630TS gồm 30 đèn điện tử, đường chéo 10 inches của hãng RCA (Radio Corporation of American) Hoa kỳ. Được bán ra thị trường vào ngày 7.10.1946 Với giá 352 USD



Hình 1.9: Máy thu hình RCA630TS



Hình 1.10: Bên trong máy thu hình RCA630TS

Năm 1948 Từ phòng thí nghiệm của hãng Bell, ba nhà khoa học người Mỹ John Bardeen (1908 - 1991), William Bradford Shockley (1910 - 1989) và Walter Houser Brattain (1902 - 1987) chế tạo thành công transistor. Việc xuất hiện của transistor gây ra một cuộc cách mạng lần thứ hai của kỹ thuật điện tử, làm cho kỹ thuật vô tuyến điện bước một bước khổng lồ trong việc nâng cao chất lượng, tăng hiệu suất, thu gọn kích thước, trọng lượng và giảm giá thành một cách rất đáng kể các phương tiện thông tin liên lạc dùng vô tuyến điện.



Hình 1.11: Các loại transistor

Năm 1949 bắt đầu nghiên cứu và thí nghiệm vô tuyến truyền hình màu.

Năm 1953 hệ vô tuyến truyền hình màu đầu tiên trên thế giới NTSC (National Television System Committee) do Mỹ thiết kế ra đời.

Năm 1957 Georges Henri de France (1911 – 1986), kỹ sư người Pháp cho ra đời hệ vô tuyến truyền hình màu SECAM (Séquence de couleurs Avec Mémoire).

Năm 1963 Ngày 03 Tháng 1 Walter Bruch (1908 – 1990), kỹ sư người Đức phát minh hệ vô tuyến truyền hình màu PAL (Phase Alternating Line).

Thế giới đang phát triển truyền hình có độ phân giải cao HDTV (High Definition Television) trên 1000 dòng quét: HD ready với độ phân giải 1366 x 720 pixel và full HD với độ phân giải 1920 x 1080 pixel.

Các hệ truyền hình NTSC, PAL, SECAM dưới dạng kỹ thuật số đã ra đời và đang chiếm vị trí chủ đạo trong vô tuyến truyền hình trên thế giới, cho phép đảm bảo tốt chất lượng tín hiệu truyền hình trong nhiều công đoạn (in sao băng nhiều lần mà không giảm chất lượng hình ảnh, truyền dẫn, chuyển đổi tiêu chuẩn, chuyển đổi hệ...)

Nhờ hỗ trợ vô cùng đặc lực của vệ tinh nhân tạo việc thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện trở nên hiệu quả và tiện lợi. Việt nam có một vệ tinh nhân tạo (vinasat -1) dành cho việc thông tin liên lạc. Vinasat-1 là vệ tinh viễn thông địa

tĩnh đầu tiên của Việt Nam được phóng vào vũ trụ lúc 22 giờ 16 phút ngày 18 tháng 4 năm 2008 (giờ UTC).



Hình 1.12: Vệ tinh địa tĩnh VINASAT 1

Dự án vệ tinh Vinasat-1 đã khởi động từ năm 1998 với tổng mức đầu tư là khoảng hơn 300 triệu USD. Việt Nam đã tiến hành đàm phán với 27 quốc gia và vùng lãnh thổ để có được vị trí 132 độ Đông trên quỹ đạo địa tĩnh.

Vị trí quỹ đạo: quỹ đạo địa tĩnh 132° Đông, cách trái đất 35768 km. Tuổi thọ vệ tinh tối thiểu 15 năm. Dung lượng truyền dẫn tương đương 10000 kênh thoại /Internet /truyền số liệu hoặc khoảng 120 kênh truyền hình

Vệ tinh cao 4m, nặng 2600 kg. Vùng phủ sóng: VN, Đông Nam Á, Trung Quốc, Triều Tiên, Ấn Độ, Nhật Bản, Australia

\* Chương trình phát thanh bằng âm thanh đầu tiên trên thế giới được thực hiện tối 24.12.1906, do Reginald Aubrey Fessenden người Canada thực hiện từ tháp phát sóng cao 128 m của công ty điện tử Bant Rock bang Massachusetts Mỹ.



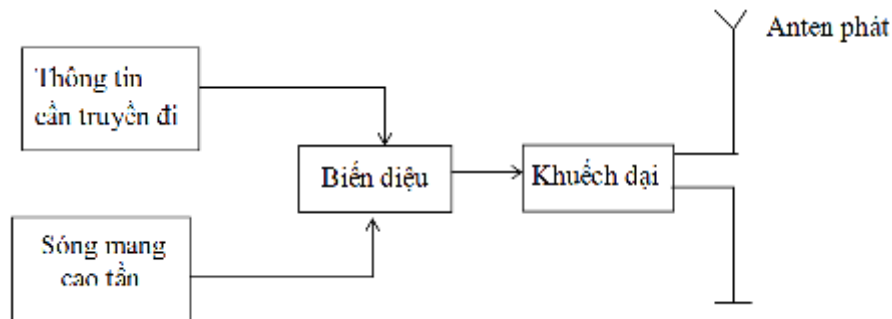
Hình 1.13: Tháp anten Bant Rock

\*Bằng phát minh ngành phát thanh đầu tiên cho việc truyền thông bằng sóng điện từ được trao cho ông Guglielmo Marchese Marconi kỹ sư điện người Ý. Bằng phát minh mang số 12039 cấp ngày 2.6.1896, được chấp nhận chính thức ngày 2 tháng 7 năm 1897

## 2. Nguyên tắc liên lạc bằng Vô tuyến điện

Liên lạc bằng vô tuyến điện là phương pháp phát và thu các thông tin ở một khoảng cách xa và rất xa nhờ sóng điện từ. Do không cần dùng dây dẫn nên cự ly truyền và thu sóng trở nên rộng lớn. Từ một điểm trên trái đất, các thông tin (hình ảnh, âm thanh, văn bản, số liệu v.v...) được truyền đến bất cứ nơi nào trên thế giới. Ngày nay nhờ sự trợ giúp rất đặc lực của các vệ tinh nhân tạo, cự ly truyền và thu sóng điện từ tăng lên vô giới hạn.

### 2.1. Phát sóng điện từ



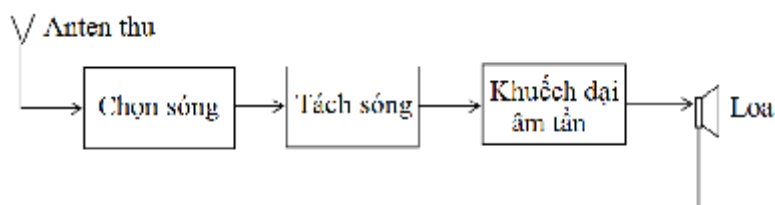
Hình 1.14: Sơ đồ khối việc phát sóng điện từ

Việc phát sóng điện từ được thực hiện theo sơ đồ khối như hình 1.14. Thông tin cần truyền đi là sức điện động của tín hiệu, được lấy ra từ các bộ biến đổi năng lượng. Nó biến đổi các đại lượng không phải điện (tiếng nói, âm nhạc, hình ảnh...) thành ra sức điện động của tín hiệu. Các tín hiệu này có tần số tương đối thấp (ví dụ âm thanh có dải tần số 20Hz ÷ 20kHz) nên không thể truyền đi xa được. Vì vậy ta phải điều chế (modulation) tín hiệu này vào một dao động cao tần gọi là sóng mang (carrier wave). Sóng mang cao tần mang các thông tin mà chúng ta cần truyền đi đến máy thu.

Sóng mang cao tần đã điều chế gọi là sóng biến điệu được đưa vào khối khuếch đại cao tần khuếch đại lên trước khi đưa ra anten phát bức xạ ra không gian.

### 2.2. Thu sóng điện từ

Hình 1.15 cho ta sơ đồ khối của việc thu sóng điện từ:



Hình 1.15: Sơ đồ khối việc thu sóng điện từ

Tất cả sóng điện từ của các đài phát có tần số từ  $f_1 \div f_n$  được anten thu thu nhận và cảm ứng vào anten các sức điện động của các sóng biến điệu. Khối chọn sóng là một khung cộng hưởng có thể thay đổi liên tục tần số cộng hưởng. Nhờ vậy ta có thể lấy ra một sóng điều biến muốn thu trong vô số tần số của các sóng điều biến đi đến anten.

Khối tách sóng hay còn gọi là khối giải điều chế (demodulation) sẽ tách lấy thông tin nguyên thủy ra khỏi sóng mang cao tần. Biên độ của tín hiệu này còn rất bé, khối khuếch đại âm tần sẽ khuếch đại lên, đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh.

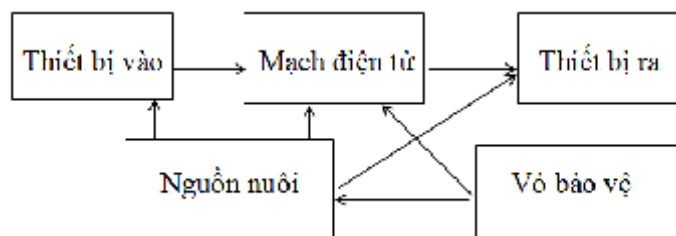
### 3. Yếu tố tuyến tính và yếu tố phi tuyến tính

#### 3.1. Khái niệm

Thiết bị điện tử là những dụng cụ, máy móc dùng các linh kiện điện tử giúp cho con người thực hiện một chức năng nào đó (máy thu thanh, máy thu hình, máy tính, máy in, máy quét...)

Một thiết bị điện tử bao gồm : ( Hình 1.16 )

*Thiết bị vào:* Biến đổi những tín hiệu không điện thành điện (micro, đầu từ, bàn phím, camera v.v...)



Hình 1.16: Sơ đồ khối một thiết bị điện tử

*Thiết bị ra* : Biến đổi các tín hiệu đã được gia công, xử lý thành những mục đích cần không chế và điều khiển (đưa ra loa, hiển thị lên màn hình , máy in ...)

*Nguồn cung cấp*: Cung cấp toàn bộ năng lượng cho máy hoạt động, nguồn cung cấp là nguồn điện một chiều được lọc rất kỹ và rất ổn định.

*Vỏ máy*: Bảo vệ thiết bị bên trong và dễ trang trí.

*Mạch điện tử*: Phần quan trọng nhất của thiết bị điện tử, đóng vai trò gia công và xử lý số liệu theo những mục đích và chương trình định trước. Việc gia công và xử lý này căn cứ vào đặc tính của từng phần tử của mạch, căn cứ vào những định luật ghép nối các phần tử với nhau. Mạch điện tử được tạo bởi:

*a/ Linh kiện điện tử* : Có hai loại:

\*Linh kiện tích cực (active): Đóng vai trò chính trong thiết bị, cần có nguồn năng lượng kích thích để hoạt động. Các loại thường gặp: transistor, mạch tích hợp (tất cả các loại), diode, Triac, SCR, LED. Tín hiệu điện qua nó sẽ bị biến đổi.

\*Linh kiện thụ động (passive): Loại linh kiện có thể hoạt động mà không cần nguồn năng lượng kích thích từ ngoài. Các linh kiện thụ động thường gặp: Điện trở (R), tụ điện (C), cuộn cảm (L). Chỉ gia công tín hiệu chứ không xử lý tín hiệu.

*b/ Mạch điện*:

Các linh kiện điện tử trên được liên kết với nhau theo các định luật nhất định để thực hiện các chức năng nhất định. Có nhiều định luật để nối các phần tử với nhau nhưng chỉ có hai nguyên lý làm việc chung :

\*Nguyên lý tương tự (analog): Tín hiệu ở đầu vào và đầu ra giống nhau và liên tục theo thời gian.

\*Nguyên lý số (digital): Tín hiệu vào và ra nhằm thực hiện các phép tính toán, dựa trên cơ sở rời rạc. Nguyên lý số tác động nhanh và có khả năng rộng lớn hơn nguyên lý tương tự. Tất cả các đại lượng đều có thể biến đổi thành rời rạc (ta gọi là số hóa ).

Thiết bị điện tử có các yêu cầu sau :

\**Độ tin cậy cao*: Xác suất để mạch làm việc bình thường trong những điều kiện cho trước (không đồng nghĩa với tuổi thọ, với độ bền của thiết bị)

\**Kích thước nhỏ*: Trọng lượng bé nhưng vẫn giữ nguyên tính năng

\**Hiệu suất cao* : Tiết kiệm năng lượng :  $\frac{P_{hi}}{P_{tt}} \rightarrow 1$

\**Giá thành hạ*

### 3.2. Yếu tố tuyến tính

Những yếu tố mà trên đó dòng điện, điện áp... phụ thuộc tuyến tính vào nhau. Đó là các linh kiện thụ động:

Trên R:  $U = RI$

Trên C:  $i = C \frac{du}{dt} = \frac{dq}{dt}$

Trên L:  $u = \frac{di}{dt}$

Như vậy  $i$ ,  $u$  phụ thuộc tuyến tính vào nhau, không có bậc 2,3,... của  $i$ ,  $u$ ,  $\frac{di}{dt}$ ,  $\frac{du}{dt}$ , ... Phương trình vi phân diễn tả quá trình trong mạng tuyến tính có hệ số không đổi.

### 3.3. Yếu tố phi tuyến

Những yếu tố mà trên đó các đại lượng dao động phụ thuộc không tuyến tính vào nhau. Đó là các linh kiện tích cực.

Ví dụ: Sự liên hệ giữa điện áp và dòng điện của diode:

$$i = f(u) = C + au + bu^2 + cu^3 + \dots$$

Phương trình vi phân trong mạch phi tuyến là phương trình vi phân phi tuyến. Không có phương pháp giải chung cho các loại phương trình này. Tuy nhiên, khi sử dụng ta thường sử dụng ở đoạn tuyến tính của đặc tuyến để giảm méo tín hiệu. Nghĩa là yếu tố phi tuyến có thể xét ở trường hợp tuyến tính.

## 4. Dao động điều hòa và không điều hòa

### 4.1 Dao động điều hòa

Còn gọi là dao động hình sin, được đặc trưng bằng biên độ  $A_m$  tần số góc  $\omega$  và pha ban đầu  $\varphi$ :

$$s(t) = A_m \cos(\omega t + \varphi) = A_m \cos(2\pi f t + \varphi)$$

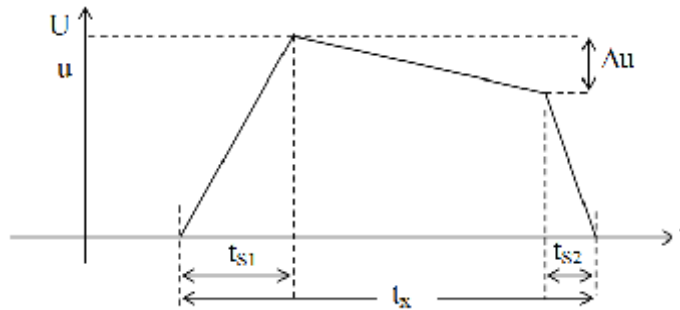
Trong vô tuyến điện, dao động hình sin được tạo ra từ các bộ tạo sóng điện hình sin kiểu LC và RC.

Hiện nay, ta còn dùng thạch anh (quartz) để tạo sóng điện hình sin.

## 4.2. Dao động không điều hòa

Còn gọi là xung điện, là những đại lượng điện (dòng điện, điện áp...) tồn tại trong một thời gian rất ngắn. Trong vô tuyến điện, các xung điện được tạo ra từ các bộ tạo xung. Xung điện có nhiều dạng khác nhau và được gọi tên theo các dạng của nó: xung vuông, xung răng cưa, xung kim ... Mỗi loại xung được dùng trong một mục đích khác nhau: xung vuông làm xung đồng bộ trong vô tuyến truyền hình, xung răng cưa để lái tia điện tử trên màn hình CRT.

### 4.2.1. Các tham số của xung



Hình 1.17: Các tham số của xung

- Độ rộng xung  $t_x$  : Khoảng thời gian tồn tại của xung.
- Biên độ xung  $U_x$  : Giá trị cực đại của xung.
- Độ rộng sườn trước  $t_{s1}$  : Khoảng thời gian tăng của xung
- Độ rộng sườn sau  $t_{s2}$  : Khoảng thời gian giảm của xung.
- Độ sụt đỉnh xung  $\Delta_u$  : Độ giảm biên độ ở đỉnh xung

Thực tế không có dạng xung lý tưởng như ở hình 1.17 vì vậy ta khó xác định điểm bắt đầu và điểm kết thúc sườn xung cũng như đỉnh xung.

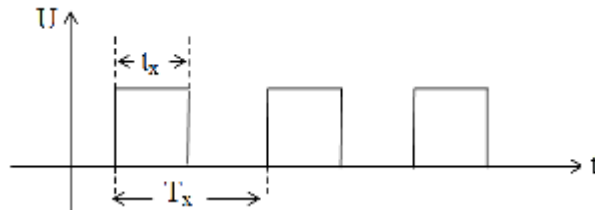
Ta quy ước độ rộng sườn xung bằng khoảng thời gian để xung tăng từ  $0,1 U_m$  đến  $0,9 U_m$  (hoặc giảm từ  $0,9 U_m$  đến  $0,1 U_m$ ). Khi đó độ rộng xung đo bằng khoảng thời gian lớn hơn  $0,1 U_m$ .

### 4.2.2. Dãy xung

Thường không có xung đơn lẻ mà ta hay gặp một dãy xung hoặc một chuỗi xung có chu kỳ  $T_x$  (hình 1.18)

Dãy xung được đặc trưng bởi các tham số:





Hình 1.18: Dãy xung

\* Độ rộng xung  $Q_x = \frac{T_x}{t_x}$

\* Tần số lặp lại  $f_x$  là số xung trong một giây:  $f_x = \frac{1}{T_x} = \frac{1}{Q_x t_x}$

Về mặt toán học, khi nghiên cứu dãy xung ta thường phân tích theo các hàm trực giao (chuỗi Fourier) và có thể biểu diễn bằng phổ là tổng vô hạn của các dao động hình sin có biên độ và pha xác định. Các xung điện có thể bị biến đổi nghiêm trọng khi đi qua mạch tuyến tính, vì vậy khi cần biến đổi các dạng xung để tạo ra các xung cần thiết, người ta dùng các mạch tuyến tính (mạch vi phân hoặc mạch tích phân)

Để tạo các xung điện, ta dùng các đoạn phi tuyến của các dụng cụ bán dẫn (transistor, diode), gọi là phương pháp tạo các xung phi tuyến. Khi đó các transistor được sử dụng như một chuyển mạch điện tử có hai trạng thái thông hoặc không. Nghĩa là transistor chỉ hoạt động ở hai chế độ là bão hòa hoặc tắt hẳn.

### Tóm tắt chương 1

Kỹ thuật vô tuyến điện là kết quả nghiên cứu của nhiều nhà khoa học và kéo dài cả trăm năm

Kỹ thuật vô tuyến điện là kết quả những nghiên cứu liên quan đến sóng điện từ, phương pháp sản xuất các thiết bị điện tử dùng để thu phát sóng điện từ

Muốn truyền thông tin đi xa nhờ sóng điện từ ta cần phải dùng sóng mang cao tần. Việc cài sóng tín hiệu vào sóng mang cao tần gọi là điều chế.

Khi sóng biến điệu đã đến máy thu, ta phải tách sóng lấy ra tín hiệu nguyên thủy để xử lý tiếp.

Các linh kiện điện tử trong các thiết bị vô tuyến điện được chia làm hai loại : linh kiện thụ động và linh kiện tích cực.

Bên cạnh các dao động hình sin, kỹ thuật vô tuyến điện còn tạo ra và sử dụng các dao động xung hỗ trợ cho việc thông tin liên lạc.

Chương 2 chúng ta sẽ nghiên cứu về khung dao động, một nguồn tạo sóng điện hình sin cao tần cơ bản nhất trong kỹ thuật vô tuyến điện.

### **Bài tập ôn tập chương 1:**

- 1/ Kỹ thuật vô tuyến điện đã được hình thành như thế nào ?
- 2/ Nội dung bản tin đầu tiên của loài người truyền đi bằng vô tuyến điện có nội dung như thế nào ? Truyền bằng âm thanh trực tiếp hay bằng mã
- 3/ Nêu khác nhau và giống nhau của Mã Morse và mã nhị phân
- 4/ Tại sao nói rằng đèn điện tử đã làm cuộc cách mạng lần thứ nhất của kỹ thuật điện tử.
- 5/ Bằng phát minh đầu tiên về phát thanh được trao cho ai ?
- 6/ Các linh kiện điện tử được phân loại như thế nào ? tại sao ?
- 7/ Xung điện là gì ? Trình bày các tham số của xung điện.
- 8/ Trình bày các tham số của dao động điều hòa
- 9/ Theo quan điểm của công nghệ thông tin analog thì thông tin có mấy loại.
- 10/ Viết biểu thức toán học của tín hiệu hình ảnh và tín hiệu âm thanh. Nêu những điểm giống nhau và khác nhau của hai loại tín hiệu trên.
- 11/1/ Trình bày những ưu điểm vượt trội của vô tuyến điện.

### **Các nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên nắm vững các hiện tượng, các tính chất vật lý có liên quan đến vô tuyến điện như trường điện từ, phát xạ âm điện từ, dòng điện trong chân không.

\*Tra cứu các tài liệu hoặc khai thác internet về cấu tạo và hoạt động của đèn điện tử hai cực, ba cực chân không, đèn tia âm cực CRT.

\*Xem lại các tham số của dao động điều hòa đã học ở các giáo trình trước, như trị số tức thời, trị số đỉnh đối đỉnh (peak to peak), trị số hiệu dụng (RMS), chu kỳ, tần số...

\*Sinh viên tìm kiếm các linh kiện điện tử có trong các thiết bị vô tuyến điện như các loại điện trở, các loại tụ điện, các loại cuộn dây... và tìm cách đọc trị số (được ghi bằng mã), các tham số, xác định chất lượng của chúng.

### **Các đề tài sinh viên.**

**Đề tài1:** Nghiên cứu cấu tạo, cách sử dụng, phương pháp xác định chất lượng, thống kê những hư hỏng thường gặp của điện trở R.

**Đề tài2:** Nghiên cứu cấu tạo, cách sử dụng, phương pháp xác định chất lượng, thống kê những hư hỏng thường gặp của tụ điện C.

**Các câu hỏi đánh giá**

**A/ Trắc nghiệm**

Sinh viên đánh dấu vào câu trả lời được cho là đúng nhất.

1/ Năm 1896 Popov truyền đi chương trình Vô tuyến điện đầu tiên trên thế giới với hai từ:

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| a/ Po Pov           | b/ Heinrich Herzt  |
| c/ William Shockley | d/ Michael Faraday |

2/ Các linh kiện sau, linh kiện nào là linh kiện phi tuyến:

- |             |             |
|-------------|-------------|
| a/ Điện trở | b/ Tụ điện  |
| c/ Diode    | d/ Cuộn dây |

3/ Bằng phát minh đầu tiên cho việc truyền thông bằng sóng điện từ được trao cho ông :

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| a/ Popov          | b/ Marconi |
| c/ Heinrich Herzt | d/ Maxwell |

4/Một tụ điện có ghi 103J có trị số là:

- |   |  |
|---|--|
| a/ $10 \cdot 10^3 \text{ pF} \pm 500\text{pF}$  | b/ $10^3 \text{ pF} \pm 500\text{pF}$  |
| c/ $10 \cdot 10^3 \text{ pF} \pm 1000\text{pF}$ | d/ $10^3 \text{ pF} \pm 1000\text{pF}$ |

5/ Một điện trở có ghi các màu đỏ đỏ cam nhũ vàng sẽ có trị số là:

- |                                    |                                    |
|------------------------------------|------------------------------------|
| a/ $22.000 \Omega \pm 2200 \Omega$ | b/ $22.000 \Omega \pm 1100 \Omega$ |
| c/ $22.000 \Omega \pm 4400 \Omega$ | d/ $22.000 \Omega \pm 220\Omega$   |

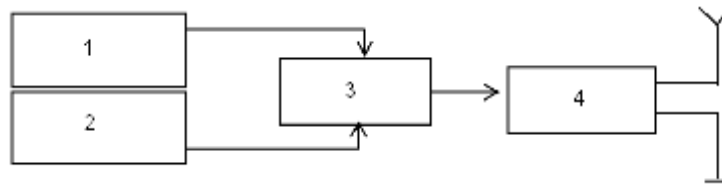
6/ Bảng tin đầu tiên truyền đi nhờ sóng điện từ được truyền bằng:

- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| a/ Ngôn ngữ thường ngày. | b/ Tín hiệu Morse.    |
| c/ Tín hiệu số.          | d/ Tín hiệu tương tự. |

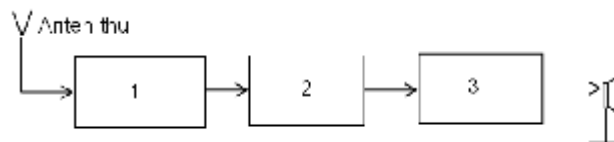
7/ Nguồn nuôi của các thiết bị điện tử:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a/ Nguồn điện xoay chiều                  | b/ Nguồn điện một chiều  |
| c/ Nguồn điện xoay chiều có công suất lớn | d/ Cả ba loại nguồn trên |

8/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối máy phát sóng điện từ lần lượt theo thứ tự 1,2,3:



- a/ 1: sóng mang cao tần; 2: tín hiệu nguyên thủy; 3: điều chế; 4: khuếch đại cao tần  
 b/ 1: tín hiệu nguyên thủy; 2: sóng mang cao tần; 3: điều chế; 4: khuếch đại cao tần  
 c/ 1: khuếch đại cao tần; 2: tín hiệu nguyên thủy; 3: điều chế; 4: sóng mang cao tần  
 d/ 1: điều chế; 2: tín hiệu nguyên thủy; 3: sóng mang cao tần; 4: khuếch đại cao tần
- 9/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối máy thu sóng điện từ lần lượt theo thứ tự 1,2,3:



- a/ c/ 1: chọn sóng; 2: khuếch đại âm tần; 3: tách sóng;  
 b/ c/ 1: tách sóng; 2: chọn sóng; 3: khuếch đại âm tần  
 c/ 1: chọn sóng; 2: tách sóng; 3: khuếch đại âm tần;  
 d/ c/ 1: chọn sóng; 2: khuếch đại âm tần; 3: tách sóng;
- 10/ Người ta nói đèn điện tử 3 cực đã làm một cuộc cách mạng lần thứ nhất của kỹ thuật điện tử vì những ưu điểm sau của nó:
- a/ Kích thước nhỏ, trọng lượng bé, tiêu thụ ít năng lượng.  
 b/ Khuếch đại được tín hiệu  
 c/ Hiệu suất cao  
 d/ Câu a và c đúng
- 11/ Người ta nói transistor đã làm một cuộc cách mạng lần thứ hai của kỹ thuật điện tử vì những ưu điểm sau của nó:
- a/ Kích thước nhỏ, trọng lượng bé, tiêu thụ ít năng lượng.  
 b/ Khuếch đại được tín hiệu

c/Hoạt động ít phụ thuộc vào nhiệt độ

d/ Câu a và b đúng

**B/ Tự luận**

1/ Nghiên cứu xung điện ở những vấn đề sau:

a/ Định nghĩa xung điện

b/ Các tham số của xung điện

c/ Các dạng xung thường gặp và ứng dụng của chúng trong kỹ thuật vô tuyến điện.

2/ Nghiên cứu đèn điện tử ba cực ở những vấn đề sau:

a/ Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của đèn điện tử ba cực

b/ Nhiệm vụ của đèn điện tử ba cực trong kỹ thuật vô tuyến điện tử

c/ Ưu và khuyết điểm của đèn điện tử ba cực.

3/ Vẽ và trình bày hoạt động của sơ đồ khối máy thu sóng điện từ

4/ Vẽ và trình bày hoạt động của sơ đồ khối máy phát sóng điện từ

5/ Tại sao điện trở R, tụ điện C, cuộn dây L là linh kiện tuyến tính.

6/ Tại sao transistor, diode là linh kiện tuyến tính.

## **CHƯƠNG 2**

## **HỆ DAO ĐỘNG**

### **Mở đầu:**

Trong kỹ thuật vô tuyến điện, hệ dao động được dùng trong các mạch điện và điện tử để:

- \*Tạo dao động hình sin cao tần.
- \*Lọc lấy một tần số trong vô số tần số đi qua hệ
- \*Lọc bỏ một tần số trong vô số tần số đi qua hệ.

Ngoài ra hệ dao động còn được dùng làm anten, một dụng cụ không thể thiếu trong việc phát và thu sóng điện từ.

Kỹ thuật vô tuyến điện chia hệ dao động ra làm hai loại: Hệ dao động có thông số tập trung và hệ dao động có thông số phân bố. Mỗi hệ dao động có tính chất và các ứng dụng khác nhau.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được cấu tạo, nguyên lý hoạt động của hệ dao động có thông số tập trung và hệ dao động có thông số phân bố.
- Các tính chất của hệ khi thực hiện cưỡng bức dao động.
- Xác định các công thức tính toán các tham số của khung dao động như tần số, dải thông tần, điện trở sóng...

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Sử dụng được các khung dao động trong kỹ thuật vô tuyến điện.
- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của khung dao động trong từng trường hợp ứng dụng cụ thể.
- Nắm vững và khai thác được các cách mắc cơ bản của khung dao động khi thực hiện dao động cưỡng bức
- Biết rõ các ứng dụng của khung dao động trong các thiết bị vô tuyến điện.

Chương 2 mở đầu cho sinh viên làm quen với các mạch cơ bản của kỹ thuật vô tuyến điện, các mạch này chưa có sự hiện diện của các linh kiện tích cực như transistor, diode... Từ đây sinh viên sẽ được dẫn dắt đến các mạch vô tuyến điện phức tạp hơn, có sự tham gia của các linh kiện tích cực ở các chương sau.

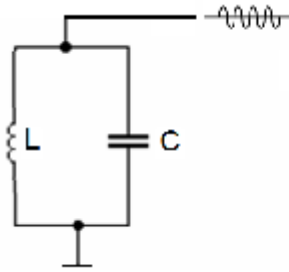
### **A/ HỆ DAO ĐỘNG CÓ THÔNG SỐ TẬP TRUNG - HỆ DAO ĐỘNG**

### **KÍN**

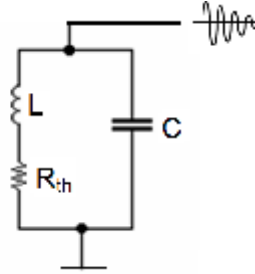
## 1. Khung dao động có thông số tập trung

Khi một khung dao động không bức xạ sóng điện từ ra không gian ta gọi là khung dao động có thông số tập trung hay còn gọi là hệ kín.

Khung dao động là một mạch điện gồm cuộn cảm L và tụ điện C (Hình 2.1a).



Hình 2.1a: Khung LC lý tưởng



Hình 2.1b: Khung LC thực tế

Khung dao động LC hình 2.1a là khung dao động lý tưởng, không bị tiêu hao năng lượng, dao động tạo ra xem như là duy trì. Thực tế, khung dao động còn có thêm điện trở  $R_{th}$  (Hình 2.1b) đây chính là điện trở thuần của sợi dây làm nên cuộn cảm L. Chính điện trở  $R_{th}$  này làm cho năng lượng của hệ bị tiêu hao dưới dạng nhiệt năng, không thể duy trì được dao động, dao động của hệ bị tắt dần.

Như vậy trong thực tế, khung dao động tổn hao gồm: Cuộn cảm L tập trung năng lượng từ, tụ điện C tập trung năng lượng điện và điện trở thuần của cuộn dây  $R_{th}$  đặc trưng cho sự tiêu thụ không thuận nghịch năng lượng điện từ.

Những đại lượng  $R_{th}$ , L, C xác định mối liên hệ giữa điện áp và dòng điện trong mạch, xác định tần số dao động riêng  $f_0$  và chất lượng (hệ số phẩm chất Q) của bản thân khung dao động

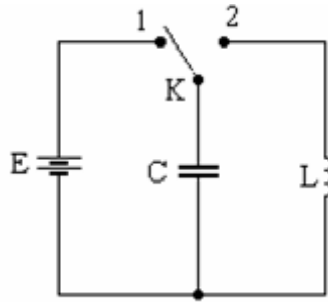
## 2. Dao động tự do trong khung dao động - Công thức Thomson

### 2.1. Dao động tự do của khung dao động:

Để nghiên cứu quá trình tạo ra dao động trong khung dao động LC, ta phân tích quá trình phóng điện và nạp điện của tụ điện C qua cuộn cảm L (Hình 2.2).

Muốn có dao động trong mạch, ta cần truyền cho nó nguồn điện năng E. Trước tiên, khóa K ở vị trí 1. Nguồn điện E tích điện cho tụ điện C. Điện trường nằm giữa hai phiến của tụ điện có dự trữ điện năng:

$$W_C = \frac{CU_{Cmax}^2}{2} \quad U_{Cmax} : \text{điện áp cực đại tích cho tụ C.}$$



Hình 2.2: Sơ đồ khảo sát quá trình phóng và nạp điện của tụ C qua cuộn cảm L

Chuyển khóa K sang vị trí 2. Tụ điện tạo thành một mạch kín với cuộn cảm L. Tụ điện C bây giờ trở thành nguồn điện còn cuộn cảm L là mạch ngoài.

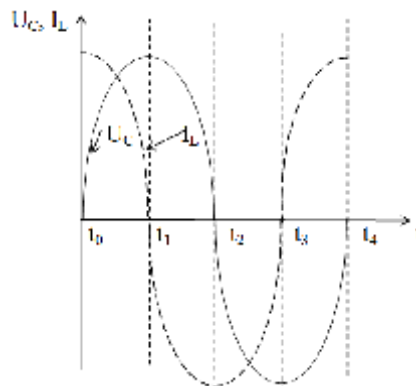
Tụ điện C bắt đầu phóng điện qua cuộn cảm L. Cuộn cảm L là vật tiêu thụ điện. Dòng điện tăng dần trong cuộn cảm L sẽ tạo ra từ trường chung quanh nó. Từ trường này tập trung năng lượng của tụ điện chuyển sang nhưng ở dạng động năng của từ trường.

Dòng điện trong mạch tăng lên trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến  $t_1$  (Hình 2.3)

Vì sức điện động tự cảm do từ trường tăng dần tạo nên sẽ hạn chế cường độ dòng điện (định luật Lenx), nên tụ điện C càng phóng điện nghĩa là thế năng của tụ càng giảm thì độ tăng dòng điện càng giảm. Tại thời điểm  $t_1$  dòng điện đạt giá trị cực đại  $I_{\max}$  còn điện áp trên tụ bằng 0.

Tất cả năng lượng tập trung ở từ trường của cuộn dây. Trị số năng lượng đó

là: 
$$W_L = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$



Hình 2.3: Đồ thị quá trình phóng và nạp điện của tụ C qua cuộn cảm L



Giả sử mạch là lý tưởng ( $R_{th} = 0$ ), thì năng lượng này bằng năng lượng do tụ điện cung cấp để chuyển thành từ trường của cuộn dây trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến  $t_1$ .

$$\text{Ta có: } W_L = \frac{LI_{\max}^2}{2} = W_C = \frac{CU_{C\max}^2}{2}$$

Khi điện áp trên tụ bằng 0, trị số dòng điện trong mạch cực đại ( $i = I_{\max}$ ). Do sức điện động tự cảm cản trở, dòng điện này không thể tăng đột biến từ 0 đến cực đại, cũng như không giảm từ cực đại xuống 0 một cách tức thời.

Sau khi tụ phóng hết điện, cuộn cảm L sẽ trở thành nguồn năng lượng, tụ trở thành mạch ngoài. Từ thời điểm  $t_1$  dòng điện bắt đầu giảm dần. Tụ điện C lại bắt đầu được nạp điện trở lại, điện áp trên nó tăng lên. Năng lượng từ trường biến đổi ngược trở lại thành năng lượng điện trường trong tụ điện. Ở thời điểm  $t_2$ , khi điện áp trên tụ đã đạt được giá trị ban đầu của chúng dòng điện trong mạch bằng 0. Quá trình tích điện cho tụ chấm dứt, mạch trở lại trạng thái ban đầu. Chỉ có khác là cực tính của điện áp trên tụ có chiều ngược lại với chiều trước đây.

Sau đó, tụ C bắt đầu phóng điện qua cuộn cảm L. Lúc này dòng điện chạy theo chiều ngược lại, đó là thời điểm từ  $t_2$  đến  $t_3$ . Năng lượng điện trường lại chuyển thành năng lượng từ trường. Vào thời điểm  $t_3$  khi tụ đã phóng hết lại xảy ra quá trình tích điện (từ thời điểm  $t_3$  đến  $t_4$ ). Tại thời điểm  $t_4$ , điện áp trên tụ đạt được trị số ban đầu  $U_{\max}$  và cực tính của nó giống lúc đầu. Vì vậy, trong khoảng thời gian từ  $t_0$  đến  $t_4$  việc biến đổi điện áp trên tụ C đã xảy ra theo một chu trình trọn vẹn. Sau đó, các quá trình trong mạch lặp lại một cách tuần hoàn.

Quá trình tuần hoàn của việc biến đổi năng lượng giữa tụ C và cuộn cảm L không do tác động của nguồn bên ngoài, gọi là dao động riêng (dao động tự do) của khung.

Đây là quá trình biến đổi năng lượng của nguồn điện áp một chiều thành các dao động hình sin. Ta gọi là sự nghịch lưu.

## 2.2. Tần số và chu kỳ của dao động riêng - Công thức Thomson

Phương trình vi phân diễn tả quá trình dao động trong khung có dạng:

$$\frac{d^2u}{dt^2} + 2\alpha \frac{du}{dt} + \omega_0^2 u = 0 \quad (2.1)$$

u: hiệu điện thế giữa hai bản của tụ điện vào thời điểm t

$$\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$$

$$2\alpha = \frac{R}{L}$$

R là điện trở thuần của cuộn cảm L rất nhỏ nên:

$$\alpha^2 \ll \omega_0^2 \quad (2.2)$$

Như đã biết, nghiệm của phương trình (1) có dạng:

$$u = A \exp(-\alpha t) \cos(\omega_1 t + \varphi) \quad (2.3)$$

$\omega_1$  là tần số dao động tắt dần khác với tần số dao động khi không tắt  $\omega_0$ .

Các hằng số A và  $\varphi$  được xác định từ các điều kiện ban đầu:

Lúc  $t = 0$  thì  $u = U_0$  và  $i = 0$

Kết quả:  $u = U_0 \exp(-\alpha t) \cos \omega_1 t$

$$i = C \frac{du}{dt} \approx U_0 \sqrt{\frac{C}{L}} \exp(-\alpha t) \cos\left(\omega_1 t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (2.4)$$

Từ điều kiện (2.2) ta xem:  $\omega_1 \approx \omega_0 = 2\pi f_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Từ kết quả (2.4) ta thấy dao động điện từ trong khung là tắt dần. Độ tắt dần xác định bởi

$$\alpha = \frac{R}{2L}$$

Ở điều kiện lý tưởng  $R_{th} = 0$ , dao động trong khung là dao động điều hòa.

Chu kỳ của dao động riêng của khung dao động:

$$T \approx T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

f : Hz    L : Henry    C : Fara

Đây là công thức Thomson dùng để tính tần số dao động riêng  $f_0$  của khung.

Ta có bước sóng  $\lambda$  tương ứng:  $\lambda_m = cT_0 = \frac{c \text{ (km/s)}}{f \text{ (kHz)}}$

c là vận tốc của ánh sáng:  $c = 299.792.458 \text{ m/s} \approx 3.10^5 \text{ km/s}$

### 2.3. Các tham số của khung dao động:

#### 2.3.1. Điện trở sóng $\rho$

Thực tế, do có điện trở thuần của cuộn cảm  $L$  nên dao động tắt dần. Từ (2.4) ta có hệ thức sau đây giữa biên độ dòng điện và biên độ điện áp:

$$I_m = U_m \sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{U_m}{\rho} \quad \text{với} \quad \rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\text{Vì } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ nên } \rho = \sqrt{\frac{L}{C}} = L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$$

Đại lượng  $\rho$  có thứ nguyên là điện trở nên được gọi là điện trở sóng của mạch. Nó xác định mối quan hệ giữa  $U_m$  và  $I_m$ .

#### 2.3.2 Hệ số phẩm chất $Q$

Để đặc trưng cho độ tắt dần của khung dao động, nghĩa là đặc trưng cho tốc độ giảm dần biên độ theo thời gian, người ta đưa vào khái niệm về hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động.  $Q$  được định nghĩa như sau:

$$Q = 2\pi \frac{\text{Năng lượng dao động cực đại}}{\text{Năng lượng mất đi trong một chu kỳ}}$$

Hệ số  $2\pi$  đưa vào để dễ tính toán

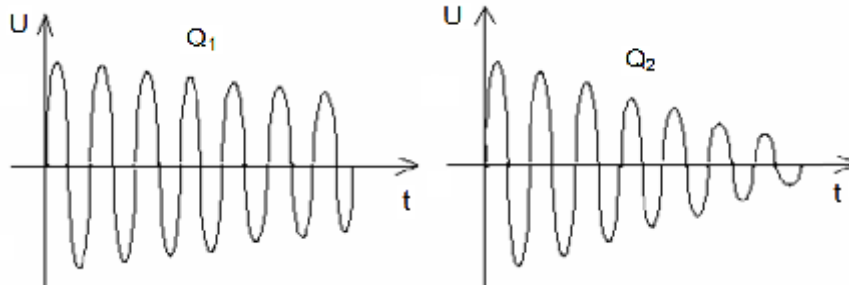
$$Q = 2\pi \frac{LI_{\max}}{R \frac{I_{\max}^2}{2} T_0} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{\rho}{R}$$

Nghịch đảo  $Q$  gọi là hệ số tắt dần của khung dao động:

$$d = \frac{1}{Q} = \frac{R}{\rho}$$

$Q$  càng lớn thì phẩm chất của mạch càng tốt. Dao động trong khung chậm tắt, biến thiên được nhiều chu kỳ trước khi biên độ giảm đi quá nhỏ so với chu kỳ đầu tiên.

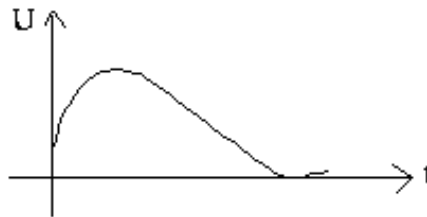
Hình 2.4 biểu diễn dao động tắt dần có cùng chu kỳ nhưng có các hệ số phẩm chất khác nhau ( $Q_1 > Q_2$ ).



Hình 2.4: Ảnh hưởng của  $Q$  đến việc tắt dần của dao động

Nếu mạch dao động có  $R_{th}$  quá lớn và năng lượng trên tắt đi trước khi dòng điện đổi chiều ta sẽ không có dao động

Hệ số phẩm chất của khung có thể đến vài trăm. Những mạch có hệ số phẩm chất kém chỉ khoảng 0,5 đến 20. Muốn có dao động tự do trong khung thì  $1 < 2Q$ . Đối với mạch có  $Q < 0,5$  sẽ không có dao động. (hình 2.5)



Hình 2.5: Đồ thị dao động khi  $Q < 0,5$

Trong kỹ thuật vô tuyến điện không phải lúc nào ta cũng cần có các khung dao động có hệ số phẩm chất cao. Đôi khi để đáp ứng yêu cầu của mạch điện, ta phải hạ hệ số phẩm chất đang có của khung xuống bằng cách nối thêm một điện trở  $R$  vào khung.

### 3. Dao động cưỡng bức - Sự cộng hưởng:

Do có tổn hao năng lượng dưới dạng nhiệt năng, nên để duy trì dao động ta phải tìm cách bù lại năng lượng bị tổn hao đó, có hai phương pháp chính để bù tiêu hao:

\**Dùng năng lượng của nguồn điện ngoài:* Đây là dao động cưỡng bức hay còn gọi là kích thích ngoài.

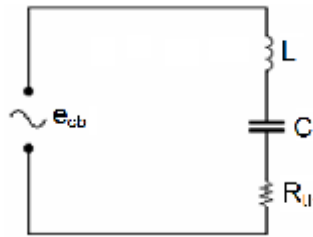
\**Thiết lập mạch điện tử để mạch tự bù tiêu hao:* Đây là những máy tạo dao động hình sin tự kích thích, còn gọi là mạch tự dao động. Ta khảo sát dao động cưỡng bức trước, dao động tự kích sẽ được khảo sát ở chương 4.

Dao động cưỡng bức là dao động của khung dao động LC, khi được kích thích bằng một năng lượng của nguồn điện xoay chiều hình sin bên ngoài để bù tiêu hao. Khung dao động LC sẽ dao động với tần số của nguồn cưỡng bức, không có năng lượng bên ngoài mạch không dao động. Khi tần số của dao động cưỡng bức  $f_{cb}$  bằng tần số dao động riêng  $f_0$  của khung ta có hiện tượng cộng hưởng. Lúc này biên độ  $A$  của dao động tăng vọt. Sức điện động của nguồn cưỡng bức có thể mắc song song hoặc nối tiếp với khung. Mỗi cách mắc sẽ có một số tính chất khác nhau khi xảy ra cộng hưởng và ứng dụng cũng khác nhau trong kỹ thuật vô tuyến điện.

### 3.1. Mạch nối tiếp - Cộng hưởng điện áp (series resonance circuit)

Sức điện động cưỡng bức  $e_{cb}$  là dao động điều hòa được mắc nối tiếp với khung dao động LC

$$e = E_m \cos \omega t \text{ (Hình 2.6)}$$



Hình 2.6: Mạch cộng hưởng nối tiếp

Để điện trở nội của nguồn cưỡng bức không ảnh hưởng đến việc khảo sát, ta giả sử điện trở nội  $R_i$  của nguồn cưỡng bức rất bé:  $R_i = 0$ .

Nguồn điện áp xoay chiều đưa vào khung dao động trong mạch làm cho các phần tử như  $L, C, R$  đều có sụt áp  $U_L, U_C, U_R$ . Mạch trở thành dao động cưỡng bức, trong mạch có hai dao động: dao động riêng  $f_0$  của khung dao động và dao động  $f_{cb}$  của nguồn cưỡng bức. Vì dao động trong khung tắt dần nên sau vài chu kỳ dao động chỉ còn lại dao động cưỡng bức, khung LC dao động với điện áp và tần số của nguồn sức điện động ngoài. Tại mọi thời điểm, điện áp trên toàn mạch  $U_t$  bằng tổng các sụt áp trên các phần tử:

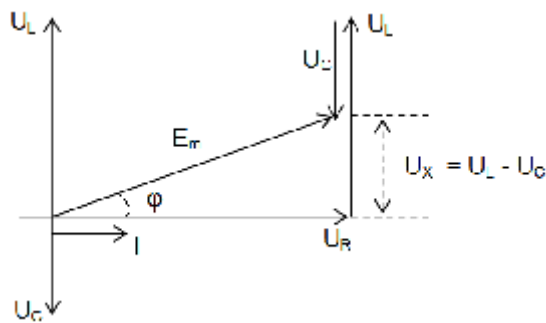
$$U_t = U_L + U_C + U_R$$

$$\text{Sụt áp trên R: } U_R = I R$$

$$\text{Sụt áp trên L: } U_L = I X_L \text{ Nhanh pha so với dòng điện } 90^\circ$$

$$\text{Sụt áp trên C: } U_C = I X_C \text{ Chậm pha so với dòng điện } 90^\circ$$

Từ sơ đồ vaector ở hình 2.7 ta có:



Hình 2.7: Sơ đồ vector

Biên độ của điện áp tổng do nguồn cung cấp cho mạch bằng tổng hình học:

$$E_m = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$$

$$E_m = I_m \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$I_m = \frac{E_m}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

Độ lệch pha  $\varphi$ : 
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R} \quad (2.7)$$

Trong đó: 
$$\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} = Z \quad (2.8)$$

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = X \quad (2.9)$$

Z: Tổng trở của mạch.

X: Điện kháng của mạch.

Từ (2.7) và (2.8) ta thấy trị số của tổng trở Z phụ thuộc vào tần số  $\omega$  của suất điện động xoay chiều cưỡng bức. Nếu các tham số L, C, R<sub>th</sub> giữ nguyên thì:

Ở tần số thấp, dung kháng X<sub>C</sub> sẽ lớn cảm kháng X<sub>L</sub> sẽ nhỏ.

Ở tần số cao dung kháng X<sub>C</sub> sẽ nhỏ cảm kháng X<sub>L</sub> sẽ lớn

Hiệu số X<sub>L</sub> - X<sub>C</sub> giảm và dòng điện tăng lên khi X<sub>L</sub> = X<sub>C</sub> (Lúc đó X = 0).

Nghĩa là khi  $L\omega = \frac{1}{\omega C}$  thì dòng điện cường bức đạt giá trị cực đại, trong mạch xuất hiện hiện tượng cộng hưởng.

Do đó muốn có cộng hưởng thì  $\omega_{cb} = \omega_0$ . Lúc đó:

Không có sự lệch pha giữa dòng điện và điện áp. Theo (2.7) ta có:

$$\operatorname{tg}\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

Trở kháng của mạch cực tiểu và bằng điện trở thuần  $R_{th}$ :

$$Z_{ch} = R_{th}$$

Dòng điện xoay chiều đạt giá trị lớn nhất mà nó có thể có (với điện áp của nguồn cường bức cho trước):  $I_m = \frac{E_m}{R_{th}}$

Điện áp trên tụ điện C bằng điện áp trên cuộn cảm L và lớn hơn biên độ sức điện động ngoài Q lần:

$$U_L = I_m L\omega = \frac{E_m}{R} L\omega_0 = QE_m$$

$$U_C = \frac{I_m}{C\omega} = \frac{E_m}{RC\omega_0} = QE_m$$

Như vậy  $U_L = U_C$  và lớn hơn sức điện động ngoài Q lần.

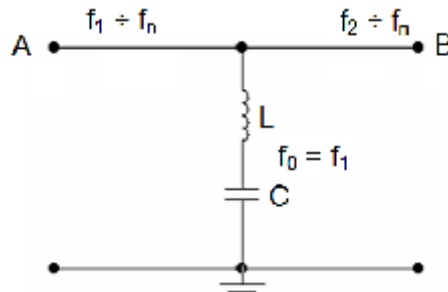
**Kết luận:** Khi cộng hưởng thì  $f_{cb} = f_0$ . Trở kháng của mạch khi cộng hưởng  $Z_{ch}$  cực tiểu và bằng điện trở thuần R của sợi dây làm nên cuộn cảm L. Điện áp trên tụ C bằng điện áp trên cuộn cảm L và lớn hơn sức điện động cường bức Q lần.

Cộng hưởng nối tiếp còn gọi là cộng hưởng điện áp.

Trong kỹ thuật vô tuyến điện, người ta ứng dụng cộng hưởng nối tiếp để làm mạch bẫy sóng (trap). Mạch bẫy sóng sẽ loại bỏ một sóng điện trong vô số sóng điện đi qua khung dao động. Đây là sóng nhiễu từ ngoài xâm nhập vào hoặc là dao động không có ích phải loại bỏ. Dao động bị loại bỏ là dao động có tần số bằng tần số dao động riêng  $f_0$  của khung dao động (hình 2.8).

Giả sử có nhiều sóng điện có tần số từ  $f_1 \div f_n$  đi vào khung dao động LC như hình 2.8. Nếu khung dao động LC có tần số dao động riêng  $f_0$  cùng tần số với  $f_1$ . Lúc đó trở kháng của khung đối với sóng điện có tần số  $f_1$  là bé nhất và bằng điện

trở thuần  $R_{th}$  của cuộn cảm L, điện áp có tần số  $f_1$  sẽ theo điện trở thuần của cuộn cảm L xuống đất, kết quả tại ngõ ra ta loại bỏ được sóng điện có tần số  $f_1$ .

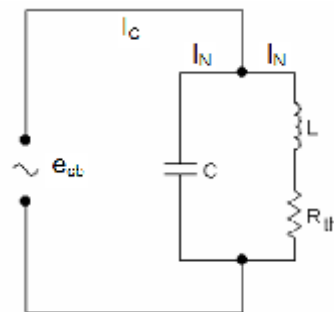


Hình 2.8: Mạch bẫy sóng

### 3.2. Mạch song song - Cộng hưởng dòng điện (parallel resonant circuit)

Khi nguồn của sức điện động ngoài mắc song song với khung dao động LC, ta có mạch song song. (Hình 2.9). Sức điện động cường bức  $e_{cb}$  là dao động hình sin. Để điện trở nội của nguồn cường bức không ảnh hưởng đến việc khảo sát, ta giả sử điện trở nội  $R_i$  của nguồn cường bức rất lớn:  $R_i = \infty$ .

Các hiện tượng của mạch đều giống như trong trường hợp mạch nối tiếp. Chúng ta chỉ xét trường hợp khi khung dao động LC cộng hưởng với sức điện động ngoài.



Hình 2.9: Mạch cộng hưởng song song

Ta có hai trở kháng cần xét  $Z_C$  và  $Z_L$ .

Đối với nhánh gồm R và L ta có cảm kháng của L là  $X_L$

Vậy:  $\bar{Z}_L = R + j\omega L = jX_L + R$

Đối với nhánh thuần điện dung dung kháng là  $-X_C$



Vậy  $\bar{Z}_C = -\frac{j}{\omega C} = j X_C$  (j là đơn vị ảo  $j^2 = -1$ )

Trở kháng tương đương là trở kháng của hai nhánh rẽ của mạch:

$$\bar{Z}_{td} = \frac{\bar{Z}_L \bar{Z}_C}{\bar{Z}_C + \bar{Z}_L} = \frac{(R + jX_L) jX_C}{R + j(X_L + X_C)} \quad (2.10)$$

$$\bar{Z}_{td} = \frac{RX_C^2}{R^2 + (X_L + X_C)^2} + j \frac{X_C(R^2 + X_L^2 + X_L X_C)}{R^2 + (X_L + X_C)^2}$$

Khi cộng hưởng thì không có sự lệch pha giữa điện áp và dòng điện trong mạch, trở kháng tương đương của mạch là số thực. Từ (9) ta có:

$$X_C (R^2 + X_L^2 + X_L X_C) = 0$$

Từ phương trình trên ta có kết quả:

Hoặc  $X_C = 0$  ( $C \rightarrow \infty, \omega \rightarrow \infty$ )

Hoặc  $(R^2 + X_L^2 + X_L X_C) = 0$

$$X_L + X_C = -\frac{R^2}{X_L} \quad (2.11)$$

Thay  $X_L = \omega L$  và  $X_C = \frac{1}{\omega C}$  vào (2.11) Ta được:

$$\omega_{ch} L - \frac{1}{\omega_{ch} C} = -\frac{R^2}{\omega_{ch} L}$$

Ta biết  $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ ,  $\rho^2 = \frac{L}{C}$  nên:

$$\omega_{ch}^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2} = \frac{1}{LC} \left( 1 - R^2 \frac{C}{L} \right)$$

$$\omega_{ch}^2 = \omega_0^2 \left( 1 - \frac{R^2}{\rho^2} \right) < \omega_0^2$$

R là điện trở thuần của sợi dây làm nên cuộn cảm L nên rất bé và có thể bỏ qua. Khi đó  $\omega_{ch} \approx \omega_0$ .

Khi cộng hưởng, theo (11) trở kháng của mạch là:

$$Z_{ch} = \frac{RX_C^2}{R^2 + (X_L + X_C)^2} \quad (2.12)$$

Do điện trở thuần của cuộn cảm  $L$  rất nhỏ (cỡ vài  $\Omega$ ) nghĩa là  $R \ll X_L$ , nên ta có thể thay  $X_L = -X_C$  (thay 2.10) vào công thức (2.11). Ta được:

$$Z_{ch} = \frac{X_C^2}{R} = \frac{X_L^2}{R} = \frac{\omega_0^2 L^2}{R} = \frac{1}{\omega_0^2 C^2 R}$$

Từ đó ta rút ra được công thức cơ bản của mạch cộng hưởng song song khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng:  $Z_{ch} = \frac{\rho^2}{R} = Q\rho = Q^2 R$

**Kết luận:** Đối với mạch cộng hưởng song song, trở kháng của mạch khi cộng hưởng  $Z_{ch}$  cực đại và lớn hơn  $Q$  lần điện trở sóng  $\rho$ , lớn hơn  $Q^2$  lần điện trở thuần  $R$  của sợi dây làm nên cuộn cảm  $L$ . Dòng điện tổng cộng trong mạch chính cực tiểu.

Để tính dòng điện trong các nhánh  $I_n$ , chúng ta chú ý rằng công suất tỏa ra từ nguồn cưỡng bức bằng công suất tiêu thụ trong mạch.

$$\frac{Z_{ch} I_c^2}{2} = \frac{R I_n^2}{2}$$

Với  $I_c$  là dòng điện trong mạch chính và  $I_n$  là dòng điện trong các nhánh. Vì dòng điện trong các nhánh bằng nhau khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng nên:

$$I_n^2 = \frac{Z_{ch}}{R} I_c^2 = \frac{\rho^2}{R^2} I_c^2$$

$$\text{Hay } I_n = Q I_c$$

**Kết luận:** Đối với mạch cộng hưởng song song, khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng thì dòng điện trong các nhánh lớn hơn  $Q$  lần dòng điện trong mạch chính.

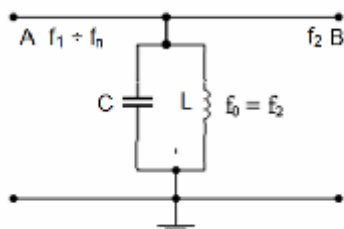
Vì thế cộng hưởng song song còn gọi là cộng hưởng dòng điện.

Chú ý rằng dù dòng điện trong mạch chính là cực tiểu nhưng trên mạch vẫn thu được điện áp cực đại. Điều này được giải thích như sau:

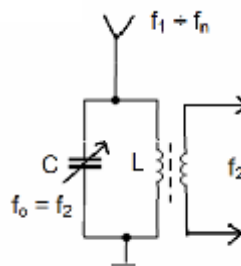
Mạch song song cưỡng bức bởi nguồn có điện trở nội  $R_i$  rất lớn. Khi trở kháng của mạch thay đổi, dòng điện trong mạch chính vẫn hầu như không đổi. Vì vậy, khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng trở kháng cực đại sẽ cho điện áp cực đại.

Trong kỹ thuật vô tuyến điện, người ta ứng dụng cộng hưởng song song để làm mạch lọc sóng (filter) (Hình 2.10a). Mạch lọc sóng sẽ lấy ra một sóng điện trong vô số sóng điện đi qua khung dao động. Ta thường gặp ở mạch chọn sóng

tại đầu vào các thiết bị thu sóng điện từ, dùng để chọn một đài phát mà ta muốn thu. Dao động của đài phát này có tần số bằng tần số dao động riêng  $f_0$  của khung dao động (Hình 2.10b).



Hình 2.10a: Mạch lọc sóng



Hình 2.10b: Mạch chọn sóng

Giả sử có nhiều sóng điện từ có tần số từ  $f_1 \div f_n$  đi vào khung dao động LC như hình 2.9. Nếu khung dao động LC có tần số dao động riêng  $f_0$  cùng tần số với  $f_2$ . Lúc đó trở kháng của khung đối với sóng điện từ có tần số  $f_2$  là lớn nhất và bằng  $Q^2$  lần điện trở thuần  $R_{th}$  của cuộn cảm L. Điện áp có tần số khác tần số  $f_2$  sẽ theo dung kháng  $X_C$  của tụ C xuống đất, còn điện áp có tần số  $f_2$  vì có tổng trở cực đại nên đi thẳng ngõ ra.

Kết quả tại ngõ ra ta lọc ra được sóng điện từ có tần số  $f_2$ .

#### 4. Đường cong cộng hưởng - Dải thông tần $2\Delta f$ của mạch:

Đường cong cộng hưởng biểu diễn sự phụ thuộc của trở kháng, biên độ điện áp, biên độ dòng điện và độ lệch pha vào tần số của sức điện động làm cưỡng bức.

Đường cong cộng hưởng của hai kiểu song song và nối tiếp có dạng giống nhau, đó là dạng hình chuông úp. Đỉnh của nó nhọn hay tù do hệ số phẩm chất Q của khung dao động LC quyết định. Q càng cao đường cong cộng hưởng càng nhọn. Mạch càng chọn lọc. Nghĩa là dải thông tần  $2\Delta f$  của mạch càng hẹp.

Trong kỹ thuật vô tuyến điện, ngoài việc thay đổi tần số của nguồn cưỡng bức, giữ nguyên các tham số của khung dao động LC, ta còn gặp trường hợp giữ nguyên tần số của nguồn cưỡng bức còn thay đổi các tham số của khung dao động LC (Mạch chọn sóng của các máy thu...). Ta xét trường hợp thứ nhất

##### 4.1. Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng nối tiếp:

Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng nối tiếp hay còn gọi là đường cong cộng hưởng đối với dòng điện. Đó là đường biểu diễn của hàm số:  $I_m = f(\omega)$

Nó được xác định theo biểu thức (6) nhưng khi nghiên cứu ta xét tỷ số:

$$\left(\frac{I_m}{I_{\max}}\right)^2 = f\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right) = f(\beta) \quad \text{với } \beta = \frac{\omega}{\omega_0}$$

Vì  $Q^2 = \frac{L}{CR^2}$  và  $I_{\max} = \frac{E_m}{R}$  nên sau vài biến đổi ta có:

$$\left(\frac{I_m}{I_{\max}}\right)^2 = \left[1 + Q^2\left(\beta - \frac{1}{\beta}\right)^2\right]^{-1} \quad (2.13)$$

Ở miền gần cộng hưởng  $\omega = \omega_0 + \Delta\omega$ ,  $\Delta\omega \ll \omega_0$  do đó ta có thể biến đổi:

$$\left(\frac{I_m}{I_{\max}}\right)^2 = \left[1 + \left(Q \frac{2\Delta f}{\omega_0}\right)^2\right]^{-1} = \left[1 + \left(Q \frac{2\Delta f}{f_0}\right)^2\right]^{-1} \quad (2.14)$$

Đường cong cộng hưởng khác nhau theo hệ số phẩm chất  $Q$  (Hình 2.11)

Từ hình 2.10 ta thấy,  $Q$  càng nhỏ đường cong càng mở rộng. Mạch càng kém chọn lọc.

Thường ta quy ước rằng mạch chỉ truyền qua nó những dao động có tần số trong khoảng  $(f_0 + \Delta f)$  và  $(f_0 - \Delta f)$ .

Trong đó  $f_0$  là tần số dao động riêng của khung dao động.

$$\Delta f \text{ là độ biến thiên tần số ứng với khi } \left[\frac{I_m}{I_{\max}}\right]^2 = \frac{1}{2}$$

Nghĩa là khi biên độ của dòng điện bằng  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  biên độ của nó khi cộng hưởng:

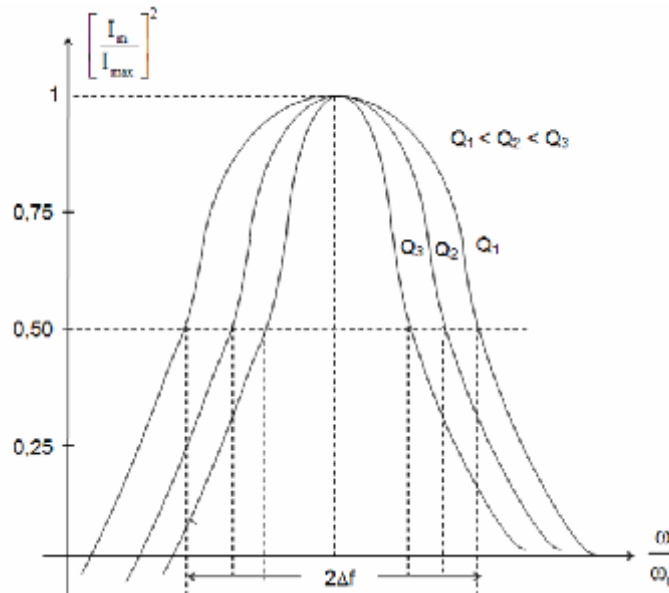
$$I_m = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}.$$

Thay  $\left[\frac{I_m}{I_{\max}}\right]^2 = \frac{1}{2}$  vào công thức (2.14) ta có độ rộng của đường cong cộng

$$\text{hưởng ký hiệu là } h: \quad h = \frac{2\Delta f}{f_0} = \frac{1}{Q} \quad (2.15)$$

Lượng  $2\Delta f$  được gọi là dải thông tần (bandpass) của mạch, đây chính là khoảng tần số có thể đi qua khung dao động. Ý nghĩa vật lý của dải thông tần là khi có nhiều tần số đi qua khung dao động, thì chỉ có những dao động có tần số

nằm trong khoảng  $2\Delta f$  mới có biên độ đáng kể ( $I_m \geq \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$ ), còn những dao động có tần số nằm ngoài dải thông tần  $2\Delta f$  có biên độ quá bé, xem như không truyền qua khung dao động.



Hình 2.11: Ảnh hưởng của  $Q$  đến dải thông  $2\Delta f$

Theo (2.15) muốn tăng dải thông  $2\Delta f$  mà không muốn tăng  $Q$  ta tăng  $f_0$ .

#### 4.2. Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng song song:

Đường cong cộng hưởng của mạch cộng hưởng song song hay còn gọi là đường cong cộng hưởng đối với điện áp. Đó là đường biểu diễn của hàm số:

$$\left(\frac{U_m}{U_{\max}}\right)^2 = f\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right) = f(\beta) \quad \text{với } \beta = \frac{\omega}{\omega_0}$$

Ở gần miền cộng hưởng đường này có biểu thức giống như đường  $\left[\frac{I_m}{I_{\max}}\right]^2$  đối với mạch cộng hưởng nối tiếp:

$$\left(\frac{U_m}{U_{\max}}\right)^2 = \left[1 + \left(Q \frac{2\Delta f}{\omega_0}\right)^2\right]^{-1} = \left[1 + \left(Q \frac{2\Delta f}{f_0}\right)^2\right]^{-1}$$

Đồ thị cộng hưởng có dạng giống như đã vẽ ở hình 2.11. Từ đồ thị cộng hưởng chúng ta cũng xác định được độ rộng h:

$$h = \frac{2\Delta f}{f_0} = \frac{1}{Q}$$

Giống như trường hợp mạch nối tiếp, dải thông tần của mạch song song cũng chính là  $2\Delta f$ .

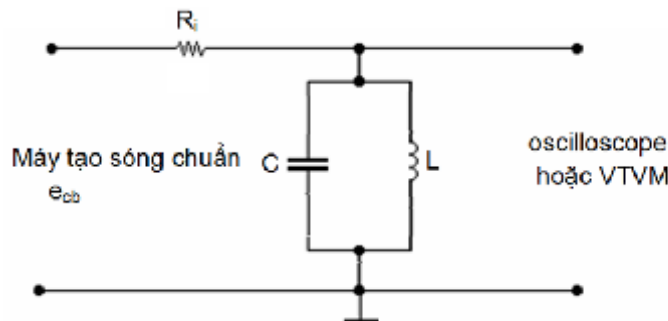
### 5. Phương pháp vẽ đường cong cộng hưởng bằng thực nghiệm:

Để khảo sát đường cong cộng hưởng (thường khảo sát trường hợp mạch cộng hưởng song song), người ta dùng sơ đồ thí nghiệm sau (Hình 2.12)

$e_{cb}$  là nguồn xoay chiều có tần số thay đổi được và ta có thể đọc ngay được trị số tức thời của nó (máy tạo sóng hình sin chuẩn). Biên độ của nguồn xoay chiều luôn không đổi. Đây chính là nguồn cưỡng bức.

V là volt kế điện tử hoặc một dao động ký, để hiển thị mức biên độ ra.

Trên thực tế, để khảo sát đường cong cộng hưởng song song, ta vẽ đường biểu diễn của hàm số:  $\left(\frac{U}{U_{ch}}\right) = g(f)$



Hình 2.12: Sơ đồ thí nghiệm mạch cộng hưởng song song

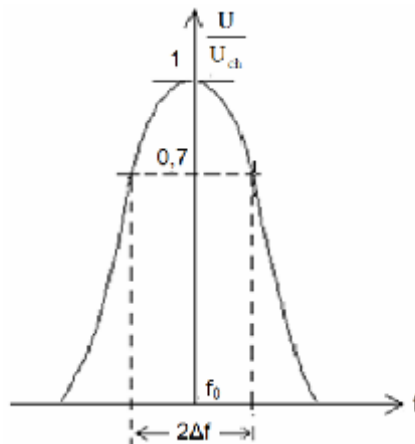
Trong đó:  $U$ : Điện áp của dao động khi chưa xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

$U_{ch}$ : Điện áp của dao động khi xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

#### 5.1. Đo tần số dao động riêng $f_0$ của khung cộng hưởng:

Trước hết dùng công thức Thomson  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  để tính tần số dao động riêng  $f_0$  của khung dao động đang khảo sát.

Đặt máy tạo sóng chuẩn vào thang có chứa tần số  $f_0$ . Thay đổi tần số của máy tạo sóng từ thấp đến cao, kim volt kế tăng dần đến một vị trí nào đó trên volt kế và bắt đầu hạ dù ta vẫn tiếp tục tăng tần số của máy tạo sóng chuẩn. Đây chính là lúc xảy ra hiện tượng cộng hưởng điện áp. Lúc này  $f_{cb} = f_0$ . Đọc tần số của máy tạo sóng chuẩn ta suy ra tần số dao động riêng của khung dao động đo bằng thực nghiệm. Ở vị trí này, trục tung của đồ thị ứng với  $\left(\frac{U}{U_{ch}}\right) = 1$  (Hình 2.13)



Hình 2.13: Đường cong cộng hưởng

### 5.2. Tìm dải thông tần $2\Delta f$ :

Tiếp tục tăng tần số của máy tạo sóng chuẩn, kim Volt kế hạ từ từ cho đến khi bằng  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  biên độ lúc cộng hưởng ta dừng lại. Đọc tần số ở vị trí này ta có  $+ \Delta f$ . Hạ tần số của máy tạo sóng chuẩn và tiến hành như trên ta có  $- \Delta f$ .

### 5.3. Tính hệ số phẩm chất Q

Dùng biểu thức  $Q = \frac{f_0}{2\Delta f}$  ta tính được hệ số phẩm chất Q của khung dao động.

## 6. Ảnh hưởng của điện trở nội $R_i$ của nguồn cưỡng bức:

Điện trở nội của nguồn cưỡng bức đóng vai trò rất quan trọng đối với đường cong cộng hưởng, nó làm cho đường cong cộng hưởng ít nhọn đi, dải thông tần lớn, độ chọn lọc kém.

### 6.1. Trường hợp mạch nối tiếp:

Khi khảo sát ta giả sử điện trở nội của nguồn cưỡng bức bằng 0. Thực tế tất cả các nguồn đều có điện trở nội.

$$\text{Nếu } R_i = 0, \text{ hệ số phẩm chất của mạch: } Q = \frac{\rho}{R} = \frac{1}{h}$$

Khi  $R_i \neq 0$ . Vì  $R_i$  và  $R$  mắc nối tiếp nhau nên chúng ta có ngay hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động khi  $R_i \neq 0$ :

$$Q_1 = \frac{\rho}{R + R_i} = \frac{1}{h_1}$$
$$h_1 = \frac{R + R_i}{\rho} = h \frac{R + R_i}{R}$$

Nghĩa là khi  $R_i \neq 0$ , hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động bé đi, đường cong cộng hưởng mở rộng ra. Điều này là do một phần năng lượng tự tiêu thụ trong phần nguồn.

### 6.2. Trường hợp mạch song song:

$$\text{Nếu } R_i = \infty \text{ thì hệ số phẩm chất } Q \text{ là } Q = \frac{Z_{ch}}{\rho} \text{ tương ứng độ rộng } h \text{ là } h = \frac{1}{Q}$$

Khi  $R_i$  không lớn đến  $\infty$ , nó sẽ làm rẽ mạch của khung dao động vì bây giờ  $R_i$  và điện trở nhánh mắc song song với nhau:

$$Q_1 = \frac{Z_1}{\rho}$$
$$Z_1 = \frac{Z_{ch} R_i}{(R_i + Z_{ch})}$$

$$\text{Nhu thế: } Q_1 = \frac{R_i Z_{ch}}{\rho(R_i + Z_{ch})} = Q \frac{R_i}{R_i + Z_{ch}} = Q \frac{1}{1 + \frac{Z_{ch}}{R_i}}$$

$$\text{Độ rộng } h_1 \text{ tương ứng: } h_1 = \frac{1}{Q_1} = \frac{1}{Q} \left( 1 + \frac{Z_{ch}}{R_i} \right)$$

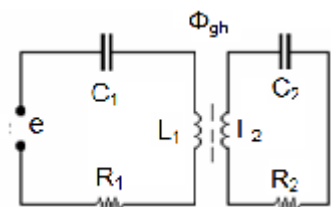
Nhu vậy hệ số phẩm chất  $Q$  bé đi, đường cong cộng hưởng mở rộng ra.

## 7. Mạch liên kết:

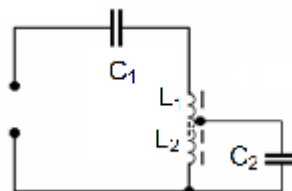


Khi cần truyền năng lượng điện từ từ mạch dao động này sang mạch dao động khác, ta dùng mạch liên kết hoặc còn gọi là mạch ghép. Trong mạch liên kết, dao động xảy ra trong mạch này sẽ tác động lên mạch kia và gây ra trong nó quá trình dao động.

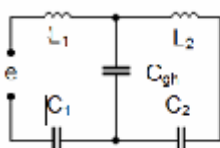
Mạch có thể ghép cảm ứng (Hình 2.14a), ghép tự ngẫu (Hình 2.14b), ghép điện dung (Hình 2.14c), ghép điện trở (Hình 2.14d), ghép hỗn hợp (Hình 2.14e).



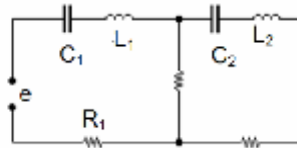
Hình 2.14a: Ghép cảm ứng



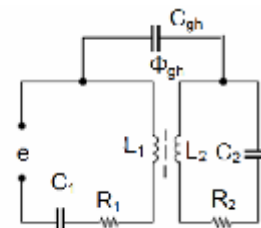
Hình 2.14b: Ghép tự ngẫu



H.2.14c: Ghép điện dung

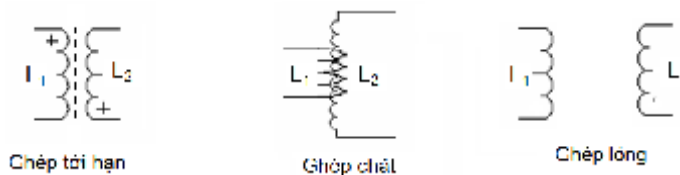


H.2.143b: Ghép điện trở



H.2.14e: Ghép hỗn hợp

Về mức độ ghép ta có: ghép lỏng, ghép chặt, ghép tới hạn (Hình 2.15).



Hình 2.15: Các mức độ ghép của  $L_1$  và  $L_2$

## 7.1. Hệ số liên kết k

Mạch có sức điện động ngoài tác dụng gọi là mạch sơ cấp, mạch kia gọi là thứ cấp. Để có được điện áp hoặc dòng điện cực đại trong mạch, ta có thể thực hiện cộng hưởng nối tiếp hoặc song song ở mạch sơ cấp. Ở liên kết cảm ứng, mạch thứ cấp luôn luôn có cộng hưởng nối tiếp vì sức điện động cảm ứng giữ vai trò máy phát mắc nối tiếp với các yếu tố của mạch. Đặc trưng cho sự liên kết là hệ số liên kết k.

k được định nghĩa:  $k = \sqrt{k_1 k_2}$

Trong đó:  $k_1$  là hệ số ghép của mạch sơ cấp đối với mạch thứ cấp.

$k_2$  là hệ số ghép của mạch thứ cấp đối với mạch sơ cấp.

Để rõ tính chất của hệ số liên kết k, ta xét trường hợp liên kết thường gặp nhất trong các sơ đồ vô tuyến điện, đó là liên kết cảm ứng (Hình 2.14a).

Dòng điện  $i_1$  trong mạch sơ cấp khi đi qua cuộn dây  $L_1$  sẽ tạo ra chung quanh nó một từ trường, các đường sức từ này cắt các vòng dây của cuộn dây  $L_2$  và kích thích trong nó một sức điện động cảm ứng. Sức điện động cảm ứng này tạo nên dòng điện  $i_2$  trong mạch thứ cấp.

Điện áp trên cuộn  $L_1$ :  $u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt}$

Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây  $L_2$ :  $e_2 = M \frac{di_1}{dt}$

M: độ hổ cảm.

Chúng ta có:  $k_1 = \frac{e_2}{u_1} = \frac{M}{L_1}$

Cuộn thứ cấp tác dụng ngược trở lại cuộn sơ cấp. Lý luận tương tự, ta được:

$$k_2 = \frac{M}{L_2}$$

$$k = \sqrt{k_1 k_2} = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

Nhân về phải cả tử và mẫu cho  $\omega$  ta có:  $k = \frac{M\omega}{\sqrt{L_1\omega \cdot L_2\omega}}$

$$\text{Nó có dạng: } k = \frac{Z_{12}}{\sqrt{Z_1 \cdot Z_2}}$$

Đó là biểu thức tổng quát cho hệ số liên kết mà chúng ta suy ra được:

Trong đó  $Z_{12}$  là trở kháng phần chung của hai mạch.

$Z_1$  là trở kháng của mạch sơ cấp.

$Z_2$  là trở kháng của mạch thứ cấp.

Hệ số liên kết  $k$  có trị số từ 0 đến 1. Các sơ đồ vô tuyến điện thực tế thường chọn  $k$  có trị số vài phần trăm. Không bao giờ gặp trường hợp  $k = 100\%$ .

## 7.2. Tần số cộng hưởng khi ghép

Khi ghép hai khung dao động với nhau, do có thêm trở kháng của khung thứ nhất ảnh hưởng điện cảm hoặc điện dung bởi khung thứ hai. Hiện tượng này làm cho hệ thống ghép xuất hiện thêm hai tần số cộng hưởng mới một cao hơn và một thấp hơn  $\omega_0$

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 + \sqrt{k^2 - d^2}}}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 - \sqrt{k^2 - d^2}}}$$

Với  $d = \frac{R}{\rho}$  là hệ số tắt dần. Đây là một tính chất rất quan trọng của mạch liên kết. Tần số cộng hưởng phụ thuộc hệ số liên kết nên còn gọi là tần số liên kết. Tần số liên kết khác nhau càng nhiều khi độ liên kết càng lớn.

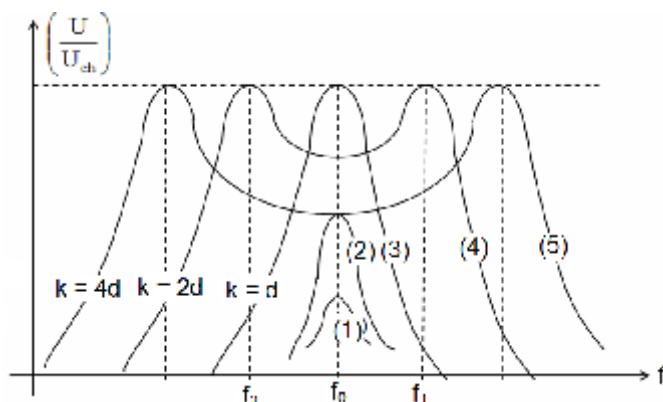
Khi  $k = d$  các tần số liên kết trùng nhau, ta có liên kết tới hạn:

$$\omega_1 = \omega_2 = \omega_0$$

Các khung dao động ghép với nhau càng chặt thì các tần số ghép càng cách xa nhau và chỗ lõm giữa các bứu cực đại càng sâu.

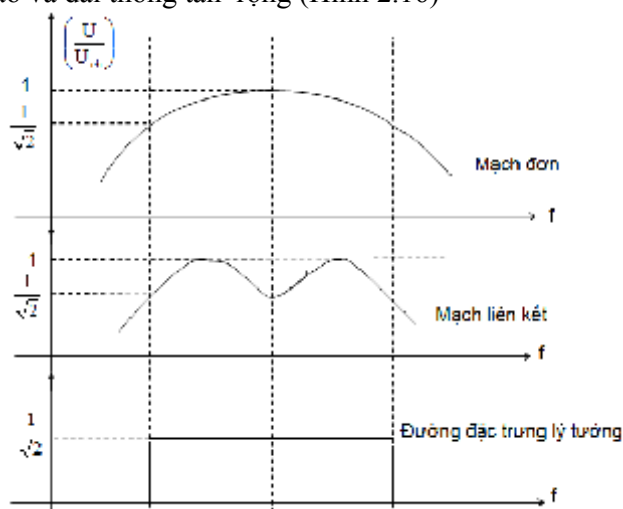
## 7.3. Đường cong cộng hưởng của mạch liên kết

Các khung được ghép trong mạch sẽ ảnh hưởng lẫn nhau và đường cong cộng hưởng của cả hệ thống cũng khác đường cong cộng hưởng của từng khung riêng lẻ. Khi ghép lỏng, sự khác biệt nhau không lớn lắm (Hình 2.15). Khi ghép chặt thì hệ thống ghép xuất hiện những đường cong cộng hưởng hoàn toàn mới, có các bứu và những chỗ lõm giữa các bứu. Từ hình 2.15 ta thấy: Khi tách hai khung ra xa thì ảnh hưởng của chúng rất nhỏ, tín hiệu qua hệ thống này cũng như qua hai khung độc lập (đường 1) Khi hai khung đặt gần nhau thì phần từ thông của khung thứ nhất liên kết với số vòng của khung thứ hai sẽ càng lớn và điện áp ở các đầu ra của hệ thống ở tần số cộng hưởng tăng lên (đường 2) và khi  $k = d$  ta có ghép tới hạn (đường 3).



Hình 2.15: Đường cong cộng hưởng của các kiểu ghép

Khi tiếp tục đặt gần thì điện áp ở tần số cộng hưởng  $f_0$  bắt đầu giảm, đường cong cộng hưởng xuất hiện hai bướu ở hai tần số liên kết (đường 4, 5). Như vậy, khi có liên kết, đường cong cộng hưởng gần với lý tưởng hơn. nó đáp ứng yêu cầu có độ chọn lọc cao và dải thông tần rộng (Hình 2.16)



Hình 2.16: Đường cong cộng hưởng mạch đơn và mạch liên kết

#### 7.4. Bọc kim

Các máy thu. phát vô tuyến điện thường sử dụng các bộ biến áp cao tần, trung tần, dây dẫn tín hiệu, dây nối.... Những linh kiện này sẽ gây những liên kết cảm ứng hoặc liên kết điện dung ký sinh giữa các mạch dao động bất kỳ. Đây là những liên kết có hại, phá rối hoạt động bình thường của mạch điện. Ta không thể

đưa các mạch có khả năng liên kết ra xa nhau vì phương pháp này làm tăng kích thước của các thiết bị. Vì vậy, ta bọc kim tất cả các linh kiện có khả năng tạo ra liên kết cảm ứng và liên kết điện dung ký sinh.

Để loại bỏ liên kết cảm ứng, người ta dùng các hộp bằng nhôm có bề dày 0,3 đến 1 mm, bọc kín các biến áp cao tần, sau đó nối hộp nhôm với đất. Các biến áp được bọc kín bằng hộp thép.

Để loại bỏ liên kết điện dung ký sinh, người ta dùng giáp bọc các dây dẫn tín hiệu. Giáp bọc làm bằng những dây bằng đồng bện lại và cũng được nối đất.



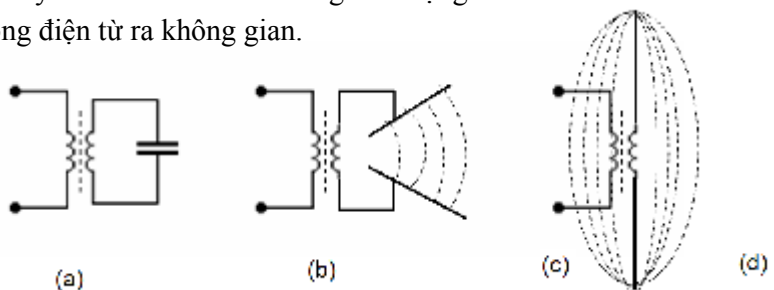
Hình 2.17: Dùng giáp bọc để chống liên kết điện dung ký sinh

## B/ HỆ DAO ĐỘNG CÓ THÔNG SỐ PHÂN BỐ - HỆ DAO ĐỘNG HỖ

### 1. Khung dao động có thông số phân bố

Khung dao động có thông số phân bố là một khung dao động hở. Hệ dao động hở sẽ bức xạ sóng điện từ ra không gian.

Khi thay đổi cấu trúc của khung dao động LC như hình 2.18 abcd thì hệ sẽ bức xạ sóng điện từ ra không gian.



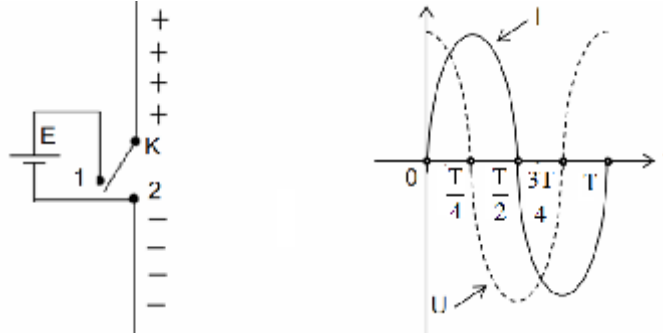
Hình 2.18 abcd: Tác dụng của việc mở rộng bản cực của tụ C

Trong trường hợp giới hạn (d) khung dây trở thành một dây đơn giản và bức xạ sóng điện từ. Hệ đã trở thành anten, một dụng cụ không thể thiếu trong việc thu và phát sóng điện từ.

Mọi dây dẫn đều có độ cảm ứng và điện dung phân bố dọc theo chiều dài của dây. Hệ này được gọi là hệ hở hoặc là hệ dao động có thông số phân bố.

### 1.1. Dao động riêng của hệ dao động có thông số phân bố

Như hệ dao động kín, hệ dao động hở cũng tạo ra dao động điều hòa hình sin có tần số dao động riêng  $f_0$ . Để khảo sát dao động xảy ra trong hệ, ta giả sử dây dẫn thẳng hữu hạn và không nối đất, sợi dây dẫn như vậy được gọi là dao động từ đối xứng hay lưỡng cực (dipole). Tiến hành khảo sát dao động xảy ra trong dây dẫn có chiều dài  $l$ . Nối hai nửa của dao động từ như hình 2.19:



Hình 2.19: Khảo sát dao động xảy ra trong một dây dẫn

Nối hai nửa của dao động từ với nguồn nuôi một chiều (chuyển mạch K ở vị trí 1). Sau khi điện dung phân bố của sợi dây đã được tích điện và giữa hai nửa của nó đã có hiệu điện thế, chuyển K sang vị trí 2. Các điện dung phân bố bắt đầu phóng điện qua thanh ngang dẫn điện của khóa K. Sự phân bố điện áp và dòng điện dọc dây dẫn phụ thuộc vào vị trí điểm đang xét trên dây dẫn và cả thời gian.

### 1.2.. Sự phụ thuộc của điện áp vào dòng điện vào vị trí

Tại phần giữa của dây, dòng phóng điện lớn nhất (ở mọi thời điểm) nghĩa là ở đó có bụng của dòng điện, càng đi về hai nút dòng điện càng giảm.

Ở hai đầu nút dòng điện bằng 0, vì ở đó không có electron đi ra ngoài và cũng không có electron đi từ ngoài vào, nghĩa là ở nút ta có nút của dòng điện. Hiệu điện thế giữa các điểm cách đều điểm giữa càng lớn nếu chúng càng ở xa điểm giữa, vì càng xa điểm giữa phần điện cảm hoặc điện dung tham gia vào việc tạo thành hiệu điện thế đó càng lớn. Ở giữa dây dẫn có nút và ở hai đầu có bụng của điện áp. Điện áp ở hai nút có dấu khác nhau..

### 1.3.Sự biến đổi của dòng điện và điện áp theo thời gian

Khi phóng điện, dòng điện tăng dần lên đạt giá trị cực đại. Dòng điện không thể tăng tức thời vì trong các điện cảm phân bố xuất hiện suất tự cảm chống lại sự tăng của I

Sau thời gian  $t = T/4$ , dòng điện đạt giá trị cực đại (bụng lớn nhất), sự phóng điện kết thúc, toàn bộ năng lượng đã chuyển thành năng lượng từ tập trung trong điện cảm phân bố. Lúc này điện áp ở hai mút bằng 0. Sau đó dòng điện giảm dần, đến lúc  $t = T/2$  dòng điện bằng 0, điện áp có trị số như lúc  $t = 0$  nhưng có chiều ngược lại. Sau đó quá trình tiếp tục cho đến khi  $t = T$  hoàn tất một chu kỳ và tiếp tục chu kỳ khác.

Như vậy, trong dây dẫn xuất hiện dao động điện từ riêng, có chu kỳ hoàn toàn xác định. Có hình thành sóng đứng dòng điện và điện áp, trên dao động từ có  $1/2$  bước sóng. Do đó bước sóng riêng cơ bản của dao động từ dài gấp đôi chiều dài của nó:  $\lambda_0 = 2l$

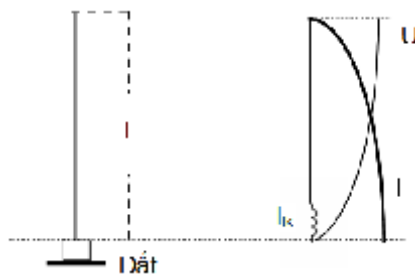
Giống dao động của một sợi dây đàn hồi, bước sóng dao động riêng của dao động từ:  $\lambda = \frac{2l}{n}$   $n = 1, 2, 3, \dots$

Khi  $n = 1$  ta có bước sóng riêng cơ bản.

Vì dao động có nhiều tần số dao động riêng nên trong dao động từ có cộng hưởng bội. Đây là sự khác nhau cơ bản giữa hai hệ dao động kín và hở. Dao động dòng điện và điện áp trong dây lệch pha nhau  $\frac{\pi}{2}$ .

#### 1.4. Dao động từ không đối xứng

Khi nối một đầu dây với đất (Hình 2.20), trên dây chỉ còn lại một phần tư bước sóng. Sợi dây trở thành dao động từ không đối xứng và bước sóng riêng được tính theo công thức:  $\lambda = \frac{4l}{2n-1}$   $n = 1, 2, 3, \dots$ . Giống dao động từ đối xứng, dao động từ không đối xứng cũng có cộng hưởng bội. Khi  $n = 1$  ta có bước sóng riêng cơ bản.



Hình 2.20: Dao động từ không đối xứng

Như hệ dao động kín, dao động trong hệ dao động hở tắt dần do bức xạ, do tiêu thụ năng lượng trên điện trở thuần của dây.

## 2. Dao động cưỡng bức trong hệ có thông số phân bố

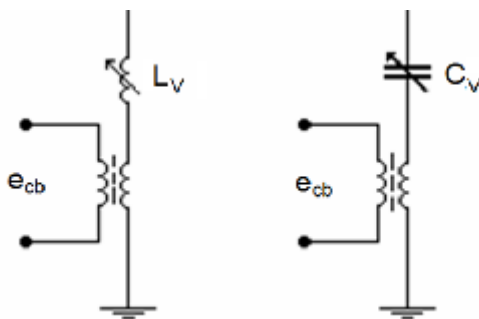
Do dao động trong hệ tắt dần, nên để duy trì dao động ta phải kích thích dao động tử bằng nguồn sức điện động ngoài. Hiện tượng cộng hưởng sẽ xảy ra khi tần số của dao động cưỡng bức bằng tần số dao động riêng của hệ.

Để dao động tử cộng hưởng với nguồn kích thích ta phải thay đổi tần số dao động riêng của nó, nghĩa là thay đổi chiều dài  $l$  của sợi dây. Điều này rất khó thực hiện một cách chính xác. Vì vậy, để hòa hợp tần số người ta mắc thêm vào dao động tử một cuộn cảm hoặc một tụ điện biến đổi được (Hình 2.21).

Khi mắc nối tiếp cuộn cảm biến đổi  $L_V$  vào cuộn  $L$ , độ tự cảm của mạch tăng lên, vì vậy khi chiều dài của dây bé hơn phần tư bước sóng của nguồn kích thích, ta mắc thêm vào dao động tử một cuộn cảm.

Ngược lại, khi chiều dài của dây lớn hơn phần tư bước sóng của nguồn kích thích ta mắc nối tiếp tụ biến đổi  $C_V$  với cuộn dây  $L$

Khi mắc thêm tụ vào điện dung tổng cộng giảm vì tụ này được mắc nối tiếp với điện dung phân bố của sợi dây.



Hình 2.21: Phương pháp thực hiện việc cộng hưởng

### Tóm tắt chương 2

Khung dao động là phần tử thiết yếu tạo ra các dao động hình sin cao tần, nên còn gọi là nguồn tạo sóng điện hình sin cao tần.

Dao động tạo ra tắt dần do mất mát năng lượng dưới tác dụng nhiệt của sợi dây làm nên cuộn dây  $L$



Để duy trì dao động trong kỹ thuật vô tuyến điện ta có hai phương pháp : Dùng dao động hình sin cao tần ngoài, gọi là kích thích ngoài. Hệ sẽ dao động với tần số dao động ngoài. Khi dao động ngoài có tần số bằng tần số dao động riêng của khung dao động sẽ xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

Trong kỹ thuật vô tuyến điện người ta ứng dụng cộng hưởng song song để làm mạch lọc sóng. Mạch cộng hưởng nối tiếp để làm mạch bẫy sóng.

Khi sóng điện từ bức xạ ra không gian ta có hệ dao động hở. Ứng dụng để làm anten trong thu và phát sóng điện từ.

Chương sau ta sẽ nghiên cứu việc ứng dụng khung dao động có thông số phân bố trong kỹ thuật vô tuyến điện đó là anten, một dụng cụ không thể thiếu được trong vô tuyến điện, đồng thời ta cũng nghiên cứu việc truyền lan sóng điện từ trong không gian.

## **Bài tập ôn tập chương 2**

- 1/ Trình bày nhiệm vụ của khung dao động trong kỹ thuật vô tuyến điện
- 2/ Vẽ khung dao động và phân tích quá trình tạo dao động của nó
- 3/ Viết và chứng minh công thức Thomson
- 4/ Tính các tham số của khung dao động
- 5/ Vẽ và phân tích đường cong cộng hưởng
- 6/ Tại sao dao động trong khung dao động bị tắt dần. Các biện pháp để duy trì dao động
- 7/ Trình bày hai ứng dụng quan trọng của hiện tượng cộng hưởng trong kỹ thuật vô tuyến điện.
- 8/ Trình bày các biện pháp để nâng cao hệ số phẩm chất Q của khung dao động.
- 9/ trình bày các biện pháp để chống nhiễu cho các khung dao động.
- 10/ khung dao động kép là gì ? Khi nào ta dùng khung dao động kép.
- 11/ Tại sao gọi là khung dao động có thông số phân bố ? kỹ thuật vô tuyến điện dùng khung dao động có thông số phân bố để làm gì ?
- 12/ Tại sao gọi là khung dao động có thông số tập trung. Kỹ thuật vô tuyến điện ứng dụng khung dao động có thông số tập trung để làm gì ?
- 13/ Viết công thức để tính tần số dao động riêng của khung dao động có thông số phân bố.

14/ Trình bày ảnh hưởng của điện trở nội  $R_i$  nguồn cường bức đối với đường cong cộng hưởng.

**Các nhiệm vụ học tập:**

\*Sinh viên sưu tầm các khung dao động trong các thiết bị vô tuyến điện cũ bao gồm cuộn cao tần, trung tần. Cuộn dây có lõi điều chỉnh hoặc không có. Các khung dao động có bọc kim.

\*Sinh viên khai triển các công thức tính các tham số của khung dao động như công thức Thomson, công thức tính dải thông, hệ số phẩm chất  $Q$ ...chưa được khai triển hết trong giáo trình.

\*Sinh viên lắp ráp một mạch thí nghiệm để đo các tham số của khung dao động được cường bức song song.

**Các đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: *Khung cộng hưởng song song*

**Đề tài 2:** Nghiên cứu kỹ thuật đo tần số, đo điện dung của tụ điện  $C$ , đo điện cảm của cuộn dây  $L$  bằng phương pháp cộng hưởng.

**Đề tài 3:** Khảo sát ảnh hưởng của hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động đối với đường cong cộng hưởng.

**Các câu hỏi đánh giá:**

**A/ Trắc nghiệm**

Sinh viên đánh dấu vào câu trả lời được cho là đúng nhất

1/ Kỹ thuật Vô tuyến điện dùng khung dao động LC để:

- a/ Lọc lấy một tần số trong vô số tần số đi qua khung.
- b/ Tạo dao động hình sin âm tần
- c/ Loại bỏ một số tần số trong vô số tần số đi qua khung.
- d/ Cả ba câu trên đều đúng.

2/ Hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động LC liên quan đến:

- a/ Dải thông  $2\Delta f$ .
- b/ Độ tắt dần của dao động hình sin.
- c/ Điện trở tiêu hao  $R_{th}$  của cuộn dây  $L$ .
- d/ Cả 3 câu trên đều đúng.

3/Dải thông  $2\Delta f$  của một khung dao động càng rộng thì:

- a/ Tần số dao động riêng  $f_0$  của khung càng cao.

b/ Khung dao động càng kém chọn lọc .

c/ Mạch càng dễ dao động.

d/ Cả ba câu trên đều đúng.

4/Một sợi dây đồng có điện trở  $R_{th} = 5\Omega$ . dùng để quấn một cuộn dây L. Khi quấn xong đo được điện trở sóng  $\rho = 2k\Omega$ . Cuộn dây này có hệ số phẩm chất Q:

a/0,0025

b/10000

c/400

d/2005

5/ Trong mạch cộng hưởng nối tiếp. Nếu khung dao động LC có hệ số phẩm chất  $Q = 200$  và sức điện động của nguồn cường bức  $E_{cb} = 12V$  thì khi xảy ra cộng hưởng, điện áp trên tụ C và trên cuộn cảm L:

$$a/ U_L + U_C = \frac{2400V}{2} = 1200V$$

$$b/ U_C + U_L = 2.400 V$$

$$c/ U_C = U_L = 2.400 V$$

$$d/ U_C = U_L = 1.200 V$$

6/ Trong mạch cộng hưởng nối tiếp. Nếu cuộn L có điện trở thuần  $R_{th} = 10 \Omega$  và hệ số phẩm chất  $Q = 200$  thì khi xảy ra cộng hưởng trở kháng của mạch:

$$a/ Z_{ch} = 2.000 \Omega$$

$$b/ Z_{ch} = 10 \Omega$$

$$c/ Z_{ch} = 400 k\Omega$$

$$d/ Z_{ch} = 200 k\Omega$$

7/Trong mạch cộng hưởng song song. Nếu cuộn L có điện trở thuần  $R_{th} = 10 \Omega$  và hệ số phẩm chất  $Q = 200$  thì khi xảy ra cộng hưởng trở kháng của mạch:

$$a/ Z_{ch} = 210 \Omega$$

$$b/ Z_{ch} = 20 k\Omega$$

$$c/ Z_{ch} = 400 k\Omega$$

$$d/ Z_{ch} = 2 k\Omega$$

8/ Kỹ thuật vô tuyến điện dùng mạch cộng hưởng nối tiếp để làm mạch:

a/ bẫy sóng

b/ lọc sóng

c/ chọn sóng

d/ tách sóng

9/ Giải thông  $2\Delta f$  của một khung dao động có hệ số phẩm chất  $Q = 400$ , tần số dao động riêng  $f_0 = 1MHz$  sẽ có trị số là:

$$a/2\Delta f = 4000Hz$$

$$b/2\Delta f = 2500 Hz$$

$$c/2\Delta f = 400 Hz$$

$$d/2\Delta f = 250Hz$$

10/Khung dao động LC có tụ điện C được ghi là 102, tần số dao động riêng đo được  $f_0 = 27 MHz$ . Nối song song một tụ điện  $C_1$  cũng được ghi 102 vào tụ điện C. Tần số dao động riêng  $f_0$  bây giờ sẽ là:

a/  $f_0 = 13,6 \text{ MHz}$

b/  $f_0 = 19,28 \text{ MHz}$

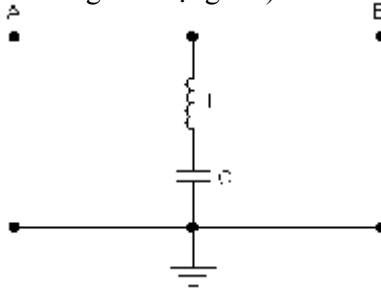
c/  $f_0 = 54 \text{ MHz}$

d/  $f_0 = 37,8 \text{ MHz}$

10/ Muốn mở rộng dải thông  $2\Delta f$  trong kỹ thuật Vô tuyến điện ta làm như sau:

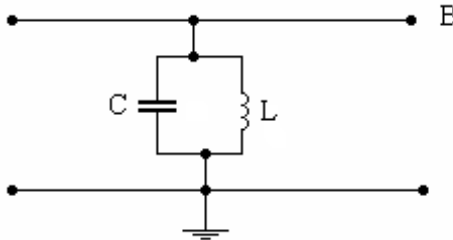
- a/ Dùng khung dao động có hệ số phẩm chất Q kém
- b/ Dùng dây đồng có tiết diện càng bé càng tốt để quấn cuộn cảm L
- c/ Dùng hai khung dao động có cùng tần số ghép liên kết
- d/ Dùng dây đồng có tiết diện càng lớn càng tốt để quấn cuộn cảm L

11/ Đối với sơ đồ sau, khi xảy ra cộng hưởng thì dòng điện có tần số  $f_2$  ( $f_2 = f_0$  là tần số dao động riêng của khung dao động LC) sẽ:



- a/ Đi theo dung kháng  $X_C$  của tụ điện để xuống đất.
- b/ Đi theo cảm kháng  $X_L$  của cuộn dây để xuống đất.
- c/ Đi ngang tổng trở của mạch khi xảy ra cộng hưởng để đến đến điểm B.
- d/ Đi theo tổng trở của mạch khi xảy ra cộng hưởng để xuống đất.

12/ Đối với sơ đồ sau, khi xảy ra cộng hưởng thì dòng điện có tần số  $f_2$  ( $f_2 \neq f_0$  với  $f_0$  là tần số dao động riêng của khung dao động LC) sẽ:



- a/ Đi theo dung kháng  $X_C$  của tụ điện C để xuống đất
- b/ Đi theo tổng trở của mạch khi xảy ra cộng hưởng để xuống đất
- c/ Đi ngang tổng trở của mạch khi xảy ra cộng hưởng để đến đến điểm B
- d/ Đi theo trở kháng tương đương của  $X_C$  và  $X_L$  để xuống đất

13/Một bộ tạo sóng điện hình sin cao tần LC, có tụ C được ghi trị số ở vỏ là 102, khi hoạt động người ta đo được tần số tạo ra là 3 MHz. Nếu thay tụ C được ghi trị số ở vỏ là 103 thì tần số của sóng điện hình sin tạo ra:

- a/  $f = 949 \text{ kHz}$
- b/  $f = 30 \text{ MHz}$
- c/  $f = 0,3 \text{ MHz}$
- d/ Một trị số khác.

14/Các cuộn dây của khung dao động thường được bọc kim là để:

- a/Tăng tần số dao động riêng cho khung dao động.
- b/ Điều chỉnh tần số dao động riêng thật chính xác
- c/ Làm cho tần số dao động riêng luôn luôn được ổn định.
- d/ Chống các liên kết ký sinh.

15/ Các cuộn dây của khung dao động thường có một lõi có thể điều chỉnh vào ra trong khung dao động. Việc điều chỉnh này sẽ điều chỉnh

- a/tăng tần số dao động riêng cho khung dao động.
- b/ tần số dao động riêng của khung thật chính xác
- c/ cho tần số dao động riêng luôn luôn được ổn định.
- d/ việc chống nhiễu một cách chính xác.

16/ Các cuộn dây của khung dao động thường có một lõi có thể điều chỉnh vào ra trong khung dao động. Lõi này được làm bằng:

- a/ Tôn silic
- b/ ferrite
- c/Bán dẫn loại N
- d/ Bán dẫn loại P

17/Để tăng hệ số phẩm chất Q của khung dao động LC ta dùng phương pháp nào sau đây?

- a/ Đưa một lõi vào giữa cuộn dây L
- b/ Dùng dây đồng có tiết diện lớn để quấn cuộn dây L
- c/ Dùng dây đồng có tiết diện nhỏ để quấn cuộn dây L
- d/ Cả a và b đúng.

18/Để chọn lấy một tần số trong vô số tần số ta dùng mạch nào sau đây?

- a/ Mạch cộng hưởng nối tiếp
- b/ Mạch cộng hưởng song song

c/ Mạch cộng hưởng kép

d/ Các loại mạch cộng hưởng.

**B/ Câu hỏi tự luận**

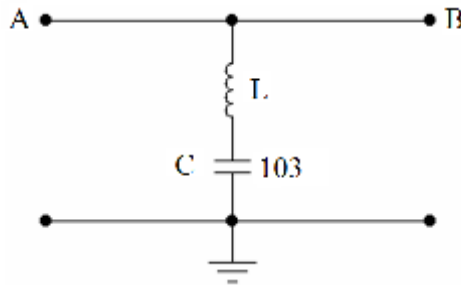
1/ Nghiên cứu khung dao động ở những vấn đề sau:

a/ Vẽ sơ đồ nguyên lý một khung dao động

b/ Trình bày quá trình dao động xảy ra trong khung

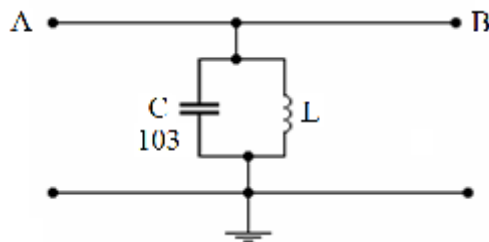
c/ Tính toán để xác định công thức tính tần số dao động riêng của khung dao động.

2/ Cho mạch điện như hình vẽ:



Ở đầu vào A cho hai điện áp có tần số  $f_1 = 4,5\text{MHz}$  và  $f_2 = 6,5\text{MHz}$  đi vào. Ở ngõ ra B chỉ còn lại tần số  $f_2$ . Hỏi ta nên thay đổi linh kiện nào, trị số bao nhiêu để ngõ ra có tần số  $f_1$ .

3/ Cho mạch điện như hình vẽ:



Ở đầu vào A cho hai điện áp có tần số  $f_1 = 4,5\text{MHz}$  và  $f_2 = 6,5\text{MHz}$  đi vào. Ở ngõ ra B chỉ còn lại tần số  $f_2$ . Hỏi ta nên thay đổi linh kiện nào, trị số bao nhiêu để ngõ ra có tần số  $f_1$ .

4/ Khảo sát khung dao động bằng thực nghiệm ở những vấn đề sau:

a/ Vẽ và trình bày hoạt động của sơ đồ thí nghiệm đo các tham số của khung dao động.

b/Phương pháp đo tần số, dải thông tần, vẽ đường cong cộng hưởng của khung dao động.

c/ Trình bày phương pháp xác định trị số của tụ điện C, của cuộn dây L bằng phương pháp cộng hưởng.

5/ Người ta áp dụng hiện tượng cộng hưởng để làm mạch chọn sóng trong máy thu sóng điện từ. Hãy:

a/ Vẽ và trình bày hoạt động của một mạch chọn sóng.

b/ Tính trị số của cuộn dây L để mạch có thể thu được sóng điện của đài phát có tần số 2MHz. Cho biết  $C_V$  được ghi:  $471 \div 102$

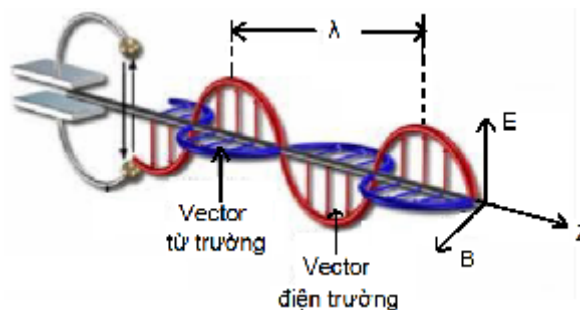
## **CHƯƠNG 3    ANTEN VÀ SỰ TRUYỀN LAN SÓNG ĐIỆN TỪ**

### **Mở đầu**

Trường điện từ biến thiên có khả năng lan truyền trong không gian dưới dạng sóng điện từ, đó là hiện tượng bức xạ sóng điện từ. Hiện tượng bức xạ sóng điện từ có nhiều ứng dụng rất quan trọng. Nó được dùng để liên lạc vô tuyến điện. Do sóng điện từ lan truyền với vận tốc rất lớn (300.000 km/s) nên thông tin vô tuyến điện rất nhanh chóng, vượt qua những khoảng cách rất xa trên mặt đất cũng như trong vũ trụ..

Trường điện từ có năng lượng, trong khi truyền nó mang theo một phần năng lượng của nguồn vào không gian, kèm theo đó trường điện từ có thể mang theo tín hiệu hoặc các thông tin. Muốn lan truyền sóng điện từ trong không gian, người ta phải dùng anten (anten phát). Đây chính là tải của một máy phát sóng điện từ. Ngược lại, muốn thu sóng điện từ ta cũng phải dùng anten (anten thu). Đây chính là đầu vào của máy thu sóng điện từ.

Bức xạ điện từ hay còn gọi sóng điện từ là quá trình biến đổi năng lượng tuần hoàn giữa điện trường E và từ trường H làm cho năng lượng điện từ lan truyền trong không gian. Sóng điện từ có hai thành phần: Điện trường E (V/m) và từ trường H (A/m) vuông góc nhau. Hai đại lượng vector này (phương, chiều, độ lớn) quan hệ mật thiết với nhau trong quá trình lan truyền trong không gian



Hình 3.1: Sóng điện từ ngang TEM (*Transverse Electro Magnetic*)

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được cấu tạo, tính chất, các tham số của anten
- Hiểu rõ phương pháp bức xạ sóng điện từ ra không gian.
- Xác định công thức tính toán các tham số một anten phát sóng điện từ .
- Nắm được ảnh hưởng của bầu khí quyển trong việc truyền lan sóng điện từ



Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Sử dụng được một số anten thu sóng cực ngắn thông dụng.
- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của anten
- Nắm vững và vận dụng được cách phân loại các band sóng trong việc thu và phát sóng điện từ
- Biết rõ nguyên nhân sản sinh sóng điện từ và điều kiện lan truyền của từng band sóng trong không gian.
- Nắm vững và thấu đáo vùng phủ sóng của một anten được cường bức bởi một máy phát sóng điện từ.

Chương 3 cho sinh viên hiểu rõ tường tận hơn về cách bức xạ sóng điện từ ra không gian, về cấu trúc và tác dụng các loại anten thông dụng hiện nay như anten lưỡng cực, anten Yagi, anten gương... Xác định được công thức tính các tham số của anten. Biết được cách phân chia các band sóng và sự truyền lan của nó trong khí quyển.

Sức điện động của tín hiệu nhận được từ anten và từ các nguồn tín hiệu khác có biên độ rất bé nên chương sau ta sẽ nghiên cứu việc khuếch đại biên độ các tín hiệu này.

## **1. Anten:**

### **1.1. Tính chất:**

Về phương diện vật lý, anten là một hệ dao động có thông số phân bố thuộc hệ dao động hở, dùng để thu và phát sóng điện từ. Anten phát biến đổi công suất của tín hiệu điện cao tần thành sóng điện từ và bức xạ sóng điện từ này ra không gian. Nó là tải của máy phát sóng điện từ. Ngược lại, anten thu là đầu vào của một máy thu sóng điện từ. Nó dùng để thu nhận năng lượng sóng điện từ của các đài phát sóng điện từ. Nghĩa là nó tập trung năng lượng sóng điện từ trong không gian thành tín hiệu điện cao tần đưa vào đầu vào máy thu sóng điện từ.

Anten có nhiều cấu trúc khác nhau tùy theo yêu cầu và mục đích sử dụng. Anten Yagi dùng thu phát sóng cực ngắn, anten gương dùng liên lạc vệ tinh... Anten đơn giản nhất là một sợi dây đồng thẳng có chiều dài  $l$ .

Về cấu tạo, tính chất và điều kiện khảo sát, anten thu và anten phát hoàn toàn giống nhau.

Vi anten là một hệ dao động nên nó cũng có tần số dao động riêng. Để năng lượng sóng điện từ được bức xạ tối đa, ta phải cho anten và máy phát hoạt động ở chế độ cộng hưởng.

Chiều dài của anten quyết định tần số dao động riêng của anten:

$$\text{Trường hợp anten đối xứng: } \lambda = \frac{2l}{n}$$

$$\text{Trường hợp anten không đối xứng: } \lambda = \frac{4l}{2n-1}$$

Do đó ta phải tính chiều dài  $l$  của anten cho phù hợp với tần số muốn phát hoặc muốn thu theo một trong hai công thức trên.

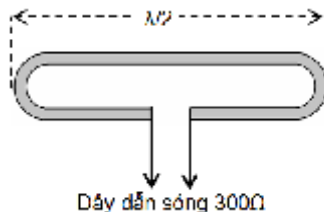
$$\text{Trường hợp anten đối xứng: } l = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{Trường hợp anten không đối xứng: } l = \frac{\lambda}{4}$$

## 1.2. Một số anten thường dùng

### 1.2.1. Anten lưỡng cực

Anten lưỡng cực có trở kháng  $300 \Omega$  (hình 3.2). Điểm giữa của lưỡng cực có điện thế bằng 0 nên ta có thể bắt trực tiếp vào giá đỡ bằng kim loại mà không cần phải cách điện. Đây cũng là đầu ra của tín hiệu thu được, tín hiệu này theo cáp truyền sóng đưa đến máy thu.



Hình 3.2: Anten lưỡng cực

### 1.2.2. Anten Yagi

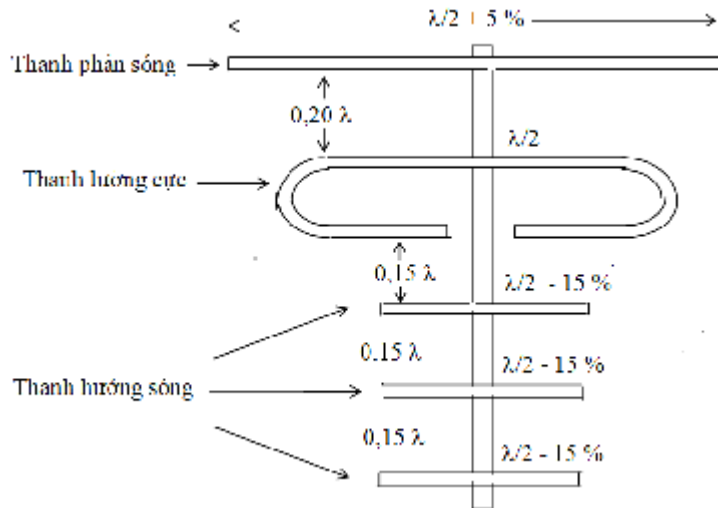
Anten Yagi còn gọi là anten Yagi - Uda do 2 nhà Khoa học người Nhật là Hidetsugu Yagi và Shintaro Uda phát minh vào năm 1926. Đây là loại anten thu và phát sóng cực ngắn tốt nhất hiện nay. Anten Yagi có độ khuếch đại rất cao, tính chọn lọc và định hướng rất tốt. Độ tăng ích của anten Yagi được đánh giá bằng số phần tử (element) của nó.



Hình 3.3: Anten Yagi Uda

Ngoài phần tử bức xạ là thanh lưỡng cực (dipole), anten còn có thêm các phần tử thụ động không nối với cáp truyền sóng. Đó là các ống bằng nhôm có chiều dài thích hợp, đặt song song với phần tử bức xạ ở những khoảng cách phù hợp, gồm phần tử phản xạ (reflector) và hướng xạ (director).

Thông thường anten Yagi chỉ có một phần tử phản xạ, nhiều phần tử hướng xạ. Một anten Yagi 5 phần tử có cấu tạo và kích thước như sau: (Hình 3.4.):



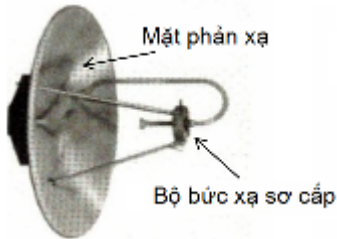
Hình 3.4: Cấu tạo và kích thước anten Yagi 5 phần tử

Trong đó  $\lambda$  là bước sóng của đài phát muốn thu. Anten Yagi có trở kháng sóng 300  $\Omega$ . Số phần tử anten Yagi càng nhiều, độ tăng ích càng cao, tính định hướng càng lớn.

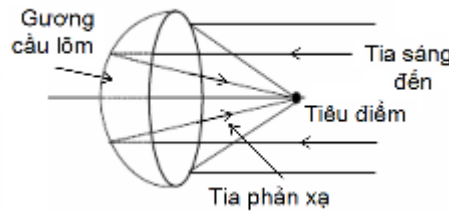
Một lưu ý quan trọng khi mắc anten: dây dẫn sóng (feeder), anten và đầu vào thiết bị thu phải phối trở kháng với nhau.

### 1.2.3. Anten gương

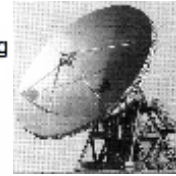
Còn gọi là anten Parabol, đây là loại anten chuyên dụng cho việc thu phát sóng vệ tinh. Ứng dụng các tính chất của gương cầu lõm. Anten gương có cấu tạo như hình 3.5a.



Hình 3.5a: Anten gương



Hình 3.5b: Gương cầu lõm



\**Bộ bức xạ sơ cấp*: Sử dụng anten chấn tử đối xứng hoặc anten loa (feedhorn). Đặt đúng tại tiêu điểm của parabol.

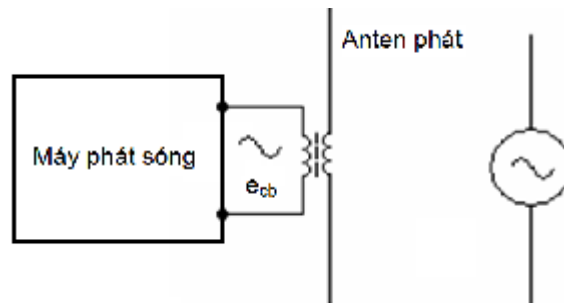
\**Mặt phản xạ*: Hình Parabol tròn xoay với hệ số phản xạ lớn.

## 2. Bức xạ sóng điện từ của anten

### 2.1. Dao động cường bức trong anten

Khi kích thích anten bằng một máy phát dao động cao tần hình sin, trong anten có dao động điện từ cường bức và trong không gian quanh nó sẽ có trường điện từ biến thiên truyền đi với vận tốc ánh sáng.

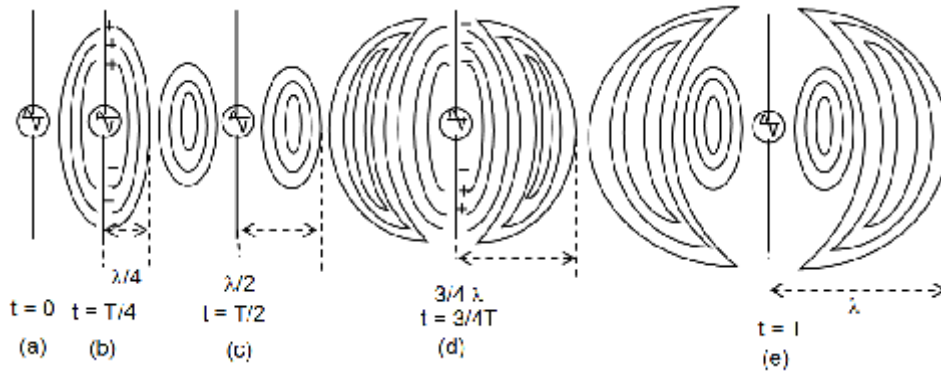
Xét một anten đối xứng, nối vào điểm giữa của anten một sức điện động hình sin cao tần, có tần số bằng tần số dao động riêng của anten. (Hình 3.6).



Hình 3.6: Cường bức anten bằng dao động của đài phát.

Trong anten sẽ xuất hiện dao động cường bức với tần số là tần số của nguồn cường bức. Vì chiều dài của anten phù hợp với bước sóng của nguồn cường bức

nên xảy ra cộng hưởng. Quá trình hình thành sóng điện từ trong không gian anten được mô tả như sau: (Hình 3.7 abcde)



Hình 3.7 abcde: *Quá trình hình thành sóng điện từ trong không gian.*

\**Khi  $t = 0$* : Dòng điện trong anten bằng 0, điện tích lưỡng cực bằng 0 và đường sức điện trường không có trong hình vẽ (Hình 3.7a).

\**Khi  $t = 0$  đến  $t = T/4$* : Trong khoảng 1/4 chu kỳ này dòng điện tăng, điện tích sẽ dịch chuyển từ hai cực của nguồn đến hai nút của anten. Cùng với sự dịch chuyển của điện tích, đường sức của điện trường cũng dịch chuyển theo. Khi  $t = T/4$  dòng điện ngừng tăng và đường sức đến tận các nút của anten (Hình 3.7b).

\**Khi  $t = T/4$  đến  $t = T/2$* : Trong phần tư chu kỳ tiếp theo dòng điện giảm và điện tích dịch chuyển từ các nút của anten đến trung tâm của anten. Các đường sức điện trường co lại về trung tâm, tại thời điểm  $t = T/2$  dòng điện bằng 0, điện tích lưỡng cực lại bằng 0 và trong không gian chỉ còn lại những đường cong khép kín mà xa nhất cách anten một khoảng bằng  $\lambda/2$  (Hình 3.7c).

*Khi  $t = T/2$  đến  $t = 3/4$* : Trong chu kỳ tiếp theo này, dòng điện trong anten lại tăng nhưng theo chiều ngược lại. Cùng với sự dịch chuyển của điện tích, các đường sức điện trường cũng dịch chuyển theo. Các đường sức đó hướng ngược chiều so với các đường sức ở phần tư chu kỳ thứ nhất. Hình 3.7d vẽ đường sức điện trường tại thời điểm  $t = 3/4T$ .

*Khi  $t = T$* : Điện tích của lưỡng cực bằng 0 và đường sức từ ban đầu đã lan truyền đi xa anten một khoảng bằng  $\lambda$ . Quá trình tiếp tục tiếp diễn tuần tự như trên. (Hình 3.7e)

Theo Maxwell, điện trường biến thiên sinh ra từ trường biến thiên và ngược lại. Vì vậy, chúng ta có trường điện từ biến thiên chung quanh lưỡng cực. Đường sức điện trường là những vòng tròn đồng tâm bao quanh lưỡng cực. Trường điện từ này lan truyền trong không gian.

Như thế, nguyên nhân việc truyền lan sóng điện từ trong không gian là do sự sản sinh tương hỗ giữa điện trường và từ trường biến thiên.

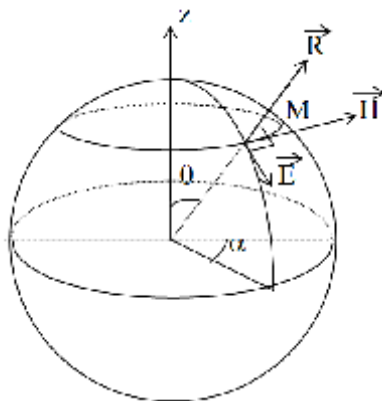
## 2.2.Trường trong miền sóng

Anten bức xạ ra không gian ở xa hoặc rất xa các sóng điện từ. Trường trong miền sóng là miền không gian ở khá xa Anten, nơi xa nhất mà sóng điện từ do Anten bức xạ có thể đi tới được :  $R \gg \lambda$

Sau đây ta khảo sát sự phụ thuộc của trường điện từ với khoảng cách từ Anten phát đến điểm nhận sóng điện từ, với các thông số của máy phát sóng điện từ (nguồn cường bức Anten) như tần số, công suất..

Dùng tọa độ cầu  $(R, \theta, \alpha)$  có trục z trùng với trục Anten.

Vector điện trường E nằm trong mặt phẳng kinh tuyến và tiếp xúc với kinh tuyến tại điểm M đang xét (Hình 3.8)



Hình 3.8: Khảo sát phụ thuộc của E với các thông số của máy phát

Vector H vuông góc với E và R tại điểm M. Vì đối xứng E và H không phụ thuộc  $\alpha$  chỉ phụ thuộc R và  $\theta$ .

Theo lý thuyết trường điện từ, nếu dòng điện chạy trong Anten:

$$\bar{I} = I_0(z) \exp \left[ j \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \right]$$

Thì điện trường  $dE$  do anten nguyên tố  $dz$  sinh ra tại điểm  $M$  (tính trong hệ đơn vị Gauss) là:

$$d\bar{E}_0 = \frac{4\pi}{\lambda c} \frac{I_0(z)}{R} \sin\theta dz \exp\left[j\omega\left(t - \frac{R}{c}\right)\right]$$

Trong đó: Lượng  $I_0(z) dz$  là moment điện của nguyên tố  $dz$ .

$c$  là vận tốc ánh sáng.  $c = 299\,792\,458$  m/s  $\approx$  300 nghìn km/s

Số hạng  $\frac{R}{c}$  nói lên rằng trường điện từ ở điểm  $M$  tại thời điểm  $t$  quyết định

bởi sự phân bố dòng điện trong anten tại thời điểm  $t - \frac{R}{c}$  (sớm hơn) sinh ra.

Do vận tốc truyền sóng là giới nội. Coi anten có độ dài không lớn, nghĩa là coi  $R$  và  $\theta$  không đổi khi chuyển từ nguyên tố  $dz$  này sang nguyên tố  $dz$  khác, chúng ta có giá trị hiệu dụng của điện trường:

$$E_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{4}{\lambda c} \frac{\sin\theta}{R} \int_0^l I_0(z) dz \quad (3.1)$$

Ở miền sóng  $H_\alpha = E_\theta$ .

Từ 3.1 ta nhận thấy:

\* Điện trường  $E$  tỷ lệ nghịch với khoảng cách  $R$  và  $\lambda$ , Khoảng cách càng xa điện trường càng yếu, dòng điện có tần số càng cao ( $\lambda$  càng bé) bức xạ sóng điện từ càng mạnh. Vì vậy, sóng điện từ dùng trong vô tuyến điện có tần số thật cao.

\*Trường phụ thuộc góc  $\theta$  nên bức xạ không đẳng hướng mà định hướng. Tính chất định hướng lan truyền sóng điện từ của anten có nhiều ứng dụng quan trọng. Ta có thể cho bức xạ tập trung vào những vùng không gian nhất định. Do đó có thể dùng Vô tuyến điện để thông tin định hướng, để phát hiện và xác định vị trí, mục tiêu trong radar, để phát hiện vị trí các đài phát bắt hợp pháp...

Anten không bức xạ theo hướng dọc trục của nó (khi  $\theta = 0$ ,  $E_\theta = 0$ ) và bức xạ cực đại trong mặt phẳng xích đạo ( $\theta = \frac{\pi}{2}$ ).

### 3. Anten thu

Anten thu là đầu vào của một máy thu sóng điện từ. Nó dùng để thu nhận năng lượng sóng điện từ của các đài phát sóng điện từ. Nghĩa là nó tập trung năng

lượng sóng điện từ trong không gian thành tín hiệu điện cao tần đưa vào đầu vào máy thu sóng điện từ. Cũng như anten phát, anten thu có rất nhiều kiểu khác nhau tùy theo mục đích sử dụng (anten Yagi dùng để thu sóng cực ngắn, anten parabol để thu sóng từ vệ tinh nhân tạo...). Anten đơn giản nhất là một sợi dây dẫn bằng đồng.

Khi sóng điện từ của các đài phát đi đến anten thu, nó sẽ xuất hiện sức điện động cảm ứng biến thiên cùng tần số với sóng điện từ do anten phát truyền đến.

Để có dòng điện lớn trong anten thu, cần làm cho anten cộng hưởng với dao động muốn thu, điều này có thể thực hiện được bằng cách thay đổi chiều dài của anten, bảo đảm anten có chiều dài  $l$  bằng một nửa bước sóng của đài phát muốn thu. Tuy nhiên, khi một máy thu muốn cộng hưởng với nhiều đài phát thì việc này trở nên khó khăn và không thực tế. Do đó ta phải tìm cách nâng cao độ nhạy của máy thu. Những máy thu đổi tần số hiện nay, dù anten không cộng hưởng với sóng điện cần thu nhưng sức điện động cảm ứng vào anten khoảng vài  $\mu\text{V}$  cũng đủ thu sóng điện từ, trong các máy thu hiện đại có rất nhiều mạch khuếch đại để nâng cao độ nhạy của máy thu.

#### **4. Sự truyền lan sóng điện từ:**

##### **4.1. Đặc điểm cấu tạo của khí quyển:**

Khác với dao động cơ học chỉ truyền trong môi trường đàn hồi, sóng vô tuyến điện lan truyền trong khí quyển quả đất và có thể truyền cả trong chân không.

Ở mặt đất, không khí có mật độ (gồm các khí C, H, O, N) cao nhất và là chất dẫn sóng điện từ tốt nhất. Càng lên cao mật độ khí quyển càng giảm, không khí càng loãng. Ta có thể chia không khí thành nhiều lớp dựa theo tỷ trọng, độ ẩm không khí (Hình 3.9). Sự phân chia này chỉ tương đối, các tầng này có khoảng cách so với trái đất tùy thuộc vào từng miền khí hậu và tùy vào mùa của thời tiết.

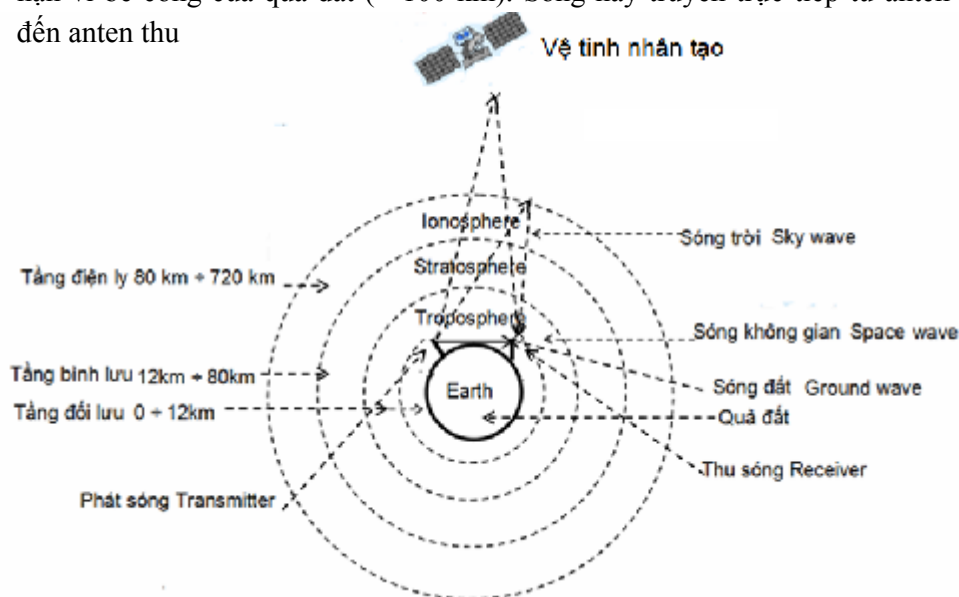
Từ mặt đất trở lên có tầng đối lưu ở độ cao từ 0 đến 12 km, Tầng bình lưu ở độ cao từ 12 km đến 80 km. Tầng điện ly ở độ cao từ 80 km đến 400 km.

Tầng đối lưu có các lớp mây, các lớp không khí có tỷ trọng, độ ẩm khác nhau nên ảnh hưởng đến việc truyền lan sóng điện từ. Tầng bình lưu không ảnh hưởng gì đến việc truyền lan sóng điện từ. Tầng điện ly dưới tác dụng của bức xạ mặt trời, của các tia vũ trụ, các sao băng và các tác dụng khác làm không khí bị ion hóa nên ảnh hưởng quan trọng đến sự lan truyền của sóng ngắn.



Sóng điện từ đi từ anten phát đến anten thu theo hai phương thức:

*Truyền trực tiếp:* Gọi là sóng đất (ground wave) và sóng không gian (space wave). Sóng trực tiếp chỉ lan truyền ở tầng đối lưu nên cự ly truyền sóng bị giới hạn vì bề cong của quả đất (< 100 km). Sóng này truyền trực tiếp từ anten phát đến anten thu



Hình 3.9: Cấu tạo của khí quyển

*Truyền gián tiếp:* Gọi là sóng trời (sky wave). Sóng trời nhờ phản xạ nhiều lần giữa tầng điện ly và bề mặt quả đất nên cự ly truyền sóng rất lớn. Một đài phát đặt ở bên này bán cầu có thể thu được ở bên kia bán cầu.

#### 4.2. Sự truyền lan sóng điện từ trong khí quyển

Trong vô tuyến điện, người ta tạo ra và sử dụng rất nhiều các dao động điều hòa, có tần số từ vài trăm kHz đến hàng GHz để mang các thông tin đến máy thu.

Các sóng điện từ được phân loại thành từng băng (band) sóng. Sự phân chia dựa trên đặc tính gần giống nhau của mỗi băng sóng. Trong vô tuyến điện thường sử dụng các băng sóng sau:

Tên băng sóng	Bước sóng	Tần số
Sóng dài (LW)	2 km ÷ 0,6 km	150 kHz ÷ 500 kHz
Sóng trung (MW)	0,6 km ÷ 150 m	500 kHz ÷ 2 MHz
Sóng ngắn (SW)		

Sóng cực ngắn Sóng cực ngắn gồm:	10 m ÷ 1 dm	2 MHz ÷ 30 MHz
Very High Frequency (VHF)	10 m ÷ 1 m	30 MHz ÷ 300 MHz
Ultra High Frequency (UHF)	1 m ÷ 1 dm	300 MHz ÷ 3 GHz
Super High Frequency (SHF)	1 dm ÷ 1 cm	3GHz ÷ 30 GHz
Extremely High Frequency (EHF)	1 cm ÷ 1 mm	30GHz ÷ 300 GHz
Vi ba (microwave)	30 cm ÷ 1 cm	1 GHz ÷ 30 GHz

Như vậy vi ba (microwave) bao gồm sóng SHF và phần tần số cao của UHF.

MW và SW dùng trong thu phát radio AM

VHF và UHF dùng trong thu phát radio FM và trong Vô tuyến truyền hình

SHF và vi ba dùng trong thu và phát vệ tinh

EHF dùng trong thu và phát vũ trụ

Máy thu thanh (radio) phân chia các băng sóng như sau:

Tên băng sóng	Tần số	Bước sóng
Sóng dài, LW (Long Wave)	150 kHz ÷ 408 kHz	2000 m ÷ 735 m
Sóng trung, MW (Medium Wave)	525 kHz ÷ 1605 kHz	571 m ÷ 187 m
Sóng ngắn, SW (Short Wave) Được phân chia:	4 MHz ÷ 24 MHz	75,9 m ÷ 12,5 m
SW1	3,95 MHz ÷ 7,95 MHz	
SW2	8 MHz ÷ 16 MHz	
SW3	16 MHz ÷ 24 MHz	
VHF dùng để thu phát FM (Frequency Modulation)	65,8 MHz ÷ 73 MHz 87,5 MHz ÷ 104 MHz	4,56 m ÷ 4,1 m 3,65 m ÷ 2,88 m

Sóng điện từ lan truyền trong bầu khí quyển với vận tốc bằng vận tốc của ánh sáng:  $v = c = 299.792.458 \text{ m/s} \approx 3.10^5 \text{ km/s}$

Như sóng ánh sáng, sóng điện từ cũng có hiện tượng giao thoa, khúc xạ, hấp thụ, khúc xạ... Khi gặp vật cản nào đó nó sẽ phản xạ trở lại.

Giao thoa gây ra hiện tượng fading. Khi sóng điện từ đến máy thu theo các đường khác nhau, chúng có thể giao thoa nhau. Sóng tổng hợp có thể mạnh lên hoặc yếu đi nhiều khi tắt hẳn, làm cho máy thu khi thu sóng mạnh khi thu yếu, âm thanh ở loa lúc nghe to lúc nhỏ, hình ảnh thu được khi rõ khi mờ. Vì vậy tất cả máy thu sóng điện từ đều có mạch chống lại hiện tượng trên (anti fading), mạch điện thực hiện gọi là mạch tự điều khuếch AGC (Automatic Gain Control).

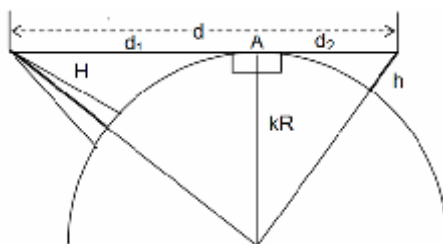
Các band sóng khác nhau có đặc điểm truyền sóng khác nhau:

Sóng dài về ban ngày truyền trực tiếp (sóng đất), đến đêm thì được tầng điện ly phản xạ nên truyền xa hơn nhưng không ổn định. Sóng dài chỉ dùng để phát thanh địa phương. Hiện nay sóng dài không còn sử dụng để phát sóng nữa.

Sóng trung về ban ngày truyền trực tiếp (sóng đất), đến đêm được phản xạ ở tầng điện ly nên đi xa hơn. Sóng trung cũng chỉ để phát sóng địa phương.

Sóng ngắn truyền gián tiếp (sóng trời). Nó được tầng điện ly và mặt đất phản xạ cả ngày lẫn đêm, nên cự ly truyền sóng rất xa, có thể truyền đi hàng vạn km. Sóng ngắn thường hay bị hiện tượng fading. Sóng ngắn chủ yếu dùng để phát thanh ra nước ngoài.

Sóng cực ngắn truyền trực tiếp (sóng đất). Nó bị giới hạn bởi đường cong quả đất nên không truyền đi xa được. Khoảng cách truyền sóng xa nhất của sóng cực ngắn chỉ khoảng 100 km. Sóng cực ngắn không phản xạ ở tầng điện ly nhưng lại xuyên qua tầng điện ly để đi vào không gian vũ trụ. Người ta đã quan sát được sự phản xạ của sóng cực ngắn từ mặt trăng, vì vậy sóng cực ngắn thường được dùng để liên lạc vô tuyến điện giữa quả đất và các vệ tinh nhân tạo. Muốn liên lạc bằng sóng cực ngắn, hai anten thu và phát phải nhìn thấy nhau (phụ thuộc chiều cao của anten thu và anten phát) Hình 3.10



Hình 3.10 Cự ly truyền sóng cực ngắn

Để đơn giản hóa việc tính toán cự ly truyền sóng, ta cho bán kính quả đất lớn hơn bán kính thật  $k$  lần.  $k$  là hệ số Kell,  $k = 1,33$

Gọi  $H$ : Chiều cao của anten phát

$h$ : Chiều cao của anten thu

$d_1$ : Khoảng cách từ anten phát đến điểm A

$d_2$ : Khoảng cách từ anten thu đến điểm A

$R$ : Bán kính của quả đất bằng 6370 km

$$\text{Ta có: } d_1^2 = k^2 R^2 + H^2 + 2kHR - k^2 R^2 = H^2 + 2kHR$$

$$d_2^2 = k^2 R^2 + h^2 + 2khR - k^2 R^2 = h^2 + 2khR$$

Vì  $H \ll R$  nên ta có thể viết:

$$d_1^2 = \sqrt{2kHR} = 4,12 \cdot 10^3 \sqrt{H}$$

$$d_2^2 = \sqrt{2khR} = 4,12 \cdot 10^3 \sqrt{h}$$

Như vậy, cự ly truyền của sóng cực ngắn phụ thuộc vào chiều cao của anten thu và anten phát:  $d = 4,12 \cdot 10^3 (\sqrt{H} + \sqrt{h})$

Các đài phát hình thường lợi dụng những vị trí cao như đồi núi, nhà cao tầng... hoặc xây dựng các tháp anten thật cao để dựng anten truyền sóng. Anten máy thu hình thường đặt trên nóc nhà hoặc dùng các cây sào thật cao (Hình 3.11)



Hình 3.11: Anten thu hoặc phát sóng cực ngắn phải đặt thật cao

### Tóm tắt chương 3

Anten là thiết bị quan trọng trong việc thu phát sóng điện từ. Anten thu và anten phát có cấu trúc hoàn toàn giống nhau, anten thu có thể làm anten phát và ngược lại. Điều khác biệt duy nhất chính là nhiệm vụ của anten. Anten phát là tải của máy phát sóng điện từ nghĩa là anten phát biến đổi công suất của tín hiệu điện cao tần thành sóng điện từ và bức xạ sóng điện từ này ra không gian. Nó là tải của máy phát sóng điện từ. Ngược lại, anten thu là đầu vào của một máy thu sóng điện từ. Nó dùng để thu nhận năng lượng sóng điện từ của các đài phát sóng điện từ. Nghĩa là nó tập trung năng lượng sóng điện từ trong không gian thành tín hiệu điện cao tần đưa vào đầu vào máy thu sóng điện từ.

Vì anten là một hệ dao động nên nó cũng có tần số dao động riêng. Để năng lượng sóng điện từ được bức xạ tối đa, ta phải cho anten hoạt động ở chế độ cộng hưởng. Nghĩa là phải bảo đảm:

$$\text{Trường hợp anten đối xứng: } l = \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{Trường hợp anten không đối xứng: } l = \frac{\lambda}{4}$$

Do đó ta phải tính chiều dài của anten cho phù hợp với tần số muốn phát hoặc muốn thu theo một trong hai công thức trên.

Trường trong miền sóng là miền không gian ở khá xa anten, nơi xa nhất mà sóng điện từ do anten bức xạ có thể đi tới được :  $R \gg \lambda$ . Trường trong miền sóng còn gọi là cự ly truyền sóng, vùng phủ sóng.

Từ công thức :

$$E_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{4 \sin\theta}{\lambda c R} \int_0^l I_0(z) dz$$

ta nhận kết luận:

\* Điện trường E tỷ lệ nghịch với khoảng cách R và  $\lambda$ , Khoảng cách càng xa điện trường càng yếu, dòng điện có tần số càng cao ( $\lambda$  càng bé) bức xạ sóng điện từ càng mạnh. Vì vậy, sóng điện từ dùng trong vô tuyến điện có tần số thật cao.

\*Trường phụ thuộc góc  $\theta$  nên bức xạ không đẳng hướng mà định hướng. Tính chất định hướng lan truyền sóng điện từ của anten có nhiều ứng dụng quan trọng. Ta có thể cho bức xạ tập trung vào những vùng không gian nhất định. Do

đó có thể dùng Vô tuyến điện để thông tin định hướng, để phát hiện và xác định vị trí, mục tiêu trong radar, để phát hiện vị trí các đài phát bắt hợp pháp...

Anten không bức xạ theo hướng dọc trục của nó (khi  $\theta = 0$ ,  $E_{\theta} = 0$ ) và bức xạ cực đại trong mặt phẳng xích đạo ( $\theta = \frac{\pi}{2}$ ).

sóng vô tuyến điện lan truyền trong khí quyển quả đất và có thể truyền cả trong chân không.

Từ mặt đất trở lên có tầng đối lưu ở độ cao từ 0 đến 12 km, Tầng bình lưu ở độ cao từ 12 km đến 80 km. Tầng điện ly ở độ cao từ 80 km đến 400 km.

Sóng điện từ đi từ anten phát đến anten thu theo hai phương thức:

*Truyền trực tiếp:* Gọi là sóng đất (ground wave) và sóng không gian (space wave). Sóng trực tiếp chỉ lan truyền ở tầng đối lưu nên cự ly truyền sóng bị giới hạn vì bề cong của quả đất ( $< 100$  km). Sóng này truyền trực tiếp từ anten phát đến anten thu

*Truyền gián tiếp:* Gọi là sóng trời (sky wave). Sóng trời nhờ phản xạ nhiều lần giữa tầng điện ly và bề mặt quả đất nên cự ly truyền sóng rất lớn. Một đài phát đặt ở bên này bán cầu có thể thu được ở bên kia bán cầu.

Sóng điện từ dùng trong vô tuyến điện có tần số từ vài trăm kHz đến hàng GHz để mang các thông tin đến máy thu, được phân loại thành từng băng (band) sóng. dựa trên đặc tính gần giống nhau của mỗi băng sóng. Gồm:

\*Dùng trong thu phát radio AM: Sóng dài (LW) Sóng trung (MW) Sóng ngắn (SW). SW được phân chia: SW1, SW2, SW3.

\*Dùng trong thu phát radio FM và trong Vô tuyến truyền hình: Siêu cao tần (VHF) Thâm cao tần (UHF)

\*Dùng trong thu và phát vệ tinh: Super High Frequency (SHF)

\*Dùng trong thu và phát vũ trụ: Extremely High Frequency (EHF)

\*Vi ba (microwave) bao gồm sóng SHF và phần tần số cao của UHF.

Như sóng ánh sáng, sóng điện từ cũng có hiện tượng giao thoa, khúc xạ, khuếch tán, hấp thụ, khúc xạ... Khi gặp vật cản nào đó nó sẽ phản xạ trở lại. Hiện tượng giao thoa gây ra hiện tượng fading. Tất cả máy thu sóng điện từ đều phải có mạch tự điều chỉnh AGC.

Sóng trung về ban ngày truyền trực tiếp (sóng đất), Sóng ngắn truyền gián tiếp (sóng trời). Sóng cực ngắn truyền trực tiếp (sóng đất). sóng cực ngắn thường được dùng để liên lạc vô tuyến điện giữa quả đất và các vệ tinh nhân tạo. Muốn liên lạc bằng sóng cực ngắn, hai anten thu và phát phải nhìn thấy nhau.

Chương tiếp theo ta sẽ nghiên cứu việc khuếch đại biên độ các tín hiệu vô tuyến điện còn rất bé do anten thu được và từ các nguồn tín hiệu khác.

### **Bài tập ôn tập chương 3**

- 1/ Bức xạ sóng điện từ là gì?
- 2/ Trình bày vai trò của anten trong kỹ thuật vô tuyến điện.
- 3/ Điều kiện để anten thu hoặc phát sóng điện từ tối ưu?
- 4/ Anten Yagi dùng để thu sóng điện nào. Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động.
- 5/ Trình bày cấu tạo của anten parabol
- 6/ Viết công thức tính điện trường E của một anten phát. Từ đó cho biết các tính chất của dao động hình sin được dùng làm sóng mang.
- 7/ Trình bày cấu tạo của khí quyển
- 8/ Người ta phân chia các sóng điện làm sóng mang như thế nào? Liệt kê các sóng này cùng nhiệm vụ và phương thức truyền lan của chúng.
- 9/ Tại sao một số gia đình dùng vành xe đạp vẫn thu được tín hiệu của đài truyền hình.
- 10/ Tìm công thức tính cự ly truyền sóng của sóng cực ngắn.

#### **Các nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên dùng máy ảnh kỹ thuật số chụp lại các anten dân dụng như anten Yagi, parabol... so sánh kích thước cụ thể của anten yagi khi thu sóng VHF và UHF.

\*Đo kích cỡ của một anten Yagi có được và kết luận anten này dùng để thu sóng điện của kênh nào.

\*Khai triển các bước tính để có các công thức tính tham số anten đã học.

#### **Đề tài sinh viên**

**Đề tài I:** Tính toán, thiết kế, thi công và khai thác một anten Yagi 12 phần tử để thu sóng đài truyền hình kỹ thuật số VTC. Cho biết đài kỹ thuật số VTC phát trên làn sóng điện có tần số 514 MHz

**Đề tài 2:** Nghiên cứu phương pháp mắc một bộ anten Yagi gồm có: Anten Yagi, Cáp đồng trục, cáp song hành, bộ biến đổi trở kháng (biến áp Balun)  $75\Omega / 300\Omega$ , một máy thu hình. Cho biết yêu cầu đi cáp dẫn sóng: âm vào tường.

**Các câu hỏi đánh giá**

**A/ Trắc nghiệm**

1/ Anten có các đặc tính sau:

- a/ Phát và thu định hướng
- b/ Phát và thu đẳng hướng
- c/ Phát và thu mạnh nhất sóng mang có bước sóng bằng chiều dài l của anten
- d/ Câu a và c đúng

2/ Anten Yagi chỉ được dùng cho việc thu và phát :

- a/ Sóng cực ngắn
- b/ Sóng ngắn
- c/ Vô tuyến truyền hình (TV)
- d/ Vô tuyến truyền thanh (Radio)

3/ Cụ ly truyền sóng của sóng cực ngắn phụ thuộc rất nhiều vào:

- a/ Công suất đài phát
- b/ Chiều cao của anten phát
- c/ Chiều cao của anten thu
- d/ Câu b và c đúng

4/Sóng cực ngắn do có tần số rất cao nên:

- a/ Cụ ly truyền sóng bị giới hạn bởi bề cong của quả đất.
- b/ Truyền đi rất xa lên đến các vệ tinh nhân tạo
- c/ Cụ ly truyền sóng không bị hạn chế bởi các chướng ngại vật
- d/ Câu a và b đúng

5/Với anten Yagi, máy thu hình đặt tại Huế có thể thu được tín hiệu của các đài truyền hình đặt tại:

- a/ Huế
- b/ Huế, Đà Nẵng
- c/ Huế, Hà Nội
- d/ Mọi nơi

6/Tín hiệu của một đài phát thanh dùng sóng trung bình MW đặt tại Huế, có thể thu được ở

- a/ Huế và vùng phụ cận
- b/ Huế, Đà Nẵng
- c/ Huế, Hà Nội
- d/ Mọi nơi

7/Tín hiệu của một đài phát thanh dùng sóng trung ngắn SW đặt tại Huế, có thể thu được ở



- a/ Huế và vùng phụ cận                      b/ Huế, Đà Nẵng  
c/ Huế, Hà Nội                                      d/ Mọi nơi

8/Khi tính toán, thiết kế một anten ta nên:

a/ Cho kích thước của anten càng lớn càng tốt vì anten sẽ bức xạ sóng điện mạnh hơn.

b/ Cho kích thước của anten càng nhỏ càng tốt vì anten sẽ tiêu thụ ít công suất của đài phát.

c/ Cho chiều dài l của anten bằng một nửa bước sóng của tần số sóng mang để xảy ra hiện tượng cộng hưởng.

d/ Cho cấu trúc của anten càng phức tạp càng tốt.

9/Điện trường E do một anten phát tạo ra tại điểm M càng mạnh khi:

a/ Bước sóng của máy phát càng cao

b/ Khoảng cách thu phát càng xa

c/ Công suất đài phát càng mạnh

d/ Câu a và câu c đúng

10/Một đài phát thanh dùng sóng mang có tần số 30 Mhz, phải dùng anten có chiều dài l:

a/ 1m

b/ 10 m

c/ 2m

d/ 5 m

11/Sóng cực ngắn VHF có tần số rất cao nên được dùng để:

a/ Dùng cho các đài phát hình

b/ Dùng cho các đài phát thanh

c/ Dùng cho cả phát hình lẫn phát thanh

d/ Dùng cho việc phát hình kỹ thuật số mặt đất

## **B/ Câu hỏi tự luận**

1/ Nghiên cứu anten Yagi ở những vấn đề sau:

a/ Trình bày các tính chất của một anten.

b/ Trình bày cấu tạo của một anten Yagi 7 phần tử.

c/ Gọi tên các phần tử của một anten Yagi

c/ Vẽ theo tỷ lệ 1/10 một anten Yagi 5 phần tử dùng để thu sóng điện của đài HVTV.

Cho biết đài truyền hình HVTV phát trên kênh 9 hệ OIRT có tần số sóng mang 200 MHz.

2/Nghiên cứu việc truyền lan sóng điện từ ở những vấn đề sau:

- a/ Trình bày về cấu tạo khí quyển.
- b/ Các band sóng dùng trong vô tuyến điện và phương pháp truyền lan của nó.
- c/ Xác lập công thức tính cự ly truyền sóng của sóng cực ngắn

## **CHƯƠNG 4: KHUẾCH ĐẠI TÍN HIỆU XOAY CHIỀU**

### **Mở đầu:**

Thông tin trong thực tế là âm thanh hoặc hình ảnh. Các thông tin này ở trong tự nhiên không phải là các dao động điện. Vì vậy để có thể gia công, xử lý chúng trước hết ta phải biến chúng thành những dao động điện. Sức điện động lấy ra ở các dụng cụ biến đổi (microphone, camera, đầu từ đọc, anten...) thường rất bé (cỡ  $\mu\text{V} \div \text{mV}$ ), nên muốn xử dụng chúng, phải khuếch đại biên độ lên rất nhiều lần. Vì vậy, không có một thiết bị điện tử nào, dù dùng cho công nghiệp, nông nghiệp, y tế, quân sự, viễn thông, lâm ngư nghiệp, ngôn ngữ học hay đơn giản nhất là trong một buổi lên lớp có số lượng học sinh đông, đều cần có các bộ phận làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu từ mức nhỏ lên mức lớn.

Có thể nói một cách dứt khoát rằng: “Không có một thiết bị nào mà không có bộ khuếch đại trong cấu trúc của chúng”. Các bộ khuếch đại này sẽ khuếch đại biên độ điện áp hoặc biên độ dòng điện của tín hiệu lên mà không được làm biến dạng chúng.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được nguyên lý khuếch đại tín hiệu xoay chiều.
- Hiểu rõ phương pháp khuếch đại tín hiệu xoay chiều và các yêu cầu của các bộ khuếch đại.
- Xác định công thức tính toán các tham số các bộ khuếch đại .
- Nắm được ảnh hưởng của hồi tiếp trong việc nâng cao chất lượng của bộ khuếch đại.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Sử dụng được một số sơ đồ nguyên lý các mạch khuếch đại.
- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các bộ khuếch đại từ âm tần đến cao tần
- Nắm vững và vận dụng được cách phân loại các tầng khuếch đại, các bộ khuếch đại.
- Biết rõ nguyên lý khuếch đại công suất đẩy kéo push pull.
- Nắm vững và thấu đáo các kiểu khuếch đại công suất đẩy kéo push pull

Chương 4 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về kỹ thuật khuếch đại, một kỹ thuật cơ bản làm cơ sở cho các kỹ thuật khác. Nắm vững việc áp dụng kỹ thuật

khuếch đại trong các thiết bị điện tử. Xác định được công thức tính các tham số của các bộ khuếch đại. Biết được cách phân loại các bộ khuếch đại trong kỹ thuật khuếch đại hiện nay. Từ những kiến thức này sinh viên sẽ đi vào chương sau là các bộ tạo sóng, vì các bộ tạo sóng luôn luôn có khâu khuếch đại trong cấu trúc của chúng.

### 1. Những định nghĩa cơ bản:

Phương pháp khuếch đại tín hiệu nhỏ trong kỹ thuật hiện nay được xây dựng trên cơ sở khống chế năng lượng, nên được định nghĩa như sau:

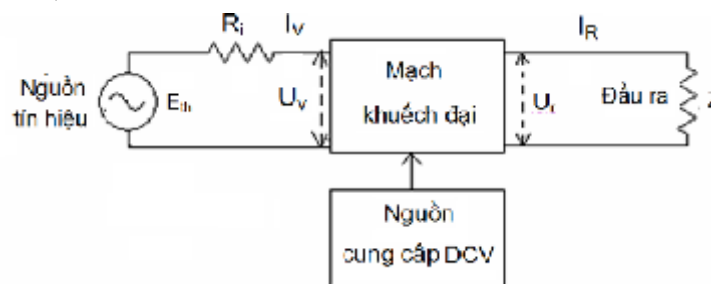
Khuếch đại là nâng cao biên độ (điện áp, dòng điện, công suất) của một tín hiệu điện mà không làm biến dạng nó.

Khuếch đại là dùng năng lượng rất nhỏ của nguồn tín hiệu (Micro, đầu từ ...) để khống chế một năng lượng khác lớn hơn rất nhiều lần (Pin, accu, điện áp lưới đã chỉnh lưu...)

Như vậy, khuếch đại là một quá trình biến đổi năng lượng dòng một chiều thành ra năng lượng dòng biến thiên lấy ra ở tải. Mạch điện để thực hiện quá trình khuếch đại gọi là mạch khuếch đại. Năng lượng khống chế là tín hiệu cần phải khuếch đại còn gọi là nguồn tín hiệu. Mạch điện của bộ khuếch đại mà tín hiệu đặt vào gọi là mạch vào. Bộ phận tiếp thu năng lượng đã được khuếch đại xong gọi là đầu ra hoặc là tải (Hình 4.1).

Công suất hoặc điện áp tín hiệu nhận được ở đầu ra của bộ khuếch đại bao giờ cũng lớn hơn đầu vào.

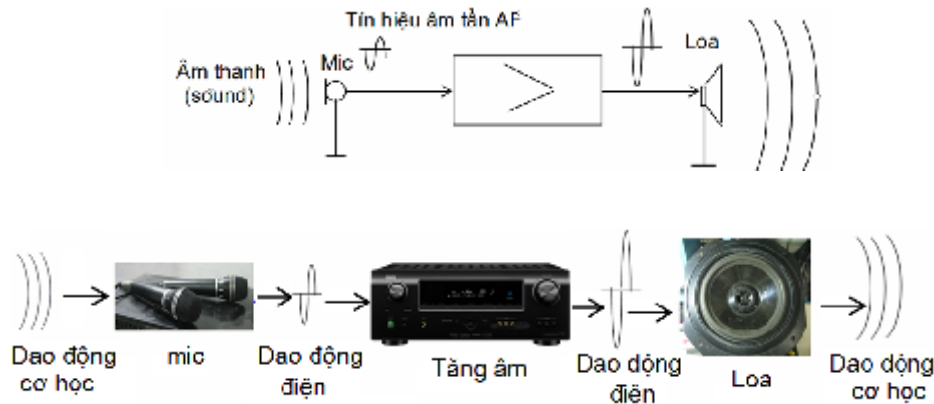
Nguồn năng lượng bị khống chế, có năng lượng được bộ khuếch đại biến đổi thành năng lượng tín hiệu trên tải gọi là nguồn cung cấp của bộ khuếch đại. Nguồn cung cấp là nguồn điện một chiều rất ổn định và lọc thật kỹ (nếu dùng nguồn chỉnh lưu)



Hình 4.1: Sơ đồ khối quá trình khuếch đại

Như vậy, muốn khuếch đại ta phải biến các đại lượng không điện thành điện, khuếch đại lên sau đó biến đổi thành những mục đích sử dụng ở đầu ra.

Ví dụ ta có quá trình khuếch đại âm thanh như sau: (Hình 4.2)



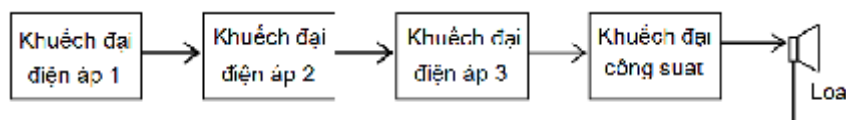
Hình 4.2: *Qua trình khuếch đại âm thanh*

## 2. Phân loại các tầng khuếch đại:

### 2.1. Phân loại theo nhiệm vụ:

Một bộ khuếch đại được kết hợp bởi nhiều tầng khuếch đại, mỗi tầng sẽ khuếch đại một thông số khác nhau của tín hiệu gồm: Khuếch đại điện áp, khuếch đại dòng điện, khuếch đại công suất. Hình 4.3 là sơ đồ khối bộ khuếch đại âm tần.

Các tầng đầu của bộ khuếch đại thường là khuếch đại điện áp, vì các nguồn tín hiệu có sức điện động rất bé ( $\mu\text{V}$  hoặc  $\text{mV}$ ). Do đó ta phải khuếch đại điện áp này lên. Khuếch đại công suất thường ở tầng cuối, tầng này biên độ điện áp đã đủ lớn nên cần công suất mạnh cung cấp cho tải.



Hình 4.3: *Sơ đồ khối một bộ khuếch đại âm tần*

### 2.2. Phân loại theo dải tần hoạt động:

#### 2.2.1. Khuếch đại một chiều

Khuếch đại các tín hiệu một chiều hoặc các tín hiệu biến đổi chậm theo thời gian. Các tầng khuếch đại một chiều phải liên lạc trực tiếp với nhau, không được liên lạc qua cuộn dây L hoặc tụ điện C.

### 2.2.2. Khuếch đại âm tần

Khuếch đại các tín hiệu trong dải tần số mà con người nghe được (20Hz ÷ 20kHz). Các tầng khuếch đại liên lạc với nhau nhờ tụ điện liên lạc C, cuộn dây L hoặc liên lạc trực tiếp. Để có thể vi mạch hóa khuếch đại âm tần thường dùng kiểu liên lạc trực tiếp.

### 2.2.3. Khuếch đại cao tần

Khuếch đại các tần số cao (vài trăm kHz) và rất cao (vài GHz). Khuếch đại cao tần thường là khuếch đại cộng hưởng.

## 2.3. Phân loại theo chế độ hoạt động:

Các tầng khuếch đại thường làm việc theo 3 chế độ (class): A, B, AB tùy theo cách chọn điểm hoạt động Q trên đặc tuyến.

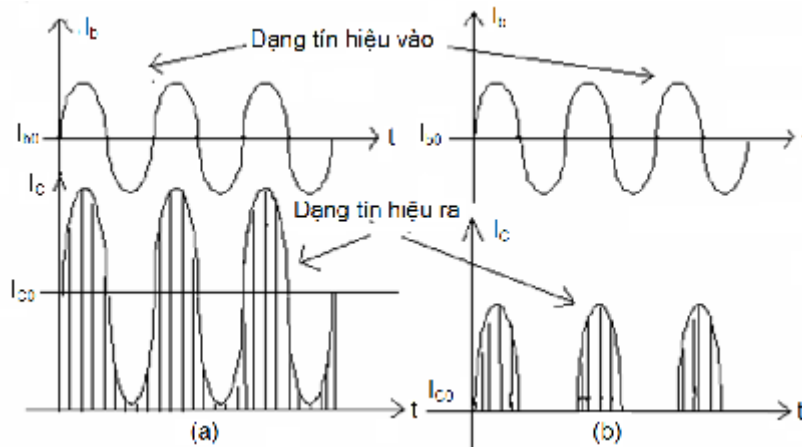
### 2.3.1. Chế độ A

Điểm làm việc nằm trên đoạn thẳng của đặc tuyến. Biên độ thành phần xoay chiều của dòng điện ra  $I_{ra}$  không được lớn hơn dòng cực thu  $I_C$  khi chưa có tín hiệu (Hình 4.4a). Dù có tín hiệu hay không, dòng điện một chiều cung cấp cho tầng khuếch đại không thay đổi nên hiệu suất rất thấp ( $\eta < 40\%$ ). Tín hiệu vào và ra khỏi mạch khuếch đại có dạng hình sin. Khuếch đại chế độ A không bị méo tín hiệu. Chế độ A được dùng cho tầng khuếch đại mở đầu (preamplifier), tầng này không cần hiệu suất cao mà chỉ cần độ trung thực của việc khuếch đại.

### 2.3.2. Chế độ B

Chế độ làm việc của tầng khuếch đại trong đó dòng điện ra  $I_{ra}$  chỉ tồn tại trong một nửa chu kỳ của tín hiệu (Hình 4.4b). Cần định thiên sao cho cực B khi chưa có tín hiệu vào thì dòng  $I_{C0} \approx 0$ , lúc đó nó tiêu thụ rất ít công suất. Khi có tín hiệu vào thì dòng cực thu  $I_C$  tăng lên. Vì vậy hiệu suất rất cao ( $\eta$  tối đa là 85%). Tuy nhiên, vì  $I_{C0}$  nhỏ nên transistor chỉ khuếch đại được một nửa chu kỳ của tín hiệu. Nghĩa là tín hiệu vào khuếch đại là hình sin thì tín hiệu đầu ra chỉ là một bán kỳ. Điều này gây méo tín hiệu nghiêm trọng, vì vậy chế độ B chỉ sử dụng ở tầng khuếch đại công suất, nơi này tiêu thụ chủ yếu công suất của nguồn cung cấp nên phải có hiệu suất cao. Do mỗi transistor chỉ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu nên ta dùng hai transistor mắc theo kiểu đẩy kéo (push pull). Mỗi transistor khuếch đại một nửa chu kỳ tín hiệu.

Ngoài hai chế độ A và B như trên còn có chế độ C và D cho hiệu suất cao hơn. Trong chương trình vô tuyến điện đại cương ta không nghiên cứu hai chế độ C và D.



Hình 4.4ab: Dạng sóng vào và ra ở chế độ A và B của transistor

### 3. Các chỉ tiêu kỹ thuật của bộ khuếch đại:

Để đánh giá một bộ khuếch đại ta phải dựa vào một số chỉ tiêu nhất định, còn gọi là đặc điểm kỹ thuật (specification) của bộ khuếch đại.

#### 3.1. Hệ số khuếch đại K:

Đây là một chỉ tiêu quan trọng nhất của bộ khuếch đại. Nó cho ta biết biên độ tín hiệu ở đầu ra lớn hơn bao nhiêu lần biên độ tín hiệu ở đầu vào.

Hệ số khuếch đại K là tỷ số giữa biên độ tín hiệu đầu ra so với biên độ tín hiệu đầu vào.

Hệ số khuếch đại điện áp  $K_U$ , hệ số khuếch đại dòng điện  $K_I$ , hệ số khuếch đại công suất  $K_P$  trong trường hợp tổng quát là số phức:  $K = \frac{\bar{A}_R}{\bar{A}_V}$

Trong trường hợp cụ thể đó là những số thực:

$$K_U = \frac{U_{ra}}{U_v}; \quad K_I = \frac{I_{ra}}{I_v}; \quad K_P = \frac{P_{ra}}{P_v} = K_i \cdot K_U$$

Nếu bộ khuếch đại có nhiều tầng thì hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại là:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots$$

Tuy nhiên, độ to nhỏ của âm thanh mà tai người có thể phân biệt được không tỷ lệ thuận với công suất âm thanh mà tỷ lệ với logarit thập phân cường độ âm thanh. Khi công suất tăng từ  $P_1$  đến  $P_2$  thì độ to nhỏ của tai người cảm thụ được tăng tỷ lệ với  $\lg \frac{P_2}{P_1}$ .

Lg của tỷ số công suất theo quy ước được tính bằng đơn vị Bel (B). Vì Bel là đơn vị quá lớn nên ta thường dùng ước số của Bel là decibel (dB)

$$\text{dB} = \frac{1}{10} \text{B}$$

Độ biến thiên công suất tính theo dB:  $10 \lg \frac{P_2}{P_1}$ .

Khi dùng thang logarit thập phân và đơn vị đo dB để tính hệ số khuếch đại K ta có:  $K_U(\text{dB}) = 20 \lg K_U$

Bảng 5.1 cho ta quan hệ giữa  $K_U$  và  $K_U$  (dB)

$K_U$	1,12	1,26	1,41	2	3,16	4	10	100	1000	10000
$K_U$ (dB)	1	2	3	6	10	12	20	40	60	80

Lúc đó hệ số khuếch đại toàn tầng:

$$K_U (\text{dB}) = K_{U1} (\text{dB}) + K_{U2} (\text{dB}) + \dots$$

### 3.2. Độ méo tín hiệu

Khi dạng của tín hiệu sau khuếch đại khác với dạng tín hiệu vào, ta có sự méo tín hiệu. Sự méo này do các linh kiện trong mạch khuếch đại gây ra. Trong bộ khuếch đại có hai loại méo: Méo tuyến tính và méo phi tuyến tính.

#### 3.2.1. Méo tuyến tính

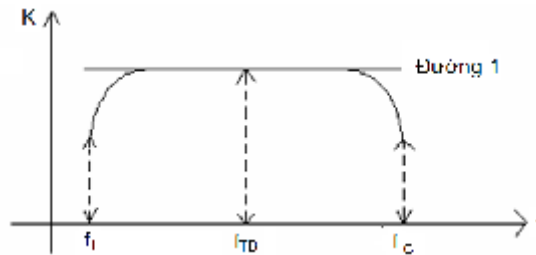
Méo tuyến tính do các linh kiện điện kháng trong máy (tụ điện C, cuộn dây L) gây ra. Trị số điện kháng của những phần tử này thay đổi theo tần số làm cho hệ số khuếch đại của mạch cũng thay đổi theo. Phổ tín hiệu đầu ra sau khi được khuếch đại xong không giống đầu vào. Các phần tử tuyến tính đã làm méo tín hiệu nên được gọi là méo tuyến tính.

Méo tuyến tính gây ra biến đổi hệ số khuếch đại theo tần số nên còn gọi là méo tần số.

Ta có đường đặc trưng tần số của một bộ khuếch đại (Hình 4.5).



Đường đặc trưng tần số là đường biểu diễn của hàm số  $K_u = g(f)$ , nói lên sự liên hệ giữa hệ số khuếch đại K và tần số f.



Hình 4.5: Đường đặc trưng tần số

Trên đồ thị:  $f_T$  là tần số thấp,  $f_{TB}$  là tần số trung bình,  $f_C$  là tần số cao. Khoảng tần số từ  $f_T$  đến  $f_C$  gọi là dải tần số làm việc của bộ khuếch đại. Dải tần này càng rộng mạch khuếch đại càng có chất lượng cao, nhưng càng đắt tiền. Khi sử dụng, tùy trường hợp ta chọn những bộ khuếch đại có dải tần làm việc theo yêu cầu. Bảng 5.2 cho ta nhiệm vụ và dải tần cần thiết của bộ khuếch đại

Nhiệm vụ của bộ khuếch đại	Dải tần làm việc
Điện thoại thương mại	300 Hz ÷ 3kHz
Ghi và đọc âm thanh chất lượng trung bình	100 Hz ÷ 8kHz
Ghi và đọc âm thanh chất lượng cao (Hifi)	20 Hz ÷ 20kHz

Bảng 4.2: Dải tần làm việc cần thiết của một số bộ khuếch đại

Bộ khuếch đại không gây méo tín hiệu trong trường hợp đặc tuyến có dạng lý tưởng là một đường thẳng song song với trục hoành (đường 1 hình 4.5). Để đạt được đường này các bộ khuếch đại thường đưa vào các mạch cân bằng đồ thị (graphic equalizer)

Đặc trưng cho độ méo tần số là hệ số méo M:  $M = \frac{K_{tb}}{K}$

M tùy theo trường hợp:  $M_T$  là độ méo ở tần số thấp,  $M_C$  là độ méo ở tần số cao. Hệ số méo cũng được tính ra đơn vị dB:  $M(\text{dB}) = 20 \lg M$

### 3.2.2. Méo phi tuyến:

Méo phi tuyến do các linh kiện phi tuyến trong máy như (transistor, diode) hoặc tính phi tuyến của vật liệu từ dùng làm lõi biến áp hay cuộn dây gây ra.

Khi transistor hoạt động ở chế độ A thì ta có thể bỏ qua méo phi tuyến.

Méo phi tuyến làm xuất hiện những thành phần tần số mới bậc cao gọi là hài bậc cao.

Người ta dùng hệ số hài  $\gamma$  để biểu thị độ méo. Hệ số hài  $\gamma$  được định nghĩa là căn bậc 2 của tỷ số giữa công suất các hài bậc cao với công suất của hài bậc nhất của đầu ra bộ khuếch đại:

$$\gamma = \sqrt{\frac{P_2 + P_3 + P_4 + \dots}{P_1}}$$

$P_1$  : Công suất của tần số cơ bản

$P_2, P_3 \dots$  Công suất của các hài bậc 2,3...

Hệ số hài  $\gamma$  được tính theo số phần trăm:  $\gamma \% = 100 \gamma$

Hệ số hài càng nhỏ, bộ khuếch đại càng chất lượng cao. Khuếch đại chất lượng cao từ 0,1 % ÷ 1 %. Các bộ khuếch đại dùng trong điện thoại cho phép đến 15%. Méo phi tuyến gây ra méo âm sắc.

### 3.2.3. Điện áp vào

Điện áp vào là điện áp của nguồn tín hiệu mà ta đưa vào đầu vào một mạch khuếch đại để có công suất ra danh định. Sức điện động của mỗi nguồn tín hiệu có giá trị mỗi khác. Sức điện động của nguồn tín hiệu càng thấp cần phải dùng nhiều tầng khuếch đại trong bộ khuếch đại.

Bảng 4.3: Sức điện động và trở kháng của một số nguồn tín hiệu thông dụng.

Nguồn tín hiệu	Sức điện động	Trở kháng
Ổng nói điện thoại	50mV ÷ 500mV	50Ω ÷ 300Ω
Micro điện động (Dynamic Mic)	2mV ÷ 5mV	400Ω ÷ 600Ω
Đầu từ máy ghi âm (Tape head)	0,3mV ÷ 0,6mV	200Ω ÷ 300Ω
Bộ tách sóng máy thu thanh	0,5V ÷ 5V	8kΩ ÷ 10kΩ
Đầu đĩa VCD	1V ÷ 2V	8kΩ ÷ 10kΩ

Nếu sức điện động của nguồn tín hiệu đưa vào đầu vào lớn hơn quy định, tín hiệu ra sẽ méo nghiêm trọng. Ngược lại, nếu sức điện động của nguồn tín hiệu đưa vào đầu vào bé hơn quy định, tín hiệu ra sẽ rất bé, không cung cấp đủ công suất cần thiết cho tải.

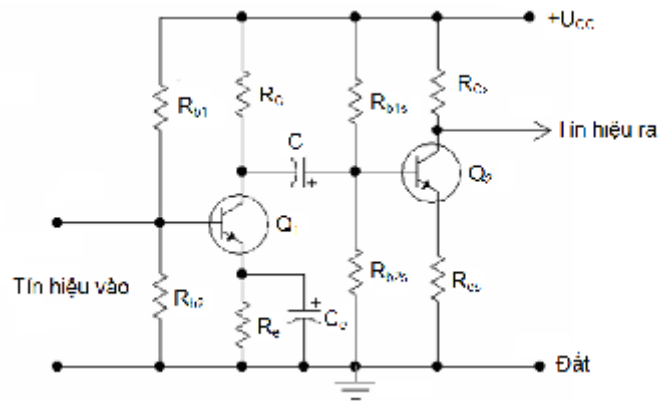
## 4. Khuếch đại điện áp âm tần:

Nhiệm vụ chính của khuếch đại điện áp âm tần là khuếch đại điện áp ở tần số âm thanh (20Hz ÷ 20kHz). Thường gặp ở tầng khuếch đại đầu tiên (preamply), nơi mà biên độ tín hiệu ở đầu vào còn rất bé. Vì là tầng khuếch đại đầu tiên, nên việc chống nhiễu rất quan trọng, tầng này tiêu thụ ít năng lượng của nguồn cung cấp, chỉ khoảng 20% nên không cần quan tâm đến hiệu suất. Transistor tầng khuếch đại điện áp âm tần thường hoạt động ở chế độ A.

#### 4.1. Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung:

##### 4.1.1. Sơ đồ nguyên lý

Đây là tầng khuếch đại điện áp, có tải là điện trở cực thu  $R_c$ , nối tầng bằng tụ điện C. Transistor hoạt động ở chế độ A để giảm méo tín hiệu. (Hình 4.5).



Hình 4.5: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung

$Q_1$ : Transistor khuếch đại điện áp âm tần của tầng thứ nhất.

$Q_2$ : Transistor khuếch đại điện áp âm tần của tầng thứ hai.  $Q_1$  và  $Q_2$  đều mắc theo kiểu E chung để có hệ số khuếch đại điện áp lớn.

C: Tụ nối tầng, có nhiệm vụ dẫn tín hiệu xoay chiều sang tầng sau để được khuếch đại tiếp, đồng thời ngăn không cho điện áp một chiều sang tầng sau. Nếu điện áp một chiều ở cực thu của  $Q_1$  vào được cực B của  $Q_2$ , do sự chênh lệch điện áp ( $U_C \gg U_B$ ) sẽ làm hỏng transistor  $Q_2$ . Tụ C có điện dung khá lớn (vài  $\mu F$ ), để hầu hết tần số trong phổ tín hiệu có thể coi như ngắn mạch và có thể truyền sang tầng sau.

$C_e$ : Tụ điện phân dòng, cắt đi hồi tiếp âm đối với tín hiệu xoay chiều do điện trở  $R_e$  gây ra. Điện dung của nó có trị số khá lớn ( $>4,7\mu F$ ) để có thể nối tắt điện áp tín hiệu xuống đất.

Điện trở  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$  làm thành một cầu phân áp, tạo thiên áp cho  $Q_1$  hoạt động, trong đó  $R_{b1}$  được gọi là điện trở định thiên.

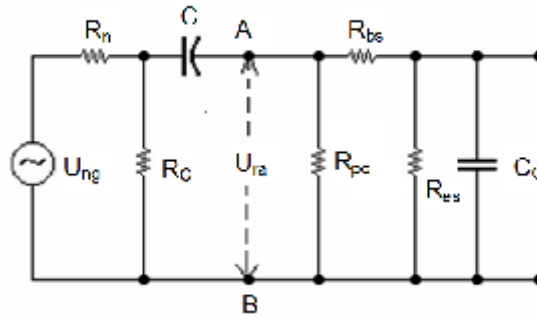
$R_c$ : Điện trở ở cực E, gây hồi tiếp âm dòng điện đối với dòng điện một chiều, để ổn định nhiệt độ cho transistor.

$R_c$ : Điện trở tải một chiều làm nhiệm vụ dẫn điện từ nguồn cung cấp để cung cấp cho cực thu, xác định điểm làm việc tĩnh trên đặc tuyến ra, đồng thời là thành phần quan trọng đối với tải xoay chiều của tín hiệu. Điện trở  $R_c$  cũng là nơi lấy tín hiệu đã được khuếch đại.

#### 4.1.2. Hệ số khuếch đại

Sơ đồ nguyên lý cho ta biết được quan hệ giữa các linh kiện điện tử, muốn tính các tham số của mạch điện ta chuyển sơ đồ nguyên lý thành sơ đồ tương đương đối với tín hiệu (Hình 4.6).

Transistor được thay bằng một nguồn điện xoay chiều tương đương có sức điện động  $U_{ng} = K_u \cdot U_V$ . Điện trở nội  $R_n$  là trở kháng ra của transistor.



Hình 4.6: Sơ đồ tương đương mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung

$R_c$ : Điện trở tải, mắc song song với nguồn tín hiệu.

C: Tụ điện liên lạc, mắc nối tiếp với nguồn tín hiệu.

$R_{pc}$ : Điện trở tương đương của cầu phân áp  $R_{b1s}$   $R_{b2s}$  tầng sau, mắc song song với nguồn tín hiệu.

$C_0$ : Điện dung tầng sau gồm điện dung tầng trước  $C_{rt}$ , điện dung tầng sau  $C_{vs}$  và điện dung lắp ráp  $C_{lr}$ :  $C_0 = C_{rt} + C_{vs} + C_{lr}$

Từ sơ đồ tương đương toàn phần trên, ta thành lập sơ đồ tương đương cho từng đoạn tần số.

**a/ Trong đoạn tần số trung bình:**

Trong đoạn tần số trung bình, tụ điện liên lạc  $C$  và tụ điện ra  $C_0$  không ảnh hưởng đến hệ số khuếch đại, có thể nối tắt  $C$  và bỏ tụ  $C_0$  ra khỏi sơ đồ. Sơ đồ rút lại như hình 4.7 a

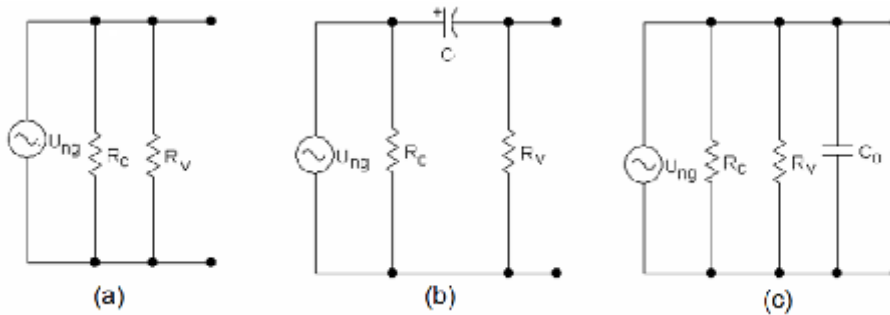
$R_V$  là điện trở tương đương thay thế cho cụm điện trở mắc vào giữa hai điểm A và B.  $R_V$  biểu thị cho điện trở vào tầng sau, nó xem như song song với  $R_C$ .

Áp dụng công thức tính hệ số khuếch đại điện áp  $K_u$  của một transistor (Xem chương Dụng cụ bán dẫn trong giáo trình Điện tử học):

$$K_{tb} = \frac{-h_{21}R_T}{h_{11} + \Delta h R_T}$$

$$R_T = \frac{R_C R_V}{R_C + R_V} \quad \text{Vì } R_C \gg R_V \text{ nên}$$

$$K_{tb} = \frac{-h_{21}R_V}{h_{11} + \Delta h R_V}$$



Hình 4.7 abc: Sơ đồ tương đương ở các đoạn tần số

**b/Trong đoạn tần số thấp:**

Ở đoạn tần số thấp, tụ ra  $C_0$  không ảnh hưởng đến hệ số khuếch đại, có thể bỏ tụ  $C_0$  ra khỏi sơ đồ. Sơ đồ rút lại như hình 4.7b.

Vì  $R_C \gg R_V$  nên khi  $R_C$  nối song song với  $R_V$  ta có thể bỏ qua  $R_C$ . Bây giờ  $R_T$  là  $R_V$  nối tiếp với dung kháng  $X_{C1}$ :  $R_T = R_V + \bar{X}_{C1}$

$$R_T = R_V + \frac{1}{j\Omega_1 C}$$

Hệ số khuếch đại điện áp ở tần số thấp:

$$\bar{K}_{U_t} = \frac{-h_{21}(R_v + \frac{1}{j\Omega_t C})}{h_{11} + \Delta h (R_v + \frac{1}{j\Omega_t C})} \quad (4.1)$$

Khai triển (4.1) xong lấy Module của  $K_{U_t}$  ta có:

$$K_{U_t} = \frac{\frac{h_{21} R_v}{h_{11} + \Delta h R_v}}{1 + \sqrt{\frac{\Delta h^2}{(h_{11} + \Delta h R_v) \Omega_t^2 C^2}}}$$

$$K_{U_t} = \frac{K_{U_{tb}}}{\sqrt{1 + \left[ \frac{\Delta h}{(h_{11} + \Delta h R_v) \Omega_t C} \right]^2}}$$

Như vậy, do dung kháng của tụ điện liên lạc  $C$  tăng lên khi tần số giảm nên tần số càng thấp hệ số khuếch đại điện áp càng giảm.

Ta có hệ số méo tuyến tính  $M_t$

$$M_{th} = \frac{K_{tb}}{K_{th}}$$

$$M_{th} = \sqrt{1 + \left[ \frac{\Delta h}{\Omega_t C (R_v \Delta h + h_{11})} \right]^2}$$

Tần số càng thấp hệ số méo càng lớn, hệ số khuếch đại điện áp càng giảm

**c/Trong đoạn tần số cao:**

Ở đoạn tần số cao, tụ ra  $C$  không ảnh hưởng đến hệ số khuếch đại, tụ  $C$  xem như được nối tắt trong sơ đồ. Sơ đồ rút lại như hình 4.7c

$R_T$  bây giờ là  $R_C // R_v // X_{C_0}$ .  $R_C$  lớn nên có thể bỏ qua:

$$\text{Ta có} \quad R_T = \frac{R_v}{1 + j\Omega_C C_0 R_v}$$

Hệ số khuếch đại điện áp ở tần số cao:

$$\bar{K}_{U_c} = \frac{-h_{21} R_v}{h_{11} + \Delta h R_v + j\Omega_C C_0 h_{11}}$$

Lấy Module ta có: 
$$K_{U_c} = \sqrt{K_{th}^2 \frac{1}{1 + \left(\frac{\Omega_c C_0 R_v h_{11}}{h_{11} + \Delta h R_v}\right)^2}}$$

$$K_{U_c} = \frac{K_{U_{th}}}{\sqrt{1 + \left[\frac{\Omega_c C_0 R_v h_{11}}{h_{11} + \Delta h R_v}\right]^2}}$$

Vì  $\Delta h R_v \ll h_{11}$  Nên 
$$K_{U_c} = \frac{K_{U_{th}}}{\sqrt{1 + \left[\frac{\Omega_c C_0 R_v h_{11}}{h_{11}}\right]^2}}$$

$$K_{U_c} = \frac{K_{U_{th}}}{\sqrt{1 + (\Omega_c C_0 R_v)^2}}$$

Như vậy, do dung kháng của tụ điện ra tầng sau  $C_0$  giảm khi tần số tăng nên tần số càng cao hệ số khuếch đại điện áp càng giảm.

Ta có hệ số méo ở tần số cao:

$$M_c = \frac{K_{th}}{K_c}$$

$$M_c = \sqrt{1 + (\Omega_c C_0 R_v)^2}$$

Tần số càng cao hệ số méo càng lớn, hệ số khuếch đại điện áp càng giảm

#### 4.2/ Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp

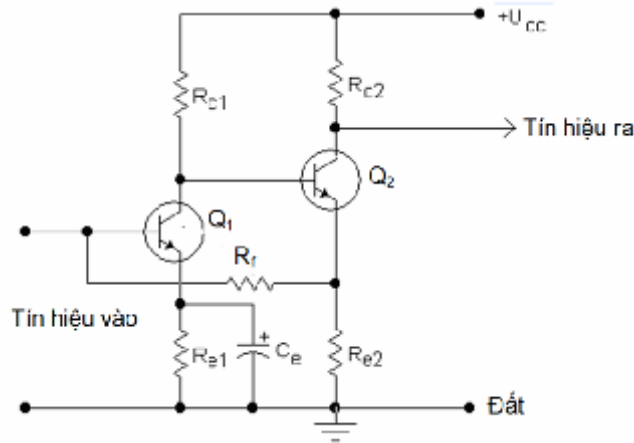
Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp được dùng rất phổ biến hiện nay, nhất là trong các vi mạch vì không dùng các tụ điện có điện dung lớn. Liên lạc trực tiếp làm giảm rõ rệt méo tần số thấp do không dùng tụ điện liên lạc C, ít tổn linh kiện, độ ổn định nhiệt độ rất cao. Ngoài ra, do không dùng tụ liên lạc nên có thể dùng để khuếch đại điện áp một chiều.

Nó có khuyết điểm là điều chỉnh phức tạp vì chế độ hoạt động của hai tầng liên hệ chặt chẽ với nhau. Khi tầng này mất ổn định tầng kia cũng mất ổn định theo. Mạch khuếch đại âm tần liên lạc trực tiếp có sơ đồ nguyên lý như hình 4.8

Nhiệm vụ và tác dụng của từng linh kiện giống như mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung. Chỉ có khác là việc cung cấp thiên áp cho  $Q_1$  và  $Q_2$ .

Cực thu của  $Q_1$  nối trực tiếp vào cực B của  $Q_2$  nên điện áp cực thu của  $Q_1$  sẽ cung cấp thiên áp cho  $Q_2$ . Cực phát E của  $Q_2$  nối vào cực B của  $Q_1$  qua điện trở hồi tiếp  $R_f$  (feedback) nên điện áp ở cực E của  $Q_2$  cung cấp thiên áp cho  $Q_1$ .

Do đầu ra của  $Q_1$  đấu trực tiếp vào  $Q_2$  nên gọi là liên lạc trực tiếp, việc liên lạc này thực hiện được là nhờ tính toán để  $U_{C1} = U_{B2}$ .



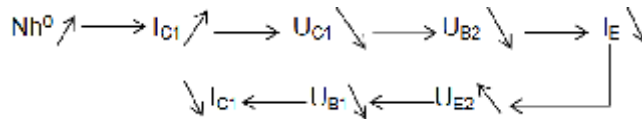
Hình 4.8: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp

Mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp có một số tính chất sau:

Hệ số khuếch đại cao:  $K = K_1 \cdot K_2$  Trong đó  $K_1$  hệ số khuếch đại của tầng thứ nhất,  $K_2$  hệ số khuếch đại của tầng thứ hai.

Điện áp đầu ra và đầu vào cùng pha.

Ổn định nhiệt độ cao: Khi nhiệt độ tăng, dòng điện cực thu của  $T_1$  tăng,  $U_{C1}$  giảm. Điện áp  $U_{C1}$  phân cực cho  $Q_2$  làm thiên áp của  $Q_2$  cũng giảm theo nên  $I_{E2}$  giảm làm cho  $U_{E2}$  tăng. Điện áp âm này cung cấp thiên áp cho  $Q_1$  làm cho  $U_B$  âm hơn nên  $I_{C1}$  giảm



## 5. Khuếch đại điện áp cao tần

Khuếch đại điện áp cao tần là khuếch đại các tín hiệu có tần số cao và rất cao. Khác với khuếch đại điện áp âm tần, khuếch đại điện áp cao tần chỉ khuếch đại một dải tần số rất hẹp, gọi là khuếch đại cộng hưởng. Ngoài dải tần số rất hẹp đó ra hệ số khuếch đại của mạch không đáng kể, do đó khuếch đại cao tần còn gọi là

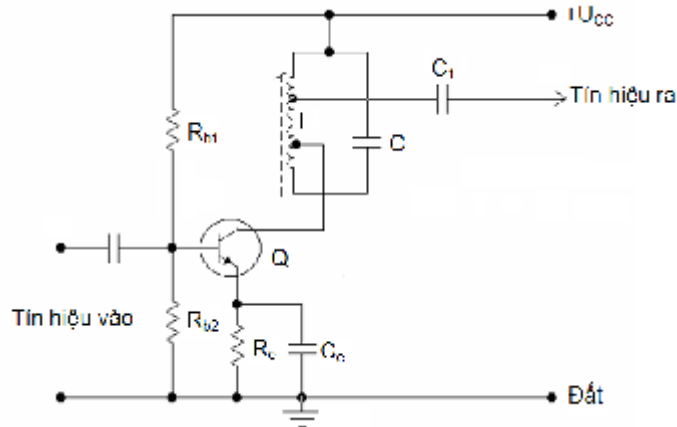


khuếch đại lọc lựa. Vô tuyến điện ứng dụng khuếch đại có lọc lựa này để làm mạnh lên một tần số nào đó và triệt tiêu các tần số khác.

Tải của khuếch đại điện áp cao tần là một khung dao động, nó cộng hưởng đúng tần số mà ta muốn khuếch đại. Nếu chỉ khuếch đại một dải tần hẹp, ta dùng khung dao động đơn, nếu muốn khuếch đại một dải tần số rộng ta dùng khung dao động kép.

### 5.1. Khuếch đại dải hẹp

Sơ đồ nguyên lý một mạch khuếch đại dải hẹp như hình 4.9



Hình 4.9: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại điện áp cao tần dải hẹp

Như tầng khuếch đại điện áp âm tần, khuếch đại điện áp cao tần cũng mắc transistor theo kiểu E chung để có hệ số khuếch đại cao, transistor cũng hoạt động ở chế độ A để giảm méo tín hiệu.

$C_1$ : Tụ nối tầng, có nhiệm vụ dẫn tín hiệu xoay chiều lui tầng sau để được khuếch đại tiếp, đồng thời ngăn không cho điện áp một chiều lui tầng sau, do hoạt động ở tần số cao nên điện dung rất bé (vài ngàn pF).

$C_e$ : Tụ phân dòng, cắt đi hồi tiếp âm đối với tín hiệu xoay chiều do điện trở  $R_c$  gây ra, do hoạt động ở tần số cao nên điện dung của nó có trị số bé cũng đủ để nối tắt điện áp tín hiệu xuống đất.

Điện trở  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$  làm thành một cầu phân áp, tạo thiên áp cho Q hoạt động, trong đó  $R_{b1}$  gọi là điện trở định thiên.

$R_c$ : Điện trở ở cực E, gây hồi tiếp âm dòng điện đối với dòng điện một chiều, để ổn định nhiệt độ cho transistor.

Khung dao động LC: Tải của Q, có tần số dao động riêng  $f_0$  trùng với tần số mà mạch đang khuếch đại (khuếch đại cộng hưởng). Điện áp một chiều từ nguồn cung cấp sẽ theo điện trở thuần của cuộn dây L để vào cung cấp cho cực thu của transistor. Vì trở kháng vào của transistor tầng sau thấp ( $200\Omega \div 2k\Omega$ ) hơn trở kháng ra của Q ( $20k\Omega \div 100k\Omega$ ), nên trên cuộn L ta chỉ lấy một phần nhằm phối hợp trở kháng.

Để phối hợp trở kháng giữa hai tầng khuếch đại, ta có tỷ số vòng dây giữa hai cuộn dây như sau:  $K_1 = \frac{n_C}{n_L} = 0,2 \div 0,3$

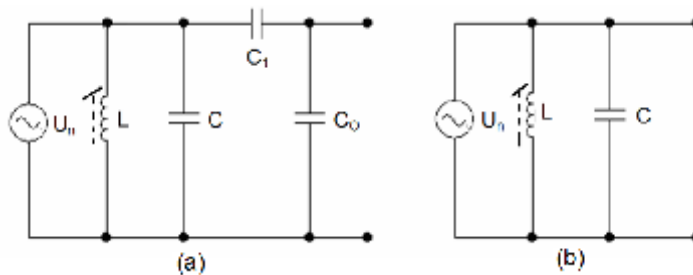
$n_C$  là số vòng dây cuộn dây ở cực C của Q

$n_L$  là số vòng dây của cuộn dây L.

$$K_2 = \frac{n_B}{n_L} = 0,05 \div 0,1$$

Nhằm dễ điều chỉnh tần số cộng hưởng (điều hưởng). Cuộn L thường có thêm một lõi ferit có thể điều chỉnh vào và ra trong cuộn cảm L, nhằm điều chỉnh chính xác hệ số tự cảm của cuộn L.

Từ sơ đồ nguyên lý, ta chuyển thành sơ đồ tương đương đối với tín hiệu (Hình 4.10 a)



Hình 4.10 a, b: Sơ đồ tương đương mạch khuếch đại điện áp cao tần dài hẹp

Hoạt động của sơ đồ trên cũng tương tự như hoạt động sơ đồ tương đương mạch khuếch đại âm tần.

Ở tần số cao, tụ nối tầng  $C_1$  có dung kháng  $X_C$  rất nhỏ nên ta xem như nối tắt  $C_1$  trên sơ đồ. Tụ C nối song song với điện dung tầng sau  $C_0$ . Mà  $C \gg C_0$  nên ta có thể bỏ qua  $C_0$ . Sơ đồ rút lại như hình 4.10b.

Khi tải của mạch khuếch đại cao tần (khung dao động LC) điều chỉnh về tần số cộng hưởng (điều hưởng), ta có thể xem tải này là tổng trở  $Z_{ch}$  của khung dao động LC khi xảy ra cộng hưởng :

$$R_T = Z_{ch} = Q^2 R = Q\rho$$

Thay vào công thức tính hệ số khuếch đại điện áp ta có:

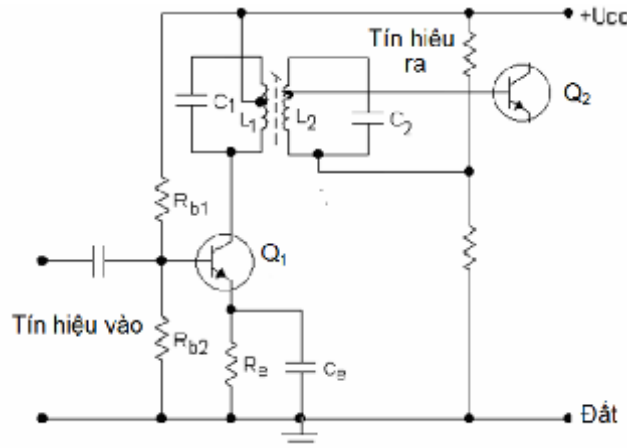
$$K_U = \frac{-h_{21} Z_{ch}}{h_{11} + \Delta h Z_{ch}}$$

Đường đặc trưng tần số có dạng như đường cong cộng hưởng.

Khuếch đại cộng hưởng có ưu điểm là hệ số khuếch đại ở tần số cộng hưởng rất cao. Ngoài ra sụt áp một chiều khi qua điện trở thuần của cuộn L không đáng kể, nên khuếch đại cộng hưởng được dùng khi muốn khuếch đại một dải tần hẹp.

## 5.2. Khuếch đại dải rộng

Khuếch đại dùng khung dao động đơn như trên có độ chọn lọc cao, hệ số khuếch đại lớn nhưng có khuyết điểm là chỉ khuếch đại được một dải tần rất hẹp ( $f_0 + \Delta f$ ) và ( $f_0 - \Delta f$ ). Để có thể khuếch đại một dải tần số rộng (tăng  $2\Delta f$ ) với độ chọn lọc cao, ta dùng mạch khuếch đại cộng hưởng kép (Hình 4.11)



Hình 4.11: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại điện áp cao tần dải rộng

Tải của mạch khuếch đại bây giờ là 2 khung dao động ghép với nhau, có tần số dao động riêng đúng với tần số muốn khuếch đại. Tín hiệu đưa ra tăng sau bằng phương pháp cảm ứng. Như ta đã biết, khi ghép hai khung dao động với nhau do việc liên kết sẽ xuất hiện hai tần số liên kết (xem chương 2).

$$\omega_1 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 + \sqrt{k^2 - d^2}}}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 - \sqrt{k^2 - d^2}}}$$

Nhờ vậy, dải thông tần mở rộng ra mà không ảnh hưởng đến hệ số phẩm chất Q của khung dao động. Ta thường dùng trong khuếch đại hình ảnh vì dải thông tần của tín hiệu hình ảnh khá rộng ví dụ tín hiệu hình ảnh hệ PAL: 30Hz ÷ 6 MHz. Tải của Q là hai khung dao động LC ghép theo kiểu cảm ứng. Điện áp đã được khuếch đại lấy ra ở cuộn L ghép. Để phối hợp trở kháng, cực thu của Q<sub>1</sub> chỉ đấu với một phần số vòng dây của cuộn L (theo tỷ số K<sub>1</sub>), cực gốc B của Q<sub>2</sub> cũng chỉ đấu với một phần của cuộn L<sub>gh</sub> (theo tỷ số K<sub>2</sub>).

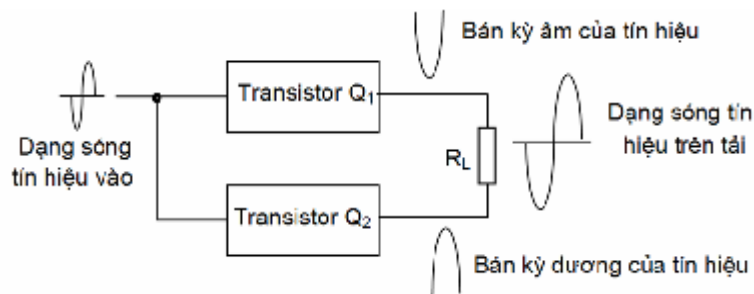
## 6. Khuếch đại công suất

Tầng khuếch đại công suất là tầng khuếch đại chính (main amplifier) của một bộ khuếch đại. Nó cung cấp cho tải một công suất danh định. Tín hiệu ở đầu vào của bộ khuếch đại công suất đã đủ lớn, nên tầng khuếch đại công suất còn gọi là tầng khuếch đại tín hiệu lớn.

Tầng khuếch đại công suất tiêu thụ hầu hết công suất của nguồn cung cấp (70% ÷ 80%), nên ta phải chú ý đến những vấn đề sau:

**Hiệu suất:** Hiệu suất của tầng khuếch đại công suất phải cao (để tiêu thụ ít năng lượng), vì vậy transistor thường phải hoạt động theo chế độ B trở lên. Ở chế độ B, transistor chỉ khuếch đại được một bán kỳ của tín hiệu, nên phải dùng 2 transistor mắc theo kiểu đẩy kéo (push pull).

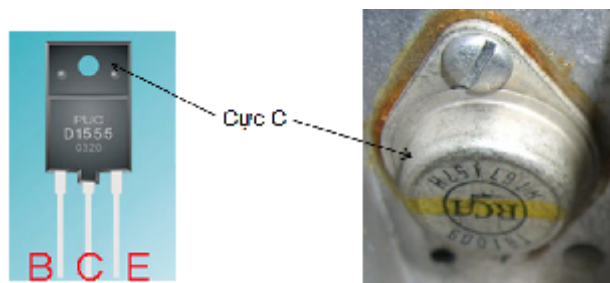
Mỗi transistor được sắp xếp để khuếch đại một bán kỳ (Hình 4.12).



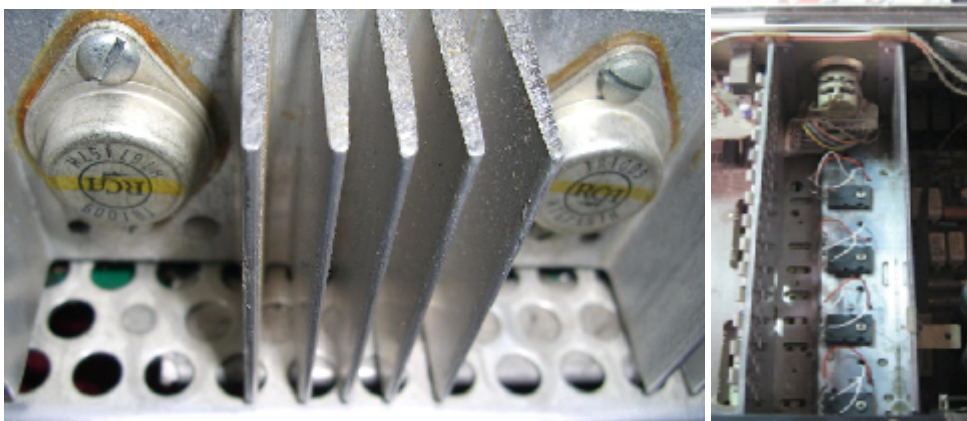
Hình 4.12: Sơ đồ khối khuếch đại đẩy kéo.

Nếu  $Q_1$  khuếch đại bán kỳ âm, thì  $Q_2$  phải khuếch đại bán kỳ dương. Kết quả trên tải  $R_T$  ta nhận được một hình sin hoàn chỉnh. Tín hiệu ra không bị méo dù ta dùng chế độ B. Tất cả các bộ khuếch đại công suất đều là khuếch đại đẩy kéo push pull.

**\*Tỏa nhiệt:** Do tầng khuếch đại công suất tiêu thụ hầu hết công suất của nguồn cung cấp, nên trong quá trình hoạt động transistor tỏa ra nhiều nhiệt cho môi trường chung quanh. Để giúp transistor tỏa nhiệt tốt và nhanh, người ta dùng những cánh tỏa nhiệt bằng nhôm bắt chặt vào transistor. Transistor công suất có cực C nổi ra vỏ (Hình 4.12), sau đó vỏ của nó được bắt chặt vào miếng nhôm tỏa nhiệt.



Hình 4.12: Transistor công suất có cực C nổi ra vỏ

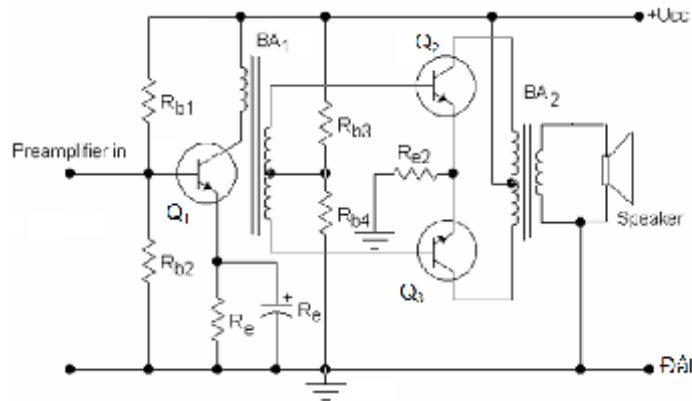


Hình 4.13: Transistor công suất được bắt chặt vào miếng nhôm tỏa nhiệt

### 6.1. Khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp

Khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp có sơ đồ nguyên lý ở hình 4.14

Tầng khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp gồm hai tầng: Tầng khuếch đại đảo pha và tầng khuếch đại công suất.



Hình 4.14: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất âm tần

$Q_1$ : Transistor khuếch đại đảo pha, tải của nó là biến áp đảo pha  $BA_1$ . Tầng khuếch đại đảo pha sẽ cho ra hai điện áp tín hiệu có cùng biên độ nhưng ngược pha nhau  $180^\circ$ , để đưa vào đầu vào (cực B) hai transistor công suất  $Q_2$  và  $Q_3$ .

$R_{b1}$  và  $R_{b2}$ : Làm thành một cầu phân áp, tạo thiên áp cho  $Q_1$  hoạt động, trong đó  $R_1$  được gọi là điện trở định thiên.

$R_e$ : Điện trở ở cực E, nó gây hồi tiếp âm dòng điện đối với dòng điện một chiều, để ổn định nhiệt độ cho transistor  $Q_1$ .

$C_e$ : Tụ phân dòng, làm mất tác dụng hồi tiếp âm đối với tín hiệu, nhờ đó mạch có hệ số khuếch đại cao. Khi chọn trị số của  $C_e$  ta chú ý điều kiện  $X_{ce} \ll R_e$ .

$Q_2$  và  $Q_3$ : Hai transistor khuếch đại công suất, hai transistor này phải giống nhau về các tham số (cùng một tên gọi ví dụ 2N3055 x 2, SC5200 x 2...).  $Q_1$  và  $Q_2$  đều hoạt động ở chế độ B nên hiệu suất rất cao. Cả hai được cung cấp thiên áp bằng một cầu phân áp gồm  $R_{b1}$  và  $R_{b2}$ , có cùng một điện trở ổn định nhiệt độ  $R_{e2}$ , nhờ thế chế độ hoạt động của  $Q_2$  và  $Q_3$  hoàn toàn giống nhau. Điện trở thuần của cuộn thứ cấp biến áp đảo pha dẫn thiên áp vào cực gốc B của  $Q_2$  và  $Q_3$

$BA_2$ : Biến áp xuất âm, có nhiệm vụ phối hợp trở kháng cao của  $Q_1$  và  $Q_2$  ( $20k\Omega \div 100k\Omega$ ) với trở kháng thấp ( $4\Omega \div 8\Omega$ ) của loa, đồng thời chặn không cho điện áp một chiều đi vào loa.

Hoạt động của sơ đồ nguyên lý trên như sau :

Giả sử ở bán kỳ dương của tín hiệu, cực B của  $Q_2$  có bán kỳ dương của tín hiệu còn tại cực B của  $Q_3$  do ngược pha nên có bán kỳ âm của tín hiệu.  $Q_2$  thông  $Q_3$  tắt, có dòng  $I_{c2}$  chảy trong cuộn sơ cấp của biến áp  $BA_2$ .

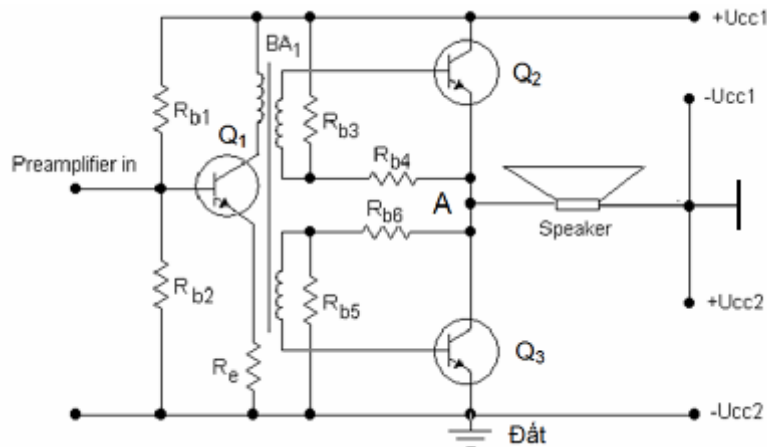
Bán kỳ âm của tín hiệu, ở cực B của  $Q_2$  có bán kỳ âm của tín hiệu còn tại cực B của  $Q_3$  do ngược pha nên có bán kỳ dương của tín hiệu.  $Q_2$  tắt  $Q_3$  thông, có dòng  $I_{ct3}$  chảy trong cuộn sơ cấp của biến áp  $BA_2$ .

Khi tín hiệu vào thay đổi liên tục, từ thông biến thiên trong lõi sắt của  $BA_2$  do  $I_{ct2}$  và  $I_{ct3}$  gây nên sẽ tạo nên dòng điện trong cuộn thứ cấp của  $BA_2$ , dạng của nó lập lại đúng dạng của tín hiệu vào với công suất lớn hơn.

Như vậy  $Q_2$  và  $Q_3$  thay nhau hoạt động, mỗi transistor chỉ khuếch đại nửa chu kỳ của tín hiệu. Khuếch đại như vậy gọi là khuếch đại đẩy kéo.

## 6.2. Khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp xuất âm

Để giảm giá thành, trọng lượng và méo phi tuyến của tín hiệu khi qua biến áp, ta dùng mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp xuất âm. Biến áp xuất âm chỉ có nhiệm vụ là phối hợp trở kháng cao của transistor và trở kháng thấp của loa. Bây giờ nếu thiết kế một mạch khuếch đại công suất đẩy kéo, mà trở kháng ra của transistor xấp xỉ trở kháng của loa thì ta có thể bỏ qua biến áp này (Hình 4.15).



Hình 4.15: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo không dùng biến áp ra

Hoạt động của tầng khuếch đại đảo pha của mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp xuất âm cũng giống như mạch khuếch đại dùng biến áp xuất âm. Chỉ khác là cuộn thứ cấp biến áp đảo pha có hai cuộn riêng biệt, điều này là do mạch khuếch đại công suất có hai transistor mắc khác kiểu nhau.  $Q_2$  mắc theo kiểu C chung còn  $Q_3$  mắc theo kiểu E chung.

$Q_2$  và  $Q_3$  là hai transistor khuếch đại công suất, hai transistor này phải giống nhau về các tham số (cùng một tên gọi ví dụ 2N3055 x 2, SC5200 ...).  $Q_2$  và  $Q_3$  đều hoạt động ở chế độ B nên hiệu suất rất cao. Khác với kiểu khuếch đại công suất đẩy kéo có dùng biến áp xuất âm,  $Q_2$  và  $Q_3$  được phân cực bằng hai cầu phân áp khác nhau.  $R_{b3}, R_{b4}$  phân cực cho  $Q_2$ .  $R_{b5}, R_{b6}$  phân cực cho  $Q_3$ .

Phân tích tương tự như trên, Giả sử ở bán kỳ dương của tín hiệu, ở cực B của  $Q_2$  có bán kỳ dương của tín hiệu còn tại cực B của  $Q_3$  do ngược pha nên có bán kỳ âm của tín hiệu.  $Q_2$  thông  $Q_3$  tắt, có dòng  $I_{ct2}$  chảy qua loa.

Bán kỳ âm của tín hiệu, ở cực B của  $Q_2$  có bán kỳ âm của tín hiệu còn tại cực B của  $Q_3$  do ngược pha nên có bán kỳ dương của tín hiệu.  $Q_2$  tắt  $Q_3$  thông, có dòng  $I_{ct3}$  chảy qua loa.

Khi tín hiệu vào thay đổi liên tục, trên loa sẽ có đủ toàn kỳ của tín hiệu, dạng của nó lặp lại đúng dạng của tín hiệu vào với công suất lớn hơn.

$Q_2$  mắc theo kiểu C chung, tải ở cực E. Theo tính chất của transistor mắc C chung thì trở kháng ra thấp chỉ khoảng  $50\Omega$ .  $Q_3$  mắc theo kiểu E chung, tải ở cực C trở kháng ra cao khoảng  $20k\Omega$ .

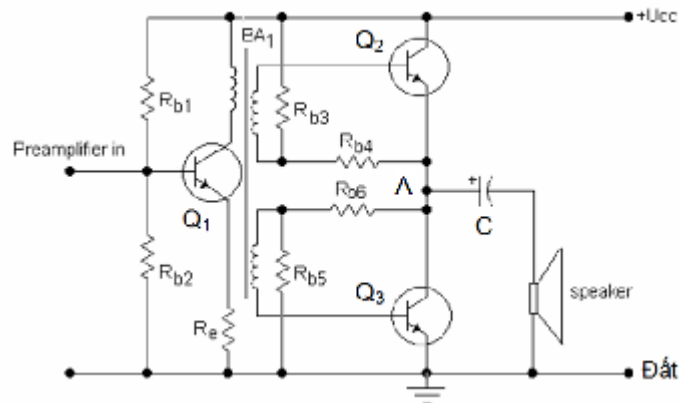
Về thành phần xoay chiều của tín hiệu,  $Q_2$  mắc song song với  $Q_3$  nên trở kháng tương đương (trở kháng ra của tầng khuếch đại) thấp, có thể mắc trực tiếp loa vào đầu ra của mạch khuếch đại mà không cần dùng biến áp để phối hợp trở kháng.

Về cung cấp năng lượng một chiều cho tầng khuếch đại hoạt động.  $Q_2$  và  $Q_3$  được mắc nối tiếp nhau. Vì  $Q_2 = Q_3$  và vì được phân cực như nhau nên điện trở  $R_{ce}$  của hai transistor bằng nhau. Do đó tại điểm nối nhau của  $Q_1$  và  $Q_2$  (điểm A) có một điện áp bằng  $0V$ .

Mạch như trên, phải dùng đến hai bộ nguồn  $E_1$  và  $E_2$  hoàn toàn giống nhau (bộ nguồn đối xứng). Để chỉ dùng một bộ nguồn, ta mắc lại phần khuếch đại công suất đẩy kéo như hình 4.16.

Về cung cấp năng lượng một chiều cho tầng khuếch đại hoạt động,  $Q_2$  và  $Q_3$  được mắc nối tiếp nhau. Vì  $Q_2 = Q_3$  và vì được phân cực như nhau nên điện trở  $R_{ce}$  của hai transistor bằng nhau, do đó tại điểm nối nhau của  $Q_1$  và  $Q_2$  (điểm A) ta có một điện áp một chiều bằng  $\frac{U_{cc}}{2}$ .





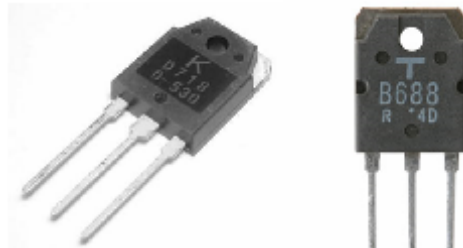
Hình 4.16: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo không dùng biến áp ra dùng một bộ nguồn cung cấp.

Để điện áp này không đi vào loa làm cháy loa, ta dùng tụ xuất âm C có điện dung lớn ( $> 500\mu\text{F}$ ). Tụ C vừa ngăn điện áp một chiều không cho vào loa vừa đưa tín hiệu xoay chiều vào loa để tái tạo lại âm thanh.

### 6.3. Khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp

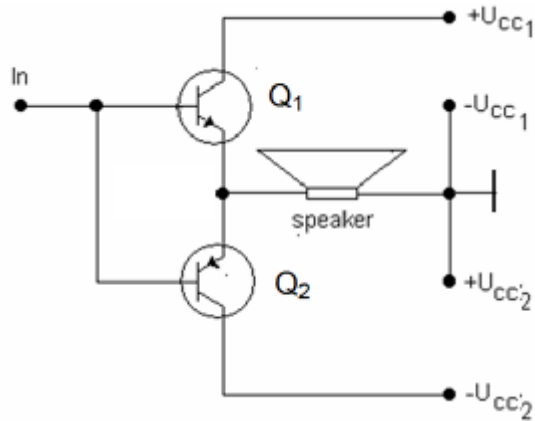
Nếu transistor công suất  $Q_2$  là NPN còn  $Q_3$  là PNP thì ta có thể bỏ luôn biến áp đảo pha trong mạch khuếch đại công suất.

Công nghệ chế tạo transistor hiện đại đã chế tạo những transistor có cùng tham số nhưng khác loại (transistor bù nhau). Ví dụ 2SB688 bù với 2SD718S, 2SC5200 bù với 2SA1943 (Hình 4.17), điều này cho phép ta bỏ luôn biến áp cuối



Hình 4.17 : Transistor 2SB688 bù với transistor 2SD718

cùng trong mạch khuếch đại công suất đẩy kéo, đó là biến áp đảo pha. Việc bỏ các biến áp, không những làm giảm rất đáng kể méo tín hiệu mà còn làm cho mạch khuếch đại trở nên gọn nhẹ, giá thành hạ, nhất là ta có thể chế tạo mạch khuếch đại công suất đẩy kéo chất lượng cao, công suất lớn trong một vi mạch. Hình 4.18 là sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp.



Hình 4.18: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo không dùng biến áp

Trong mạch khuếch đại công suất trên ta không cần dùng tầng khuếch đại đảo pha. Tín hiệu cần khuếch đại đưa trực tiếp đồng thời vào cực B của  $Q_1$  và  $Q_2$ . Trong bán kỳ dương của tín hiệu  $Q_2$  (NPN) thông, bán kỳ âm của tín hiệu  $Q_3$  (PNP) thông. Do đó ở loa ta có đủ cả hai chu kỳ của tín hiệu.

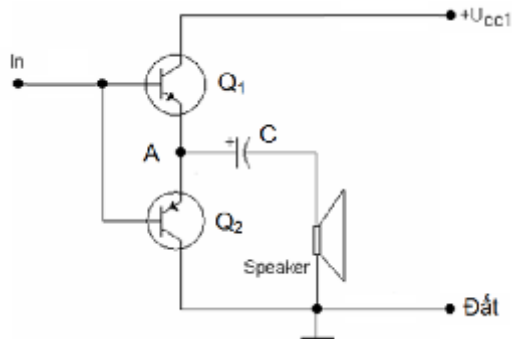
$Q_1$  và  $Q_2$  đều mắc theo kiểu C chung, tải là cực E do đó trở kháng ra bé (cỡ  $50\Omega$ ). Về thành phần xoay chiều của tín hiệu,  $Q_1$  và  $Q_2$  mắc song song nhau nên:

$$Z_T = \frac{Z_R}{2} = \frac{50\Omega}{2} = 25\Omega$$

Vì trở kháng ra của tầng khuếch đại thấp nên có thể mắc trực tiếp vào loa mà không cần dùng biến áp phối trở kháng.

Mạch như trên, phải dùng đến hai bộ nguồn  $Q_1$  và  $Q_2$  hoàn toàn giống nhau (bộ nguồn đối xứng). Để chỉ dùng một bộ nguồn, ta mắc lại phần khuếch đại công suất như hình 4.19. Về cung cấp năng lượng một chiều cho tầng khuếch đại công suất đẩy kéo hoạt động. Ta thấy  $Q_1$  và  $Q_2$  được mắc nối tiếp nhau. Vì  $Q_1 = Q_2$  và vì được phân cực như nhau nên điện trở  $R_{cc}$  của hai transistor bằng nhau. Do đó tại điểm nối nhau của  $Q_1$  và  $Q_2$  (điểm A) có một điện áp một chiều bằng  $\frac{U_{CC}}{2}$ .

Để điện áp này không đi được vào loa làm cháy loa, ta dùng tụ xuất âm C có điện dung lớn ( $> 500\mu F$ ). Tụ C vừa ngăn điện áp một chiều không cho vào loa vừa đưa tín hiệu xoay chiều vào loa để tái tạo lại âm thanh.



Hình 4.19: Sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo không dùng biến áp và chỉ dùng một bộ nguồn cung cấp.

Trong hai sơ đồ nguyên lý trên, sơ đồ nguyên lý sau chỉ dùng trong các mạch khuếch đại đẩy kéo chất lượng thấp, các mạch khuếch đại đẩy kéo dùng transistor bù nhau chất lượng cao (hifi) thường dùng bộ nguồn đối xứng, vì ta không cần dùng tụ điện xuất âm. Do dung kháng của tụ thay đổi theo tần số nên bị méo tần số.

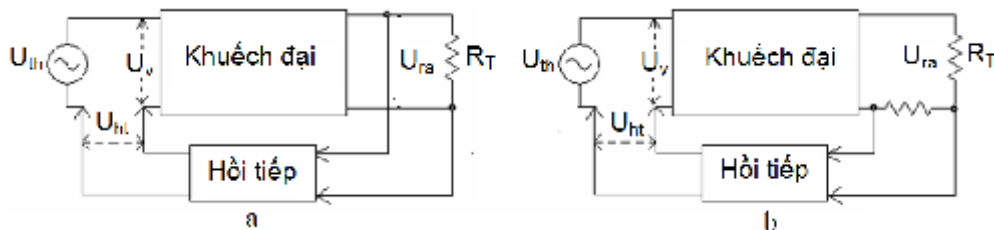
## 7. Hồi tiếp trong mạch khuếch đại

### 7.1. Định nghĩa cơ bản

Mạch hồi tiếp (feedback) là mạch điện dẫn một phần, hoặc toàn bộ năng lượng tín hiệu ra của tầng khuếch đại đưa trở về mạch vào của tầng đó (hồi tiếp một tầng), hoặc tầng trước đó (hồi tiếp qua nhiều tầng).

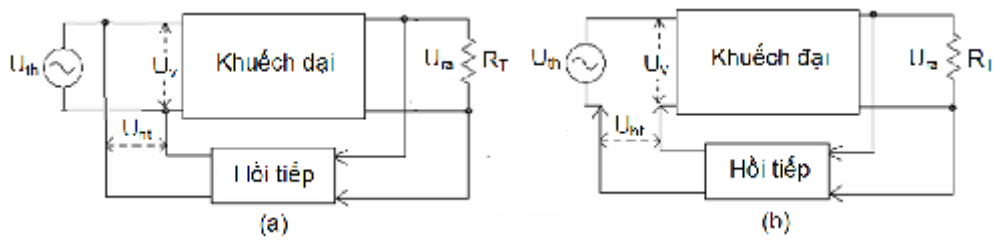
Tùy theo:

\***Năng lượng từ lối ra đưa trở về lối vào:** Có hồi tiếp điện áp (Hình 4.20a) hoặc hồi tiếp dòng điện (Hình 4.20b)



Hình 4.20 ab: Hồi tiếp điện áp và hồi tiếp dòng điện

\***Cách mắc:** Có hồi tiếp song song và hồi tiếp nối tiếp. Hình 4.21a là hồi tiếp điện áp song song và hình 4.21b là hồi tiếp điện áp nối tiếp.

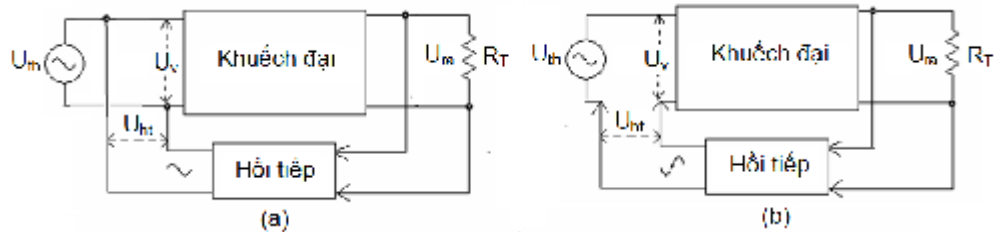


Hình 4.21 ab: Hồi tiếp song song và hồi tiếp nối tiếp

**\*Pha của tín hiệu hồi tiếp:** Có hồi tiếp dương và hồi tiếp âm.

**\*Hồi tiếp dương:** Tín hiệu mang về hồi tiếp cùng pha với tín hiệu ở đầu vào (Hình 22a).

**\*Hồi tiếp âm** : Tín hiệu mang về hồi tiếp ngược pha với tín hiệu ở đầu vào (Hình 22b).

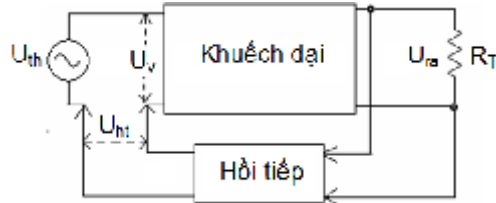


Hình 4.22 ab: Hồi tiếp dương và hồi tiếp nối tiếp âm

## 7.2. Tác dụng của hồi tiếp

Hồi tiếp có tác dụng rất quan trọng trong mạch khuếch đại, nó có thể làm tăng hoặc giảm hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại, đồng thời thay đổi chất lượng của việc khuếch đại một cách rất đáng kể.

Xét một mạch hồi tiếp điện áp nối tiếp (Hình 4.23)



Hình 4.23: Hồi tiếp nối tiếp điện áp

Trong đó:  $U_{th}$ : điện áp của tín hiệu cần khuếch đại

$U_{ht}$ : Điện áp hồi tiếp

$U_v$ : Điện áp đưa vào đầu vào bộ khuếch đại.

$U_{ra}$  : Điện áp tín hiệu sau khi khuếch đại xong.

Ta có: 
$$\bar{U}_v = \bar{U}_{th} + \bar{U}_{ht} \quad (1)$$

Chia hai vế cho điện áp ra  $U_{ra}$ :

$$\frac{\bar{U}_v}{\bar{U}_{ra}} = \frac{\bar{U}_{th}}{\bar{U}_{ra}} + \frac{\bar{U}_{ht}}{\bar{U}_{ra}} \quad (2)$$

Ta có: 
$$\frac{\bar{U}_v}{\bar{U}_{ra}} = \frac{1}{\bar{K}} \quad (3)$$

$$\frac{\bar{U}_{ht}}{\bar{U}_{ra}} = \bar{\beta} \quad (4) \text{ } \beta \text{ là hệ số hồi tiếp}$$

$$\frac{\bar{U}_{th}}{\bar{U}_{ra}} = \frac{1}{\bar{K}_{ht}} \quad (5) \text{ } K_{ht} : \text{ Hệ số khuếch đại khi có hồi tiếp.}$$

Thay (3), (4), (5) vào (2) ta có:

$$\frac{1}{\bar{K}} = \frac{1}{\bar{K}_{ht}} + \bar{\beta} \Rightarrow \bar{K}_{ht} = \frac{\bar{K}}{1 - \beta \bar{K}} \quad (6)$$

$K$  và  $K_{ht}$  là những số phức. Tuy nhiên khi xét từng trường hợp cụ thể ta có thể xem như là số thực

### 7.2.1. Hồi tiếp dương (dương hồi):

Nếu điện áp hồi tiếp cùng pha với tín hiệu vào ta có hồi tiếp dương. Khi hồi tiếp dương thì  $\beta > 0$ , khi đó hệ số khuếch đại là:

$$K_{ht}^+ = \frac{K}{1 - \beta K}$$

$K_{ht}^+ > K$ . Nghĩa là khi có hồi tiếp dương hệ số khuếch đại tăng lên.

Khi  $\beta K = 1$  thì  $K_{ht}^+$  tăng lên vô cùng và mạch điện đạt đến điều kiện tự kích. Mạch thay vì khuếch đại lại trở thành một mạch dao động khi hội đủ một số điều kiện nào đó. Do đó hồi tiếp dương tuy tăng hệ số khuếch đại của mạch nhưng dễ gây tự kích, nên ít dùng trong các mạch khuếch đại, chỉ được dùng trong các mạch tạo sóng điện.

### 7.2.2. Hồi tiếp âm (âm hồi)

Nếu điện áp hồi tiếp ngược pha với tín hiệu vào ta có hồi tiếp âm. Khi hồi tiếp âm thì  $\beta < 0$ , lúc đó hệ số khuếch đại là:

$$K_{ht}^- = \frac{K}{1 + \beta K}$$

$K_{ht}^- < K$ . Nghĩa là khi có hồi tiếp âm hệ số khuếch đại giảm.

Hồi tiếp âm tuy làm giảm hệ số khuếch đại  $K$  của mạch khuếch đại nhưng làm cho mạch điện trở nên ổn định, tăng chất lượng khuếch đại của tần số đang hồi tiếp. Vì vậy được sử dụng rất nhiều trong các mạch khuếch đại.

Độ ổn định của mạch điện được đặc trưng bằng tỷ số  $\frac{dK}{K}$ .

$$dK_{ht} = \frac{(1 + \beta K) dK - \beta K dK}{(1 + \beta K)^2} = \frac{dK}{(1 + \beta K)^2}$$

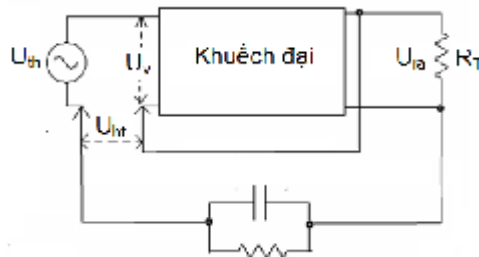
Lấy vi phân công thức (6):

$$\frac{dK_{ht}}{K_{ht}} = \frac{1}{1 + \beta K} \frac{dK}{K}$$

Như vậy, độ không ổn định của hệ số khuếch đại khi có hồi tiếp âm nhỏ hơn  $(1 + \beta K)$  lần so với độ không ổn định của hệ số khuếch đại khi chưa có hồi tiếp.

### 7.2.3. Hồi tiếp có chọn lọc

Khi chỉ cần thực hiện hồi tiếp đối với một khoảng tần số nào đó trong dải tần số mà mạch khuếch đại, ta dùng hồi tiếp chọn lọc. Mạch hồi tiếp bây giờ có thêm các phần tử điện kháng chủ yếu là các tụ điện (Hình 4.24).



Hình 4.24: Hồi tiếp âm chọn lọc

Hình 4.24 là mạch hồi tiếp tần số cao. Tổng trở hồi tiếp  $Z_{ht}$  gồm điện trở  $R$  mắc song song với tụ  $C$ . Ở tần số thấp dung kháng  $X_C$  của tụ điện lớn nên điện áp hồi tiếp sụt trên điện trở  $R$ . Ở tần số cao dung kháng  $X_C$  của tụ điện  $C$  giảm, nên điện áp hồi tiếp ở tần số cao lớn. Do đó hệ số khuếch đại ở tần số cao giảm hoặc tăng nhiều (tùy thuộc hồi tiếp âm hay dương) chất lượng khuếch đại ở tần số đó tăng lên, ta sửa được đường đặc trưng tần số của mạch khuếch đại theo ý muốn.

## Tóm tắt chương 2

Phương pháp khuếch đại tín hiệu nhỏ trong kỹ thuật hiện nay được xây dựng trên cơ sở khống chế năng lượng, được định nghĩa: Khuếch đại là nâng cao biên độ A của một tín hiệu điện mà không làm biến dạng nó.

Khuếch đại là dùng năng lượng rất nhỏ của nguồn tín hiệu để khống chế một năng lượng khác lớn hơn rất nhiều lần. Nguồn năng lượng bị khống chế, có năng lượng được bộ khuếch đại biến đổi thành năng lượng tín hiệu trên tải gọi là nguồn cung cấp của bộ khuếch đại. Nguồn cung cấp là nguồn điện một chiều rất ổn định và lọc thật kỹ.

Muốn khuếch đại ta phải biến các đại lượng không điện thành điện, khuếch đại lên sau đó biến đổi thành những mục đích sử dụng ở đâu ra.

Một bộ khuếch đại được kết hợp bởi nhiều tầng khuếch đại, mỗi tầng sẽ khuếch đại một thông số khác nhau của tín hiệu gồm: Khuếch đại điện áp, khuếch đại dòng điện, khuếch đại công suất. Các tầng đầu của bộ khuếch đại thường là khuếch đại điện áp.

Phân loại theo dải tần hoạt động ta có: Khuếch đại một chiều, khuếch đại âm tần, khuếch đại cao tần. Phân loại theo chế độ hoạt động của transistor: ta có A, B, AB, C, D tùy theo cách chọn điểm hoạt động Q trên đặc tuyến.

Chế độ A: không bị méo tín hiệu, nhưng hiệu suất thấp, dùng ở khuếch đại điện áp. Chế độ B: hiệu suất rất cao nhưng méo tín hiệu do transistor chỉ khuếch đại được một nửa chu kỳ của tín hiệu. chỉ sử dụng ở tầng khuếch đại công suất. dùng hai transistor mắc theo kiểu đẩy kéo (push pull). Mỗi transistor khuếch đại một nửa chu kỳ tín hiệu.

Bộ khuếch đại có một số chỉ tiêu kỹ thuật: Hệ số khuếch đại K, điện áp vào, méo tần số, méo biên độ.

Khuếch đại điện áp âm tần là khuếch đại điện áp ở tần số âm thanh (20Hz ÷ 20kHz), thường gặp ở tầng khuếch đại đầu tiên, tầng này tiêu thụ ít năng lượng của nguồn cung cấp, nên không cần quan tâm đến hiệu suất. Transistor thường hoạt động ở chế độ A. Gồm có hai mạch: Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung và khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp. Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp được dùng rất phổ biến hiện nay, nhất là trong các vi mạch vì không dùng các tụ điện có điện dung lớn.

Khuếch đại điện áp cao tần là khuếch đại các tín hiệu có tần số cao và rất cao. Khuếch đại điện áp cao tần chỉ khuếch đại một dải tần số rất hẹp, gọi là khuếch đại cộng hưởng. Vô tuyến điện ứng dụng khuếch đại có lọc lựa này để làm mạnh lên một tần số nào đó và triệt tiêu các tần số khác. Khuếch đại cộng hưởng có ưu điểm là hệ số khuếch đại ở tần số cộng hưởng là rất cao.

Khi cần khuếch đại dải rộng, ta thay tải của mạch khuếch đại bằng 2 khung dao động ghép với nhau, có tần số dao động riêng đúng với tần số muốn khuếch đại. Tín hiệu đưa ra tầng sau bằng phương pháp cảm ứng. Nhờ vậy, dải thông tần mở rộng ra mà không ảnh hưởng đến hệ số phẩm chất  $Q$  của khung dao động.

Tầng khuếch đại công suất là tầng khuếch đại chính của một bộ khuếch đại. Nó cung cấp cho tải một công suất danh định. Tín hiệu ở đầu vào của bộ khuếch đại công suất đã đủ lớn, nên tầng khuếch đại công suất còn gọi là tầng khuếch đại tín hiệu lớn. Tầng khuếch đại công suất tiêu thụ hầu hết công suất của nguồn cung cấp, nên ta phải chú ý đến hiệu suất. Transistor thường hoạt động theo chế độ B trở lên. Ở chế độ B, transistor chỉ khuếch đại được một bán kỳ của tín hiệu, nên phải dùng 2 transistor mắc theo kiểu đẩy kéo (push pull). Mỗi transistor được sắp xếp để khuếch đại một bán kỳ. Nếu  $Q_1$  khuếch đại bán kỳ âm, thì  $Q_2$  phải khuếch đại bán kỳ dương. Kết quả trên tải  $R_T$  ta nhận được một hình sin hoàn chỉnh, tín hiệu ra không bị méo. Tất cả các bộ khuếch đại công suất đều là khuếch đại đẩy kéo push pull. Do tầng khuếch đại công suất tiêu thụ hầu hết công suất của nguồn cung cấp, nên trong quá trình hoạt động transistor tỏa ra nhiều nhiệt cho môi trường chung quanh. Để giúp transistor tỏa nhiệt tốt và nhanh, người ta dùng những cánh tỏa nhiệt bằng nhôm bắt chặt vào transistor. Transistor công suất có cực C nổi ra vỏ, sau đó vỏ của nó được bắt chặt vào miếng nhôm tỏa nhiệt.

Khuếch đại công suất gồm có: Khuếch đại công suất đẩy kéo dùng biến áp, khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp xuất âm, khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến áp

Mạch hồi tiếp (feedback) là mạch điện dẫn một phần, hoặc toàn bộ năng lượng tín hiệu ra của tầng khuếch đại đưa trở về mạch vào của tầng đó (hồi tiếp một tầng), hoặc tầng trước đó (hồi tiếp qua nhiều tầng).

Gồm có: Hồi tiếp điện áp hoặc hồi tiếp dòng điện, hồi tiếp song song và hồi tiếp nối tiếp, hồi tiếp dương và hồi tiếp âm.



Khi tín hiệu mang về hồi tiếp cùng pha với tín hiệu ở đầu vào ta có hồi tiếp dương. Khi tín hiệu mang về hồi tiếp ngược pha với tín hiệu ở đầu vào ta có hồi tiếp âm.

Hồi tiếp có thể làm tăng hoặc giảm hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại, đồng thời thay đổi chất lượng của việc khuếch đại một cách rất đáng kể. Khi hồi tiếp dương hệ số khuếch đại tăng lên, nhưng dễ gây tự kích, nên ít dùng trong các mạch khuếch đại, chỉ được dùng trong các mạch tạo sóng điện. Khi hồi tiếp âm hệ số khuếch đại giảm nhưng làm cho mạch điện trở nên ổn định, tăng chất lượng khuếch đại của tần số đang hồi tiếp. Vì vậy được sử dụng rất nhiều trong các mạch khuếch đại.

Khi chỉ cần thực hiện hồi tiếp đối với một khoảng tần số nào đó trong dải tần số mà mạch khuếch đại, ta dùng hồi tiếp chọn lọc. Mạch hồi tiếp bây giờ có thêm các phần tử điện kháng chủ yếu là các tụ điện

Chương tiếp theo, ta sẽ áp dụng các kiến thức về khuếch đại ở chương này để thiết kế các bộ tạo sóng điện hình sin cao tần và âm tần.

#### **Bài tập ôn tập chương 4**

- 1/ Trình bày nguyên lý khuếch đại tín hiệu.
- 2/ Các chỉ tiêu kỹ thuật của một bộ khuếch đại.
- 3/ Phân loại các tầng khuếch đại.
- 4/ Tại sao khuếch đại điện áp âm tần phải dùng chế độ A
- 5/ Tại sao khuếch đại công suất âm tần phải dùng chế độ B
- 6/ Khuếch đại đẩy kéo push pull là gì? Tại sao phải dùng kiểu đẩy kéo.
- 7/ Trình bày ưu và khuyết điểm của khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung.
- 8/ Đặc điểm của tầng khuếch đại điện áp cao tần
- 9/ Vẽ và trình bày hoạt động của mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung
- 10/ Vẽ và trình bày hoạt động của mạch khuếch đại công suất âm tần dùng biến áp
- 11/ Vẽ và trình bày hoạt động của mạch khuếch đại công suất âm tần không dùng biến áp ra
- 12/ Vẽ và trình bày hoạt động của mạch khuếch đại công suất âm tần không dùng biến áp.
- 13/ Hồi tiếp là gì? Trình bày các kiểu hồi tiếp

14/ Trình bày tác dụng của hồi tiếp trong các mạch khuếch đại.

**Nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên khai triển các công thức mới chỉ khai triển một phần ở giáo trình

\*Sinh viên sử dụng phần mềm electronic workbench để vẽ và mô phỏng hoạt động của các mạch khuếch đại đã học

\*Sinh viên tìm kiếm những máy tăng âm rẻ tiền và tập xác định vị trí của từng tầng khuếch đại.

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu những bộ khuếch đại âm tần, khuếch đại công suất dùng vi mạch như BA324, LA4440...

**Đề tài sinh viên**

**Đề tài 1:** Tính toán, thiết kế, thi công và soạn bài thí nghiệm: *Nghiên cứu mạch khuếch đại điện áp âm tần dùng transistor C828*

**Đề tài 2:** Tính toán, thiết kế, thi công và soạn bài thí nghiệm: *Nghiên cứu mạch khuếch đại điện áp âm tần dùng vi mạch thuật toán BA324*

**Đề tài 3:** Tính toán, thiết kế, thi công một máy tăng âm công suất 20W dùng vi mạch LA4440.

**Đề tài 4:** Dùng phần mềm tin học electronic workbench để mô phỏng hoạt động của các bộ khuếch đại âm tần.

**Các câu hỏi đánh giá**

**A/ Trắc nghiệm**

1/Mạch hồi tiếp là mạch điện:

a/ Dẫn một phần năng lượng tín hiệu ra của tầng khuếch đại đưa trở về mạch vào của tầng đó hoặc tầng trước đó.

b/ Dẫn một phần năng lượng tín hiệu ra của tầng khuếch đại đưa trở về mạch vào của tầng đó.

c/ Dẫn một phần hoặc toàn bộ năng lượng tín hiệu ra của tầng khuếch đại đưa trở về mạch vào của tầng đó hoặc tầng trước đó.

d/ Cả ba câu trên đều sai.

2/Hồi tiếp dương có đặc tính:

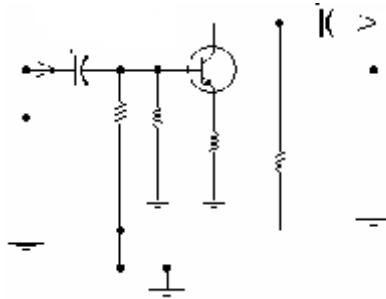
a/ Tín hiệu hồi tiếp ngược pha với tín hiệu vào

- b/ Hệ số khuếch đại lớn hơn hệ số khuếch đại khi không hồi tiếp
- c/ Hệ số khuếch đại bé hơn hệ số khuếch đại khi không hồi tiếp
- d/ Làm cho mạch khuếch đại trở nên ổn định hơn.

3/Trong mạch khuếch đại cộng hưởng, khung dao động LC có nhiệm vụ:

- a/ Tạo ra tần số dao động cho mạch khuếch đại
- b/ Tải của Transistor khuếch đại
- c/ Đầu vào của bộ khuếch đại nhằm lọc lấy tần số muốn khuếch đại.
- d/ Cả ba câu trên đều đúng.

4/Hình dưới là sơ đồ nguyên lý một mạch:



- a/ Khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung
- b/ Khuếch đại công suất âm tần
- c/ Khuếch đại cao tần
- d/ Tạo sóng điện âm tần hình sin

5/Mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc điện dung có khuyết điểm:

- a/ Hệ số khuếch đại ở tần số cao và tần số thấp giảm so với hệ số khuếch đại ở tần số trung bình.
- b/Tần số càng cao hệ số khuếch đại càng giảm.
- c/ Tần số càng thấp hệ số khuếch đại càng giảm.
- d/Mạch điện phức tạp, khó điều chỉnh.

6/Chế độ B của Transistor có đặc điểm: Nếu tín hiệu vào là hình sin thì

- a/ tín hiệu ra cũng là hình sin.
- b/ tín hiệu ra là một bán kỳ của hình sin.
- c/ tín hiệu ra là bán kỳ dương của hình sin.

d/ tín hiệu ra là bán kỳ âm của hình sin.

7/Mạch khuếch đại công suất có dùng biến áp đảo pha và biến áp xuất âm, nếu hỏng một trong hai Transistor công suất thì:

- a/ Không thể nghe được âm thanh ở loa
- b/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa
- c/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa nhưng âm thanh bị méo
- d/ Lúc nghe được âm thanh, lúc không.

8/Một mạch khuếch đại điện áp âm tần dùng transistor mắc E chung. Nếu  $R_C = 2k\Omega$ ,  $I_C = 2\text{ mA}$ , nguồn cung cấp  $U_{CC} = 10V$  thì điện áp tại cực C ( $U_C$ ):

- a/ 0V
- b/ 10V
- c/ 6V
- d/ 9V

9/Mạch khuếch đại cộng hưởng có hồi tiếp dương thường dùng :

- a/ Trong các mạch tạo sóng điện hình sin cao tần
- b/ Trong mạch khuếch đại cao tần
- c/ Trong mạch đổi tần số.
- d/ Mạch khuếch đại trung tần (trong máy thu đổi tần số)

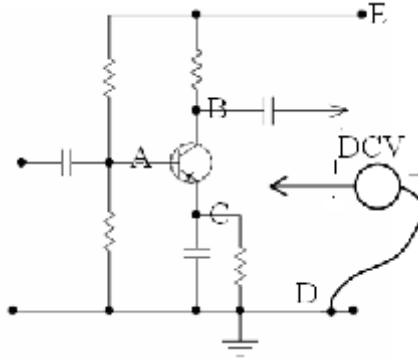
10/Một mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp, hệ số khuếch đại của tầng thứ nhất là 5 hệ số khuếch đại của tầng thứ hai là 70. Hệ số khuếch đại của mạch đó sẽ là:

- a/  $70 + 50 = 120$
- b/  $70 \times 50 = 3500$
- c/  $\frac{3500}{2} = 1500$
- d/  $\frac{120}{2} = 60$

11/Mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo không dùng biến áp, nếu đứt một trong hai Transistor công suất thì:

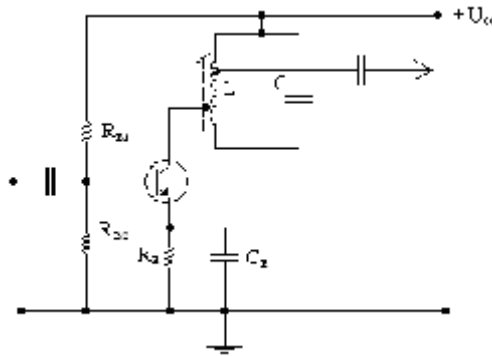
- a/ Không thể nghe được âm thanh ở loa
- b/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa
- c/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa nhưng âm thanh bị méo
- d/ Lúc nghe được âm thanh, lúc không.

12/Dùng một Volt kế một chiều mắc như hình vẽ. Bộ điện áp ở các điểm A, B, C, D, E nào dưới đây sẽ làm cho mạch hoạt động được?



- a/  $A = 1,8V$ ;  $B = 7,5V$ ;  $C = 1V$ ;  $D = 0V$
- b/  $A = 1,8V$ ;  $B = 7,5V$ ;  $C = 2,5V$ ;  $D = 0V$
- a/  $A = 7,5V$ ;  $B = 1,8V$ ;  $C = 1V$ ;  $D = 0V$
- a/  $A = 7,5V$ ;  $B = 1V$ ;  $C = 1,8V$ ;  $D = 0V$

13/Hình dưới là sơ đồ nguyên lý mạch:



- a/ Tạo sóng cao tần hình sin kiểu LC
- b/ Khuếch đại dải rộng
- c/ Khuếch đại cộng hưởng với tải là khung cộng hưởng LC.
- d/ Ba câu trên đều đúng.

14/Hồi tiếp âm có đặc tính:

- a/ Tín hiệu hồi tiếp ngược pha với tín hiệu vào
- b/ Hệ số khuếch đại bé hơn hệ số khuếch đại khi không hồi tiếp
- c/ Làm cho mạch khuếch đại trở nên ổn định hơn.
- d/ Cả ba câu trên đều đúng

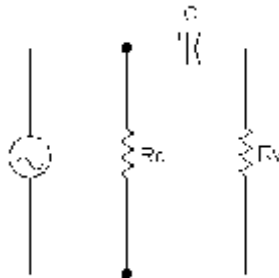
15/Mạch khuếch đại công suất âm tần đầy kéo không dùng biến áp, nếu đứt một trong hai Transistor công suất thì:

- a/ Không thể nghe được âm thanh ở loa
- b/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa
- c/ Vẫn nghe được âm thanh ở loa nhưng âm thanh bị méo
- d/ Lúc nghe được âm thanh, lúc không.

16/Chế độ B của một transistor là chế độ: Khi tín hiệu vào là hình sin thì;

- a/ Tín hiệu ra cũng là hình sin.
- b/ Tín hiệu ra là một bán kỳ của hình sin.
- c/ Tín hiệu ra là bán kỳ dương của hình sin.
- d/ Tín hiệu ra là bán kỳ âm của hình sin.

17/ Hình vẽ sau là sơ đồ tương đương của mạch khuếch đại điện áp âm tần ở:



- a/ Đoạn tần số cao
- b/ Đoạn tần số thấp
- c/ Đoạn tần số trung bình
- d/ Cả ba câu trên đều đúng

18/Một mạch khuếch đại điện áp âm tần liên lạc trực tiếp, hệ số khuếch đại của tầng thứ nhất là 5 hệ số khuếch đại của tầng thứ hai là 70. Hệ số khuếch đại của mạch đó sẽ là:

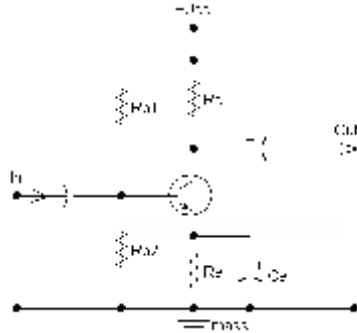
- a/  $70 + 50 = 120$
- b/  $70 \times 50 = 3.500$
- c/  $\frac{3500}{2} = 1500$
- d/  $\frac{120}{2} = 60$

19/ Chế độ A của một transistor là chế độ: Khi tín hiệu vào là hình sin thì

- a/ tín hiệu ra cũng là hình sin.
- b/ tín hiệu ra là một bán kỳ của hình sin.
- c/ tín hiệu ra là bán kỳ dương của hình sin.

d/ tín hiệu ra là bán kỳ âm của hình sin.

20/Hình sau là sơ đồ nguyên lý của mạch:



- a/ Khuếch đại điện áp âm tần có hồi tiếp âm điện áp
- b/ Khuếch đại điện áp âm tần có hồi tiếp dương điện áp
- c/ Khuếch đại điện áp âm tần có hồi tiếp âm dòng điện
- d/ Khuếch đại điện áp âm tần có hồi tiếp dương dòng điện

**B/ Tự luận**

1/ Nghiên cứu mạch khuếch đại điện áp âm tần lên lạc điện dung ở những vấn đề sau:

- a/ Vẽ sơ đồ nguyên lý
- b/ Trình bày tác dụng của từng linh kiện
- c/ Chuyển sơ đồ nguyên lý sang sơ đồ tương đương.
- d/ Thiết lập công thức tính hệ số khuếch đại của mạch ở khoảng tần số thấp

2/ Nghiên cứu mạch khuếch đại công suất âm tần đẩy kéo ở những vấn đề sau:

- a/ Nguyên lý khuếch đại công suất đẩy kéo.
- b/ Vẽ sơ đồ nguyên lý mạch khuếch đại công suất đẩy kéo không dùng biến

áp ra

- c/ Trình bày tác dụng của từng linh kiện
- d/ Trình bày nguyên lý hoạt động của mạch.

3/ Nghiên cứu việc hồi tiếp ở những vấn đề sau:

- a/ Vẽ sơ đồ khối hồi tiếp nối tiếp điện áp
- b/ Trình bày tác dụng của hồi tiếp.

## **CHƯƠNG 5**

## **BỘ TẠO SÓNG ĐIỆN**

### **Mở đầu**

Trong kỹ thuật vô tuyến điện, các bộ tạo sóng điện tạo ra các tín hiệu dùng trong các hệ thống thông tin, trong các máy đo, làm dao động nội trong các máy thu đổi tần số, làm sóng mang, làm xung đồng bộ, xung quét và rất nhiều mục đích khác. Bằng kỹ thuật điện tử, bộ tạo sóng điện tạo ra các điện áp hoặc dòng điện điều hòa hình sin có tần số vài chục Hz đến GHz, hoặc tạo ra các sóng điện không điều hòa còn gọi là xung điện như xung vuông, xung tam giác, xung răng cưa hoặc các dạng xung đơn lẻ khác. Tuy đều là tạo ra dao động nhưng hai loại dao động này được tạo ra bởi hai nguyên lý khác nhau. Các transistor làm nhiệm vụ khuếch đại bù năng lượng cũng hoạt động theo hai chế độ khác nhau.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được nguyên lý tạo ra các dao động hình sin từ âm tần đến cao tần dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện tử.

- Nắm được nguyên lý tạo ra các dao động phi sin còn gọi là xung điện dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện tử.

- Hiểu rõ phương pháp tạo ra sóng điện hình sin, xung điện, và các yêu cầu của các bộ tạo sóng.

- Xác định công thức tính toán các tham số các bộ tạo sóng điện.

- Nắm được tầm quan trọng của hồi tiếp dương và mức độ hồi tiếp đối với độ trung thực của dạng sóng điện tạo ra.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Hiểu rõ và sử dụng được các sơ đồ nguyên lý các bộ tạo sóng điện hình sin và phi sin.

- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các bộ tạo sóng điện hình sin và phi sin.

- Nắm vững và vận dụng được cách phân loại các bộ tạo sóng điện.

Chương 5 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về kỹ thuật tạo ra các dao động hình sin và các xung điện. Các bộ tạo sóng điện này không thể thiếu được trong việc thông tin liên lạc bằng sóng điện từ. Khi truyền thông tin đi, đài phát phải sử dụng sóng mang do các bộ tạo sóng điện hình sin cao tần tạo ra, các xung điện đôi khi cũng được gửi theo để làm nhiệm vụ hỗ trợ ví dụ như xung vuông đồng bộ do



đài truyền hình gửi theo đề đồng bộ hình ảnh. Nắm vững việc áp dụng kỹ thuật khuếch đại và hồi tiếp trong các bộ tạo sóng điện. Xác định được công thức tính các tham số của các bộ tạo sóng điện. Biết được cách phân loại các bộ tạo sóng điện đang dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện tử hiện nay.

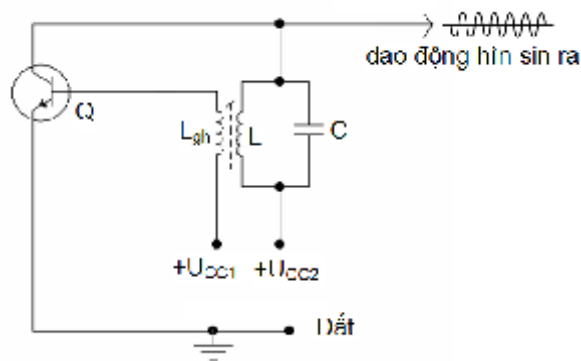
Chương tiếp theo chúng ta sẽ nghiên cứu sử dụng các bộ tạo sóng này trong kỹ thuật thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện.

## A/ Bộ tạo sóng điện hình sin

Bộ tạo sóng hình sin gồm hai loại: Bộ tạo sóng hình sin cao tần kiểu LC và bộ tạo sóng hình sin âm tần kiểu RC.

### 1. Bộ tạo sóng cao tần kiểu LC

#### 1.1 Nguyên lý hoạt động



Hình 5.1: Nguyên lý bộ tạo sóng điện hình sin cao tần LC

Hình 5.1 là nguyên lý bộ tạo sóng cao tần hình sin kiểu LC. Đây chính là một mạch khuếch đại cộng hưởng mắc E chung có hồi tiếp dương.

Tải của transistor Q là khung dao động LC. Khung dao động LC phải có hệ số phẩm chất cao để ít tổn hao năng lượng dao động dưới tác dụng nhiệt. Điện áp dao động do LC tạo ra sẽ cảm ứng sang cuộn  $L_{gh}$  một sức điện động  $e_{gh}$ . Sức điện động này được đưa trở về cực B của transistor Q (hồi tiếp dương) để duy trì dao động.

Khi đóng mạch điện, khung dao động LC xuất hiện dao động. Đây là dao động tắt dần. Tuy nhiên, do có hồi tiếp dương, dòng điện  $i_L$  trong cuộn L biến đổi làm xuất hiện sức điện động cảm ứng  $e_{gh}$  trong cuộn dây  $L_{gh}$ . Sức điện động cảm ứng này có tần số dao động bằng tần số dao động riêng  $f_0$  của khung

dao động, được transistor Q khuếch đại lên, đưa trở về tải (khung dao động LC) để bù đắp năng lượng mất đi dưới tác dụng nhiệt, nhờ thế dao động được duy trì.

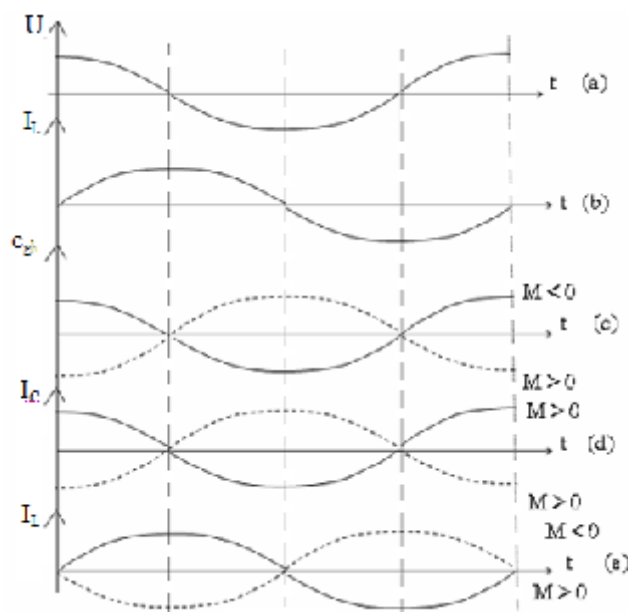
Vậy để tạo được dao động ở ngõ ra. Một bộ tạo sóng phải có hai khâu:

**\*Khâu tạo sóng điện hình sin:** Đây là các nguồn dao động như LC, RC. Các nguồn này tạo ra dao động hình sin nhưng tắt dần do tiêu hao năng lượng.

**\*Khâu khuếch đại có dương hồi:** Để bồi đắp năng lượng bị tiêu hao.

## 1.2. Điều kiện tạo dao động

Để khảo sát quá trình tạo dao động của mạch tạo sóng, ta xét các quá trình vật lý xảy ra trong khung dao động LC. (Hình 5.2)



Hình 5.2abcde: Đồ thị giải thích quá trình tạo sóng điện hình sin cao tần kiểu LC.

Khi đóng điện, trong khung dao động LC xuất hiện dao động có tần số :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Điện áp trên hai đầu khung biến thiên như đồ thị a. Còn dòng điện chạy trong cuộn  $L_{gh}$  chậm pha hơn  $\frac{\pi}{2}$  biến thiên như đồ thị b.

Ta xét trong một thời gian ngắn nên xem như dao động không tắt. Biểu thức của  $i_L$ :  $i_L = I_L \sin\omega t$ .

Do dòng điện  $i_L$  biến thiên, nên trong cuộn  $L_{gh}$  xuất hiện dòng điện cảm ứng:

$$e_{gh} = -M \frac{di_L}{dt} = -M\omega I_L \cos \omega t$$

Tùy theo dấu của  $M$  mà ta có đồ thị c. Đường liền nét ứng với  $M < 0$ , đường đứt nét là  $M > 0$ .

Dòng điện cực thu  $i_c$  biến thiên cùng pha với điện áp  $U_{ra}$  nên nó có dạng giống  $e_{gh}$ .

Dòng điện cực thu  $I_c$  có hai thành phần: thành phần qua cuộn dây  $L$  ( $i_L$ ) và thành phần qua tụ  $C$ . Vì  $i_L$  chậm pha so với dòng điện cực thu một góc  $\frac{\pi}{2}$  cho nên ta có thể biểu diễn  $i_L$  như đồ thị e.

Ta thấy, khi  $M < 0$  thì  $i_L$  cùng pha với  $i_c$  nó bổ sung cho dòng ban đầu của khung dao động, làm cho dao động được duy trì. Do đó điều kiện để duy trì dao động là  $M < 0$  mà điều kiện  $M < 0$  là hồi tiếp dương.

So sánh a và c ta thấy khi  $M < 0$  thì  $e_{gh}$  cùng pha với  $i_L$ .

Ngoài điều kiện hồi tiếp dương, để có thể duy trì dao động thì năng lượng hồi tiếp phải vừa đủ bù đắp năng lượng tiêu hao. Để mạch đạt đến điều kiện tự kích, từ công thức của mạch có hồi tiếp dương, ta có:

$$K_{ht}^+ = \frac{K}{1 - \beta K}$$

Khi  $\beta K \geq 1$  thì  $K_{ht}^+ \rightarrow \infty$ , mạch sẽ đi đến tự kích, vì vậy điều kiện để duy trì dao động ta phải có: **Hồi tiếp dương và  $\beta K \geq 1$** . Dấu lớn hơn ứng với chế độ quá độ, dấu bằng ứng với chế độ ổn lập. Trong đó  $\beta$  là hệ số hồi tiếp,  $K$  là hệ số khuếch đại. Để có dạng sóng ra đẹp đúng dạng hình sin thì  **$\beta K = 1$** .

Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức Thomson:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

### 1.3. Các sơ đồ nguyên lý

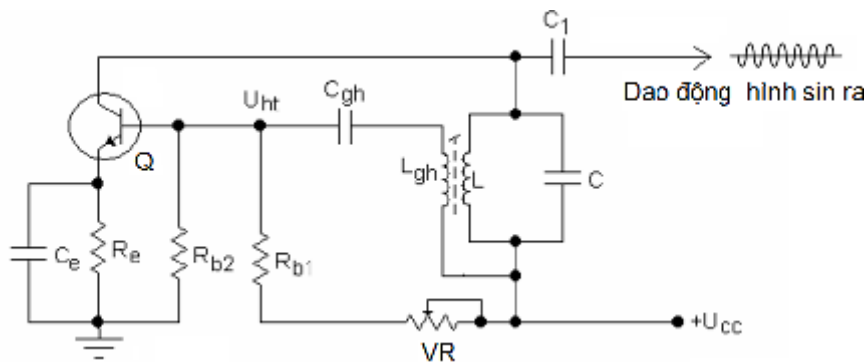
#### 1.3.1. Sơ đồ hồi tiếp cảm ứng

Hình 5.3 là sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng cao tần hình sin hồi tiếp cảm ứng.

Q mắc theo kiểu E chung, tải là khung dao động LC.

$R_{b1}$  và  $R_{b2}$  làm thành cầu phân áp, tạo thiên áp cho transistor hoạt động.

$R_e$  là điện trở cực E dùng để ổn định nhiệt độ cho transistor.



Hình 5.3: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng cao tần kiểu hồi tiếp cảm ứng

$C_e$ : Tụ điện phân dòng, làm mất tác dụng hồi tiếp âm đối với tín hiệu, nhờ đó mạch có hệ số khuếch đại cao. Khi chọn trị số của  $C_e$  ta chú ý điều kiện dung kháng  $X_{C_e} \ll R_e$

$C_{gh}$ : Tụ điện ngăn điện áp dương một chiều của nguồn cung cấp không cho vào cực B của transistor Q, đồng thời đưa điện áp hồi tiếp vào cực B của transistor

Biến trở VR: Điều chỉnh hệ số khuếch đại K. Điều chỉnh VR để có dạng hình sin đều đặn trên màn hình dao động ký. Lúc này  $K\beta = 1$ .

Khi đóng mạch điện, khung dao động LC xuất hiện dao động, điện áp của dao động sẽ cảm ứng qua  $L_{gh}$  sức điện động  $e_{gh}$ . Sức điện động này được Q khuếch đại lên, đưa trở về khung dao động LC để bù năng lượng bị mất đi dưới tác dụng nhiệt.  $e_{gh}$  phải có pha thế nào đó để khi được transistor khuếch đại xong phải cùng pha với dao động ở cuộn dây dao động L. Dao động hình sin được lấy ra ở cực C của transistor qua tụ  $C_1$ .

Điện áp hồi tiếp trên được lấy ra bằng phương pháp cảm ứng, ta cũng có thể lấy điện áp hồi tiếp trên cuộn cảm L hoặc trên tụ điện C. Ta có mạch dao động ba điểm điện cảm và ba điểm điện dung.

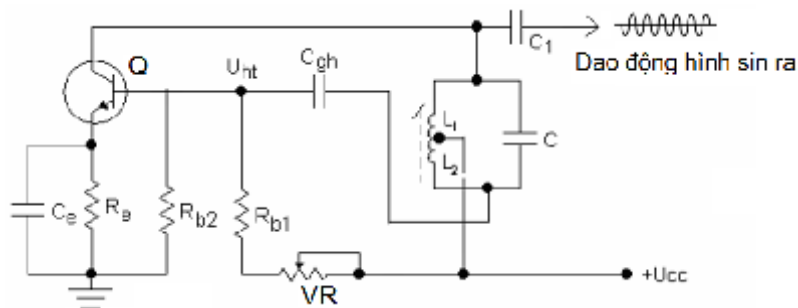
### 1.3.2. Sơ đồ 3 điểm điện cảm (Harley)

Điện áp hồi tiếp có thể được lấy trên một phần của cuộn cảm L (Hình 5.4).

Cuộn cảm L của khung dao động LC được chia làm hai cuộn  $L_1$  và  $L_2$ . Điện áp hồi tiếp được lấy ra trên cuộn  $L_2$

Transistor Q: Transistor khuếch đại có hồi tiếp dương mắc theo kiểu E chung, tải là khung dao động LC.

$R_{b1}$  và  $R_{b2}$ : Làm thành cầu phân áp, tạo thiên áp cho transistor Q hoạt động.



Hình 6.4: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng cao tần Harley

$R_e$ : Điện trở cực E dùng để ổn định nhiệt độ cho transistor.

$C_e$ : tụ điện phân dòng, làm mất tác dụng hồi tiếp âm đối với tín hiệu, nhờ đó mạch có hệ số khuếch đại cao. Khi chọn trị số của  $C_e$  ta chú ý điều kiện dung kháng  $X_{C_e} \ll R_e$

$C_{gh}$ : Ngăn điện áp dương một chiều của nguồn cung cấp không cho vào cực B transistor Q, đồng thời đưa điện áp hồi tiếp vào cực B của transistor Q.

Khi đóng mạch điện, khung dao động LC xuất hiện dao động, điện áp của dao động sẽ được lấy ra một phần để hồi tiếp về cực B của transistor Q. Transistor khuếch đại lên để bù lại năng lượng bị mất đi dưới tác dụng nhiệt. Điện áp hồi tiếp phải có pha thế nào đó để khi được transistor khuếch đại xong phải cùng pha với dao động ở cuộn dây dao động L. Dao động hình sin được lấy ra ở cực C của transistor Q qua tụ điện  $C_1$ .

Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức:

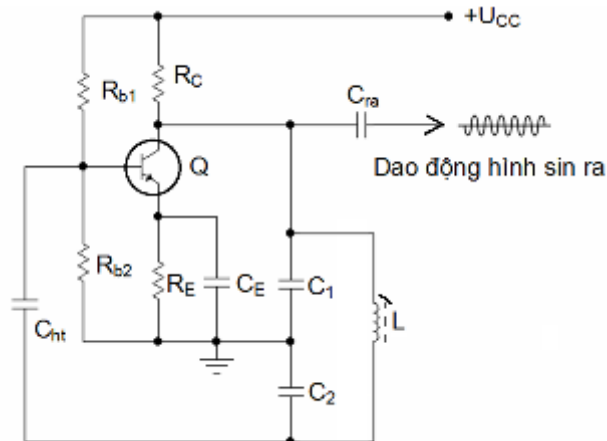
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$$

### 1.3.3. Sơ đồ 3 điểm điện dung (Colpits)

Ngoài việc hồi tiếp bằng từ như ở các sơ đồ trên, ta có thể thực hiện hồi tiếp bằng điện. Khi điều kiện tự kích được đáp ứng, trong mạch vẫn phát sinh dao động. Mạch hồi tiếp bằng điện gọi là mạch ba điểm điện dung (Hình 5.5)

Tụ điện C của khung dao động LC gồm hai tụ  $C_1$  và  $C_2$  nối tiếp nhau. Điện dung  $C_2$  là điện dung hồi tiếp, điện áp hồi tiếp lấy từ trên tụ điện này được đưa về cực phát E của transistor Q để duy trì dao động.

Transistor Q: Transistor khuếch đại có hồi tiếp dương mắc theo kiểu E chung, tải là khung dao động LC.



Hình 5.5: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng cao tần Colpitts

$R_C$ : Điện trở tải, một số sơ đồ nguyên lý thay bằng cuộn cảm.

$R_{b1}$  và  $R_{b2}$ : Làm thành cầu phân áp, tạo thiên áp cho transistor Q hoạt động.

$R_E$ : Điện trở cực E dùng để ổn định nhiệt độ cho transistor.

$C_E$ : Tụ điện phân dòng, làm mất tác dụng hồi tiếp âm đối với tín hiệu, nhờ đó mạch có hệ số khuếch đại cao. Khi chọn trị số của  $C_E$  ta chú ý điều kiện dung kháng  $X_{CE} \ll R_e$

$C_{ht}$ : Dẫn điện áp hồi tiếp dương về cực B của transistor Q.

Khi đóng mạch điện, khung dao động LC xuất hiện dao động, điện áp của dao động được lấy ra một phần hồi tiếp về cực B của transistor Q, được transistor Q khuếch đại lên để bù lại năng lượng bị mất đi dưới tác dụng nhiệt. Dao động hình sin được lấy ra ở cực C của transistor Q qua tụ  $C_{ra}$ .

Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}$$

## 2. Bộ tạo sóng âm tần kiểu RC

Bộ tạo sóng dùng khung dao động LC không thể tạo ra tần số thấp từ vài Hz đến vài chục kHz, vì lúc này trị số của cuộn cảm L và tụ điện C sẽ rất lớn. Không bảo đảm về hệ số phẩm chất Q của khung dao động. So sánh với bộ tạo sóng cao tần LC bộ tạo sóng âm tần RC có những khác biệt sau:

a/ Bộ tạo sóng âm tần RC có thể tích hợp vào một vi mạch do trong cấu trúc của chúng không có cuộn cảm L.

b/ Khi cần tạo ra một loạt các tần số khác nhau, mạch dao động kiểu RC dễ dàng điều chỉnh hơn vì tần số ra tỷ lệ với  $\frac{1}{C}$ , trong khi đó mạch dao động kiểu LC tần số ra tỷ lệ với  $\frac{1}{\sqrt{C}}$ .

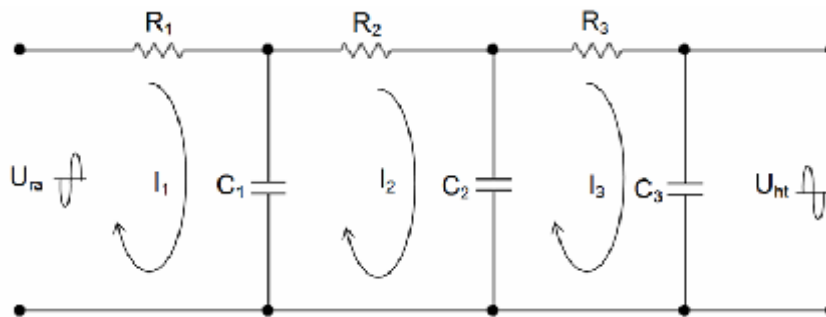
c/ Khâu khuếch đại không phải là khuếch đại cộng hưởng vì RC không thể có tính cộng hưởng.

Để tạo các dao động hình sin có tần số thấp ta dùng mạch tạo sóng âm tần kiểu RC.

### 2.1. Bộ tạo sóng âm tần dùng cầu xoay pha

#### 2.1.1. Cầu xoay pha

Trong các mạch tạo sóng điện, transistor thường được mắc theo kiểu E chung, vì vậy điện áp hồi tiếp luôn luôn ngược pha với tín hiệu vào. Muốn có hồi tiếp dương để duy trì dao động, ta phải dùng cầu xoay pha RC để xoay pha điện áp hồi tiếp trước khi thực hiện việc hồi tiếp. Trong thực tế, một mắc cầu xoay pha RC chỉ xoay pha được  $60^\circ$  nên ta phải dùng 3 mắc RC (Hình 5.6)



Hình 5.6: Cầu xoay pha

**2.1.2. Công thức tính tần số dao động** Trong cầu xoay pha trên, trị số điện trở và tụ điện được chọn:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R \quad \text{và} \quad C_1 = C_2 = C_3 = C$$

Viết phương trình liên hệ giữa điện áp và dòng điện trong các mạch vòng quy ước theo chiều mũi tên, ta có:

$$(R + \bar{X}_C)\bar{I}_1 - \bar{X}_C\bar{I}_2 = \bar{U}_{ra} \quad (5.1)$$

$$(R + \bar{X}_C + \bar{X}_C)\bar{I}_2 - \bar{X}_C\bar{I}_1 - \bar{X}_C\bar{I}_3 = 0 \quad (5.2)$$

$$(R + \bar{X}_C + \bar{X}_C)\bar{I}_3 - \bar{X}_C\bar{I}_2 = 0 \quad (5.3)$$

Giải hệ phương trình (5.1), (5.2), (5.3) để rút ra  $\bar{I}_3$  và sau đó thay  $\bar{X}_C = \frac{1}{j\omega C}$

vào kết quả, ta được: 
$$\bar{I}_3 = -\frac{\bar{U}_{ra} j\omega C}{5(R\omega C)^2 - 1 + j[(R\omega C)^3 - 6R\omega C]}$$

Điện áp hồi tiếp: 
$$\bar{U}_{ht} = \frac{\bar{I}_3}{j\omega C}$$

Hệ số hồi tiếp  $\beta$ : 
$$\bar{\beta} = \frac{\bar{U}_{ht}}{\bar{U}_{ra}} = -\frac{1}{5(R\omega C)^2 - 1 + j[(R\omega C)^3 - 6R\omega C]} \quad (5.4)$$

Để có dương hồi thì  $\beta$  phải là một số thực và âm, do đó từ (5.4) ta rút ra:

$$(R\omega C)^3 - 6R\omega C = 0$$

$$\Rightarrow \omega = \omega_0 = \frac{\sqrt{6}}{RC}$$

Vậy: 
$$f_0 = \frac{\sqrt{6}}{2\pi RC} = \frac{0,39}{RC} \quad (5.5)$$

### 2.1.3. Điều kiện tạo dao động

Để tìm hệ số hồi tiếp và hệ số khuếch đại cần thiết cho việc duy trì dao động, ta thay  $f_0$  vào (5.4) và lấy module:

a/Hệ số hồi tiếp: 
$$\bar{\beta} = \frac{1}{5(R\omega C)^2 - 1} \quad (5.6)$$

Thay  $\omega = \frac{\sqrt{6}}{RC}$  vào (5.6) ta có:



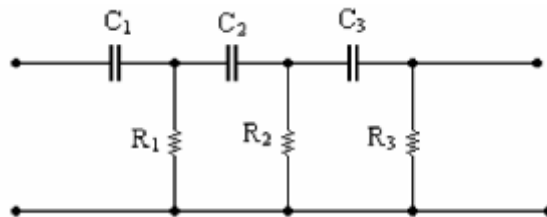
$$\beta = \frac{1}{29}$$

b/Hệ số khuếch đại K: Từ công thức  $K_u\beta = 1$  ta tính được:  $K_u = 29$

Vậy để có dao động hình sin âm tần, ta thiết kế một mạch khuếch đại điện áp âm tần có hệ số khuếch đại  $K_u = 29$ , sau đó cho hồi tiếp dương  $\frac{1}{29}$ , bộ tạo sóng cho ra dao động hình sin rất đều đặn.

Vị trí của tụ C và điện trở R của cầu xoay pha có thể thay đổi như hình 5.7.

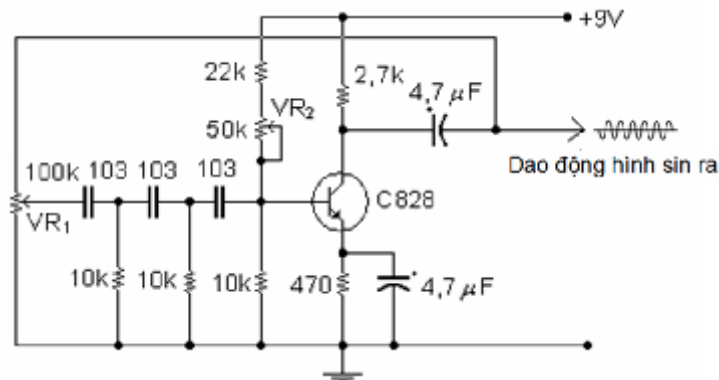
Áp dụng cách tính tương tự, tần số dao động do cầu xoay pha trên tạo ra được tính theo công thức:  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}} = \frac{0,065}{RC}$



Hình 5.7: Sơ đồ thứ hai của cầu xoay pha

#### 2.1.4. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý một mạch tạo sóng âm tần kiểu RC được vẽ ở hình 5.8



Hình 5.8: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng âm tần dùng cầu xoay pha

Bộ tạo sóng điện trên có hai khâu:

\* Khâu tạo sóng: Cầu xoay pha RC.

\* *Khâu khuếch đại dương hồi:* Transistor C828, được mắc theo kiểu E chung để có hệ số khuếch đại cao. Tác dụng của từng linh kiện đã được tìm hiểu ở mạch khuếch đại dùng E chung.

Điện áp hồi tiếp lấy ra từ cực C của transistor được đưa trở về cực B của nó, do tính chất của transistor mắc E chung, điện áp này ngược pha với tín hiệu ở đầu vào. Khi qua cầu xoay pha gồm 3 mắc nó được xoay pha  $180^0$  nên cùng pha với tín hiệu vào. Ta đã thực hiện hồi tiếp dương đúng theo điều kiện để mạch tự dao động. Dao động được lấy ra ở cực C của transistor qua tụ điện  $4,7\mu\text{F}$ .

Biến trở  $VR_1$ : Thay đổi hệ số hồi tiếp  $\beta$ .

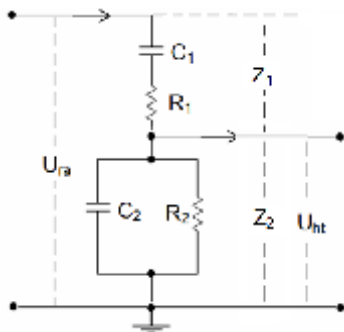
Biến trở  $VR_2$ : Thay đổi hệ số khuếch đại K

Điều chỉnh phối hợp hai biến trở này để  $K\beta = 1$ , lúc đó trên màn hình dao động ký có một hình sin đều đặn.

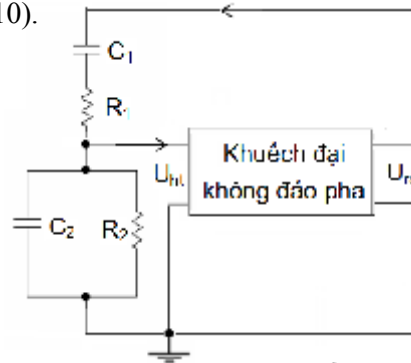
## 2.2. Bộ tạo sóng âm tần kiểu RC dùng cầu Wien

### 2.2.1. Cầu Wien

Cầu Wien gồm  $R_1C_1$  mắc nối tiếp và  $R_2C_2$  mắc song song theo sơ đồ hình 5.9. Cầu Wien không thể làm nhiệm vụ xoay pha, nó chỉ làm nhiệm vụ cân bằng pha ứng với tần số mà máy phát tạo ra. Vì cầu Wien không thể xoay được pha của tín hiệu hồi tiếp, nên để bảo đảm hồi tiếp dương ta phải dùng hai tầng khuếch đại gọi là khuếch đại không đảo pha (Hình 5.10).



Hình 5.9: Cầu Wien



Hình 5.10: Sơ đồ khối bộ tạo sóng dùng cầu Wien

### 2.2.2. Công thức tính tần số dao động

Trong cầu Wien, trị số điện trở và tụ điện được chọn:

$$R_1 = R_2, C_1 = C_2 \text{ hoặc } R_1C_2 = R_2C_1$$

$$\text{Hệ số hồi tiếp} \quad : \quad \bar{\beta} = \frac{\bar{U}_{ht}}{\bar{U}_{ra}} = \frac{\bar{Z}_2}{\bar{Z}_1 + \bar{Z}_2} \quad (5.6)$$

Từ sơ đồ hình 5.9 ta có:  $\bar{Z}_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$  Tổng trở phức của  $R_1C_1$

$$\bar{Z}_2 = \frac{R_2 \frac{1}{j\omega C_2}}{R_2 + \frac{1}{j\omega C_2}} \quad \text{Tổng trở phức của } R_2C_2$$

Thay  $\bar{Z}_1$  và  $\bar{Z}_2$  vào biểu thức:  $\frac{1}{\beta} = \frac{\bar{Z}_1}{\bar{Z}_2} + 1$  và thực hiện các phép tính cần thiết.

$$\text{Ta được: } \bar{\beta} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} + j\left(\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega C_1 R_2}\right)} \quad (5.7)$$

Để có hồi tiếp dương  $\beta$  phải là một số thực và dương, do đó từ (5.7) ta rút ra:

$$\omega R_1 C_2 - \frac{1}{\omega C_1 R_2} = 0 \Rightarrow \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} = \frac{1}{RC}$$

Tần số dao động do máy tạo sóng âm tần RC dùng cầu Wien tạo ra:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$f_0 : \text{Hz}, R : \Omega, C : \text{F}$$

### 2.2.3. Điều kiện tạo sóng

Để tìm hệ số hồi tiếp  $\beta$  và hệ số khuếch đại  $K$  cần thiết cho việc duy trì dao động, ta thay  $\omega = \frac{1}{RC}$  vào (5.7) và lấy module:

$$\text{*Hệ số hồi tiếp:} \quad \beta = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}} = \frac{1}{3}$$

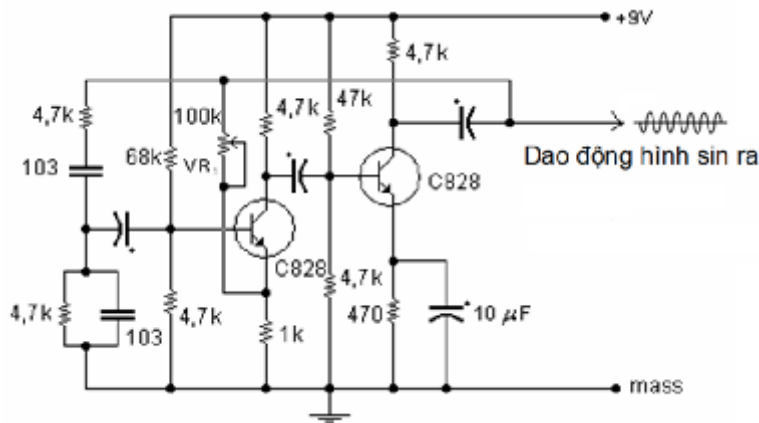
\*Hệ số khuếch đại  $K$ : Từ công thức  $K_u \beta = 1$ , suy ra:  $K_u = 3$

Vậy để có dao động hình sin âm tần, ta thiết kế một mạch khuếch đại điện áp âm tần không đảo pha (dùng hai tầng khuếch đại mắc E chung) có hệ số khuếch

đại  $K_u = 3$ , sau đó cho hồi tiếp dương  $\frac{1}{3}$  bộ tạo sóng cho ra dao động hình sin rất đều đặn.

#### 2.2.4.Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng âm tần RC dùng cầu Wien được vẽ ở hình 5.11



Hình 5.11: Sơ đồ nguyên lý bộ tạo sóng âm tần dùng cầu Wien

Bộ tạo sóng điện trên có hai khâu:

\* **Khâu tạo sóng:** Cầu Wien.

\* **Khâu khuếch đại dương hồi:** Gồm hai transistor C828 để bảo đảm dương hồi, cả hai được mắc theo kiểu E chung để có hệ số khuếch đại cao. Tác dụng của từng linh kiện đã được tìm hiểu ở mạch khuếch đại dùng E chung.

VR: Thay đổi hệ số hồi tiếp  $\beta$ . Tín hiệu hồi tiếp dương từ cực C  $Q_2$  trở về cực B  $Q_1$  theo hai đường:

Đường thứ nhất đi vào cầu Wien, đường thứ hai đi vào biến trở VR

Khi  $VR = 0\Omega$ : Tất cả biên độ của điện áp hồi tiếp đều bị dẫn xuống đất, không có điện áp hồi tiếp  $U_{ht} = 0$ . Mạch không thể tạo dao động.

Khi  $VR = 100\text{ k}\Omega$ : Tất cả biên độ của điện áp hồi tiếp đều được đưa về cầu Wien, điện áp hồi tiếp tối đa. Dao động tạo ra bị méo trầm trọng.

Khi VR được điều chỉnh đến một trị số nào đó sẽ đáp ứng điều kiện  $K\beta = 1$ , dao động tạo ra là một hình sin hoàn chỉnh.

Điện áp hồi tiếp lấy ra từ cực C của transistor C828 thứ hai được đưa về cầu Wien, do qua hai tầng khuếch đại gồm hai transistor nên điện áp hồi tiếp cùng pha

với tín hiệu ở đầu vào, ta đã thực hiện hồi tiếp dương đúng theo điều kiện để mạch tự dao động. Dao động hình sin được lấy ra ở cực C của transistor thứ hai.

## B/ Bộ tạo sóng điện phi sin - Bộ tạo xung điện

### 3. Nguyên lý tạo xung

Trong kỹ thuật xung, để tạo các xung điện (dao động không điều hòa) ta thường dùng mạch dao động tích thoát. Xung là những dao động rời rạc bởi vì các hàm của dòng điện hoặc điện áp theo thời gian có phần gián đoạn.

Về mặt vật lý, trong bộ tạo dao động xung chỉ chứa một phần tử tích lũy năng lượng là tụ điện C. Tụ C được tích điện và phóng điện qua một điện trở R là vật tiêu thụ điện nhờ chuyển mạch  $S_1$  và  $S_2$  (Hình 5.12)

Hai chuyển mạch  $S_1$  và  $S_2$  hoạt động đối lập nhau, nếu  $S_1$  đóng thì  $S_2$  mở và ngược lại.



Hình 5.12: Sơ đồ khối bộ tạo xung điện

Đầu tiên chuyển mạch  $S_1$  đóng lại, nguồn năng lượng nạp điện cho tụ điện C. Sau đó chuyển mạch  $S_2$  đóng, tụ điện phóng điện qua R, hầu hết năng lượng tích trữ đều tiêu hao dưới dạng nhiệt, một xung điện được tạo ra.

Trong các bộ tạo xung, chuyển mạch  $S_1$  và  $S_2$  được đóng mở bằng thiết bị điều khiển chuyển mạch dùng transistor (transistor switch) hoặc các cổng logic (logic switch).

Khác với bộ tạo sóng điện hình sin chỉ có một chế độ hoạt động là tự dao động, cung cấp điện là mạch tạo ra dao động điều hòa hình sin, bộ tạo xung có ba chế độ hoạt động:

**\*Tự dao động:** Khi  $S_1$  và  $S_2$  được đóng mở tự động.

**\*Chế độ đợi:** Chế độ kích thích ngoài. Cung cấp năng lượng cho bộ tạo xung, nó chưa tạo xung ngay, chỉ tạo ra xung điện khi có một xung khác kích thích, hết kích thích nó hết tạo xung.

**\*Chế độ đồng bộ:** Các bộ tạo xung (trong một thiết bị) hoạt động phù hợp với nhau về mặt thời gian.

#### 4. Bộ dao động đa hài

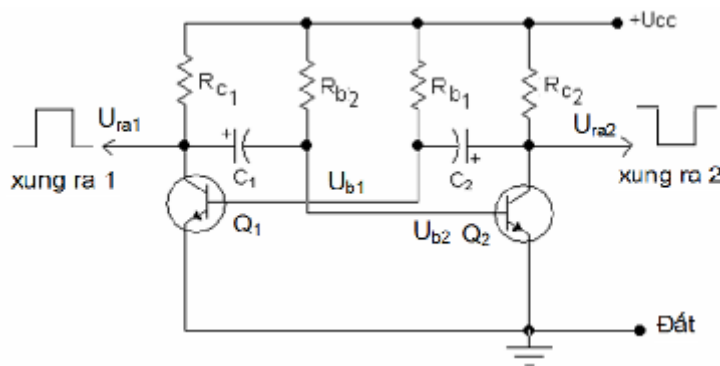
Các bộ dao động đa hài bao gồm dao động đa hài tự dao động còn gọi là bộ dao động đa hài phi ổn (Astable multivibrator), dao động đa hài chế độ đợi còn gọi là dao động đa hài đơn ổn (Monostable multivibrator) dao động đa hài lưỡng ổn (bistable multivibrator) còn gọi là flip – flop, đều dùng để tạo ra các xung vuông.

Xung tạo ra có chứa nhiều hài bậc cao hoặc thấp của tần số cơ bản nên được gọi là dao động đa hài (multivibrator). Đây là một dạng xung cơ bản thường gặp nhất trong các thiết bị điện tử như xung đồng bộ trong vô tuyến truyền hình, xung nhịp (clock pulse) trong các máy điện toán cá nhân PC...

##### 4.1 Bộ dao động đa hài tự dao động

###### 4.1.1.Sơ đồ nguyên lý

Bộ dao động đa hài tự dao động còn gọi là bộ dao động đa hài phi ổn (Astable multivibrator), Nó có sơ đồ nguyên lý như hình 5.13.



Hình 5.13: Sơ đồ nguyên lý bộ dao động đa hài tự dao động

Đây là một mạch khuếch đại gồm hai tầng. Q<sub>1</sub> và Q<sub>2</sub> đều mắc theo E chung, đầu ra của tầng này đấu vào đầu vào của tầng kia. Nghĩa là có tồn tại hồi tiếp dương, nhờ vậy tạo nên dao động tích thoát.

Mạch hoàn toàn đối xứng:  $R_{b1} = R_{b2}$ ;  $T_1 = T_2$ ;  $C_1 = C_2$ ;  $R_{C1} = R_{C2}$ .

$R_{b1}$   $R_{b2}$  tạo thiên áp cho Q<sub>1</sub> và Q<sub>2</sub> hoạt động.

Tụ C<sub>1</sub> và C<sub>2</sub> dẫn điện áp hồi tiếp từ cực C của Q<sub>1</sub> vào cực B của Q<sub>2</sub>, đồng thời tạo nên các mạch định thời, xác định độ rộng và khoảng ngừng của xung.

$Q_1$  và  $Q_2$  thay nhau hoạt động. Khi  $Q_1$  thông thì  $Q_2$  tắt và ngược lại. Ta có thể coi  $Q_1$  và  $Q_2$  đóng vai trò của  $S_1$  và  $S_2$ .

Dao động xung được lấy ra ở cực C của  $Q_1$  và cả ở cực C của  $Q_2$ .

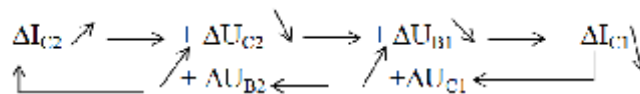
#### 4.1.2. Quá trình vật lý xảy ra trong bộ dao động đa hài phi ổn

Sau khi đóng nguồn cung cấp,  $Q_1$  và  $Q_2$  cùng thông do  $Q_1$  và  $Q_2$  đều được phân cực. Vì mạch hoàn toàn đối xứng nên:

$$U_{C1} = U_{C2} = U_C = U_{CC} - R_C I_C$$

Đồng thời các tụ  $C_1$  và  $C_2$  đều được nạp điện đến điện áp đó. Trạng thái này không tồn tại được lâu, chỉ cần một biến đổi nhỏ của dòng điện cực thu  $I_C$  là mạch phát sinh quá trình dao động.

Giả sử do việc thăng giảm làm cho dòng điện cực thu của  $Q_2$  tăng một lượng  $\Delta I_{C2}$ . Khi đó điện áp ở cực thu  $U_{C2}$  giảm một lượng  $+\Delta U_{C2}$ . Lượng điện áp này theo tụ  $C_2$  đưa đến cực B của  $Q_1$  làm cực B giảm theo một lượng  $+\Delta U_{B1}$ . Điện áp định thiên cho  $Q_1$  giảm làm cho dòng điện cực thu  $I_{C1}$  giảm theo một lượng  $\Delta I_{C1}$ . Điện áp cực thu  $U_{C1}$  tăng lên một lượng  $+\Delta U_{C1}$ . Điện áp này theo tụ  $C_2$  đến cực gốc của  $Q_2$ , thiên áp của  $Q_2$  tăng lên làm cho dòng  $I_{C2}$  tăng theo. Ta có thể minh họa quá trình trên như sau:



Nghĩa là  $Q_2$  càng lúc càng thông,  $Q_1$  càng lúc càng tắt, cho đến khi  $I_{C1} = 0$  thì  $Q_1$  tắt hẳn, còn  $Q_2$  thông hoàn toàn. Quá trình này xảy ra nhanh chóng và đột biến.

Ở thời điểm  $Q_1$  tắt và  $Q_2$  thông. Tụ  $C_2$  nối với  $Q_2$  phóng điện theo mạch:

$$- C_2 \rightarrow R_{b1} \rightarrow +U_{CC} \rightarrow - U_{CC} (\text{đất}) \rightarrow R_{ECT2} \rightarrow + C_2$$

Vì  $Q_1$  tắt nên  $R_{ECT1} = \infty$ , lúc này tụ  $C_1$  được nạp điện theo mạch:

$$- U_{CC} (\text{đất}) \rightarrow R_{EBT2} \rightarrow C_1 \rightarrow R_{C1} \rightarrow + U_{CC}$$

#### 4.1.3. Điều kiện tạo xung

Sau khi kết thúc quá trình phóng điện của tụ  $C_2$  và nạp điện của tụ  $C_1$ . Transistor  $Q_2$  sẽ thông hoàn toàn, trong mạch cực gốc của nó tồn tại một dòng điện chảy theo mạch:

$$- U_{CC} \rightarrow R_{EBT2} \rightarrow R_{B2} \rightarrow + U_{CC}$$

Và có trị số được tính theo biểu thức:

$$I_{B2} \approx \frac{U_{CC}}{R_{B2} + R_{BE2}}$$

$$\text{vì } R_{BE2} \ll R_{B2} \text{ nên } I_{B2} \approx \frac{U_{CC}}{R_{B2}}$$

Muốn dạng xung được ổn định và đẹp. Khi transistor thông, nó phải nằm ở trạng thái bão hòa. Do đó cần thỏa mãn điều kiện:

$$I_{B2} \approx \frac{U_{CC}}{R_{B2}} \geq I_{B_{bh}} \approx \frac{U_{CC}}{\beta_2 R_{C2}} \quad (5.8)$$

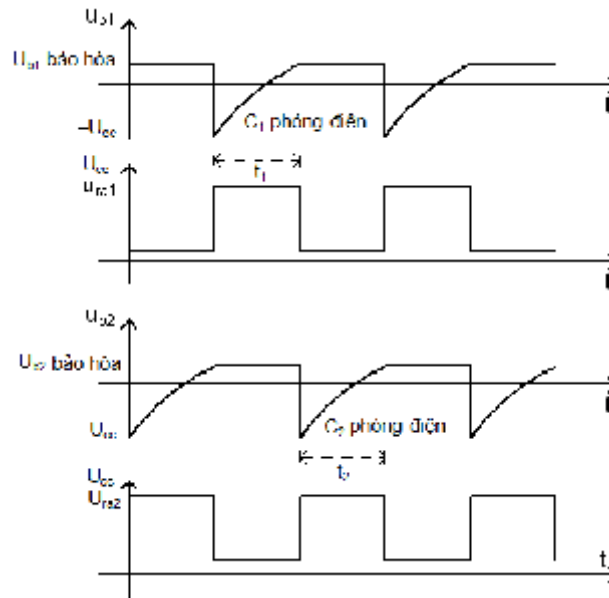
Trong đó  $\beta_2$  là hệ số khuếch đại điện áp của transistor  $Q_2$ .

Từ (5.8) ta rút ra được điều kiện tạo xung:  $R_{B2} \leq \beta_2 R_{C2}$

Tương tự để  $Q_1$  ở trạng thái bão hòa:  $R_{B1} \leq \beta_1 R_{C1}$

#### 4.1.4. Dạng xung ở cực B và C của transistor $Q_1$ và $Q_2$

Bộ dao động đa hài có dạng xung ở cực B và C của  $Q_1$  và  $Q_2$  như hình 5.14



Hình 5.14: Dạng xung ở cực B và C của  $Q_1$  và  $Q_2$



Khi  $Q_1$  bão hòa  $U_{B1bh} = 0.8V$ , lúc này ở cực C của  $Q_1$  có một dòng rất lớn  $I_{cbh}$ . Từ phương trình đường thẳng tải  $U_c = U_{cc} - R_c I_c$  ta có  $U_{ra1} = 0.2V$ .

Khi  $Q_1$  tắt  $C_1$  phóng điện làm điện áp cực B của  $Q_1$  có điện áp âm tăng dần theo hàm số mũ cho đến khi bằng  $-U_{cc}$ . Dòng  $I_{c1} \approx 0$ , điện áp ra  $U_{ra} \approx +U_{cc}$  ở lối ra của  $Q_1$  ta có một xung vuông.

Các trạng thái trên cũng xảy ra tương tự cho  $Q_2$ . Khi  $Q_2$  bão hòa  $U_{ra2} = 0.2V$ , khi  $Q_2$  tắt  $U_{ra2} \approx +U_{cc}$ , ở lối ra của  $Q_2$  ta cũng có một xung vuông.

Dạng xung của 2 lối ra là các xung vuông nhưng ngược pha nhau

#### 4.1.5. Công thức tính tần số dao động

Khi tụ  $C_1$  phóng điện, điện áp ở cực B của  $Q_2$  càng lúc càng âm làm cho  $Q_2$  tắt, mạch lật trạng thái. Mạch đa hài làm việc thay đổi và thời gian thay đổi trạng thái này tùy thuộc nạp phóng của tụ điện C, chính là hằng số thời gian  $\tau = R_b C$ .

Gọi  $T_1$  là thời gian tụ  $C_1$  phóng điện qua  $R_{b2}$  từ điện áp  $-U_{cc}$  lên  $0V$ . Lấy mức  $-U_{cc}$  làm gốc, vì tụ  $C_1$  phóng điện từ  $-U_{cc}$  lên nguồn đến  $+U_{cc}$  nên điện áp tức thời của tụ:

$$U_{C_1}(t) = 2U_{cc} e^{-\frac{T_1}{R_{b2}C_1}}$$

Do hoạt động ở chế độ khóa nên khi transistor tắt thì  $I_c \approx 0$ , vì vậy điện áp ra

$$U_{ra} \approx U_{cc} \quad \text{Nên: } U_{cc} = 2U_{cc} e^{-\frac{T_1}{R_{b2}C_1}}$$

$$\text{Suy ra } e^{-\frac{T_1}{R_{b2}C_1}} = 2$$

$$\frac{T_1}{R_{b2}C_1} = \ln 2$$

$$\text{Vậy } T_1 = R_{b2}C_1 \ln 2 = 0,7 R_{b2}C_1$$

Tương tự, Thời gian  $T_2$  để tụ  $C_2$  phóng điện qua  $R_{b1}$  :

$$T_2 = R_{b1}C_2 \ln 2 = 0,7 R_{b1}C_2$$

Vì mạch hoàn toàn đối xứng nên chu kỳ lặp lại của dao động xung:

$$T_x = T_1 + T_2 = 2 R_b C \ln 2$$

$$T_x = 1,4 R_b C$$

Tần số dao động của mạch:  $f = \frac{1}{T_x} = \frac{1}{1,4(R_b C)}$

Trường hợp mạch không đối xứng ( $R_{b1} \neq R_{b2}$  hoặc  $C_1 \neq C_2$ ) ta có:

$$\text{Chu kỳ } T = T_1 + T_2 = 0,7 (R_2 C_1 + R_1 C_2)$$

Tần số dao động của mạch:  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7 (R_2 C_1 + R_1 C_2)}$

Thí dụ: Hãy tính giá trị các linh kiện cần thiết để thiết kế một bộ dao động đa hài tự dao động, với các chỉ tiêu kỹ thuật sau:

Tần số xung: 1,5 kHz, Nguồn cung cấp 9V, Transistor C828 có  $\beta = 90$ , Dòng điện cực thu:  $I_C = 9\text{mA}$ .

Sử dụng sơ đồ mạch dao động đa hài tự dao động. Ta có:

$$R_C = \frac{U_{CC} - U_{CESat}}{I_C} \quad \text{với } U_{CESat} \text{ của C828 (silic)} \approx 0,1 \text{ V}$$

Thay vào:  $R_C = \frac{9 - 0,1}{9 \cdot 10^{-3}} \approx 1\text{k}\Omega$

Để C828 hoạt động bão hoà ta chọn  $k = 3$

Ta có:  $I_B = k \frac{I_C}{\beta} = I_B = 3 \frac{9\text{mA}}{90} = 0,3 \text{ mA}$

C828 loại Silic nên điện áp định thiên  $U_{BESat} = 0,8\text{V}$

Điện trở  $R_B$  được tính theo công thức:  $R_B = \frac{U_{CC} - U_{BESat}}{I_B}$

$$R_B = \frac{9\text{V} - 0,8}{0,3 \cdot 10^{-3}} \approx 27 \text{ k}\Omega$$

Mạch phải cho ra tần số 1500 Hz nên từ công thức:  $C = \frac{1}{1,4 R_B f}$

Ta có:  $C = \frac{1}{1,4 \cdot 27 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \cdot 10^3} = 0,0176 \mu\text{F}$

Vậy ta phải có :  $R_B = 27\text{k}\Omega$  ;  $C = 0,0176 \mu\text{F}$

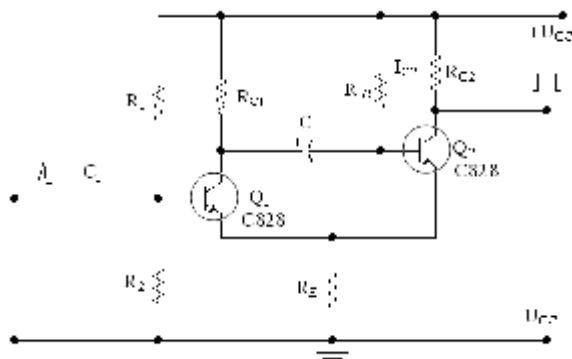
#### 4.2 Bộ dao động đa hài chế độ đợi

Mạch dao động đa hài chế độ đợi còn gọi là mạch dao động đa hài đơn ổn (Monostable multivibrator). Đây là một dao động tích thoát có hai trạng thái cân bằng, trong đó có một trạng thái cân bằng ổn định (đơn ổn). Bình thường mạch nằm ở trạng thái cân bằng ổn định, nó có thể nằm lâu hay mau tùy ý ở vị trí cân bằng này. Khi được cung cấp nguồn, mạch sẽ nằm ở trạng thái ổn định và không có một xung nào được tạo ra. Muốn cho mạch chuyển sang trạng thái cân bằng không ổn định phải kích thích nó. Khi có một xung kích thích ở đầu vào, mạch chuyển trạng thái, tạo một xung ở ngõ ra với độ rộng xung phụ thuộc vào các thông số trong mạch. Khi chấm dứt xung kích thích, mạch trở lại trạng thái cân bằng ổn định như ban đầu. Như vậy khi mạch hoạt động, đầu ra luôn luôn nằm ở trạng thái ổn định (thí dụ mức thấp). Khi có xung kích ở đầu vào, mạch chuyển sang trạng thái cân bằng không ổn định (thí dụ mức cao) trong một thời gian rồi tự quay về trạng thái ổn định của nó. Nghĩa là ứng với một xung kích thích ở đầu vào mạch cho ở đầu ra một xung vuông góc.

Mạch dao động đa hài chế độ đợi còn gọi là mạch định thì, vì thời gian có xung có thể định trước nhờ thay đổi thông số của mạch, nó thường dùng nhiều trong lĩnh vực điều khiển tự động, công nghiệp.

#### 4.2.1. Sơ đồ nguyên lý

Bộ dao động đa hài đơn ổn (Astable multivibrator) có sơ đồ nguyên lý như hình 5.15.



Hình 5.15: Mạch dao động đa hài chế độ đợi

Cực thu C của  $Q_1$  được ghép AC với cực gốc B của  $Q_2$ . Cực B của  $Q_1$  là đầu vào điều khiển, một xung nhọn đầu cực tính dương được đưa vào đây để điều khiển việc dao động của mạch. Xung vuông được lấy ra ở cực thu C của  $Q_2$

#### 4.2.2. Các quá trình vật lý xảy ra trong mạch

##### a/Trạng thái ban đầu

$Q_1$  tắt hẳn,  $Q_2$  thông vì cực B được cung cấp thiên áp từ nguồn cung cấp. Để dạng xung tạo ra tốt và ổn định  $Q_2$  phải thông bão hòa (saturate):

$$\text{Ta có: } I_{B2} = \frac{U_{CC} - U_{BESat}}{R_{B2}} \quad \text{Với Transistor bằng Silic thì } U_{BESat} \approx 0,8V$$

$$I_{C2} = \frac{U_{CC} - U_{CESat}}{R_{C1}} \approx \frac{U_{CC}}{R_{C2}} \quad \text{Với Transistor bằng Silic } U_{CESat} \approx 0,1 \div 0,2V$$

Muốn  $Q_2$  công tác ở chế độ bão hòa cần thỏa mãn điều kiện:

$$I_{B2} > I_{B2Sat} \approx \frac{I_{C2Sat}}{\beta_2}$$

$$\text{Muốn vậy ta nhân vế sau với } k = 2 \div 4: \quad I_{B2} \approx k \frac{I_{C2Sat}}{\beta_2}$$

Muốn  $Q_1$  tắt hẳn ta phân cực thế nào đó để  $U_{BE1} < 0$ .

$Q_2$  dẫn bão hòa nên  $U_{C2} \approx 0$ . Tụ C được nạp điện theo chiều:

$$+U_{CC} \rightarrow R_{C1} \rightarrow C \rightarrow R_{BEQ2} \rightarrow R_E \rightarrow -U_{CC}$$

$$\tau_{\text{nạp}} = R_{C1}C$$

Mạch nằm ở chế độ ổn định này và ngã ra ở trạng thái thấp L

##### b/Quá trình đột biến lần nhất và tạo xung

Để mạch chuyển sang trạng thái cân bằng không ổn định có thể dùng một xung dương kích vào cực B của  $Q_1$ . Mạch chuyển trạng thái  $Q_1$  thông  $Q_2$  tắt. Khi đó tụ C phóng điện theo chiều:

$$-C \rightarrow R_{B2} \rightarrow +U_{CC} \rightarrow -U_{CC} \rightarrow R_E \rightarrow R_{ECQ1} \rightarrow +C$$

Do sự phóng điện của tụ C, điện áp tại cực B của  $Q_2$  âm và giữ cho  $Q_2$  tắt trong một khoảng thời gian nào đó do hằng số thời gian của mạch phóng điện ( $\tau_{\text{ph}}$ ) quyết định:  $\tau_{\text{ph}} = R_{B2}C$

Do sự giảm dần của dòng điện phóng của tụ C, cực B của  $Q_2$  bớt âm cho đến khi  $Q_2$  bắt đầu thông, chấm dứt việc tạo xung.

Chứng minh tương tự như trên, xung tạo ra có độ rộng xung:

$$t_X = 0,7 R_{B2}.C.$$

Để thay đổi độ rộng xung ta nên thay đổi C vì R còn tham gia vào điều kiện tạo xung.

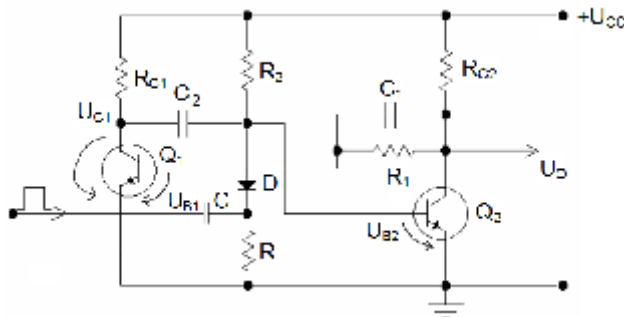
**c/Quá trình đột biến lần hai và hồi phục**

Từ sơ đồ mạch dao động đa hài đơn ổn, ta thấy trạng thái ổn định là trạng thái Q<sub>2</sub> bão hoà, Q<sub>1</sub> tắt, trạng thái tạo xung là trạng thái Q<sub>1</sub> dẫn bão hoà, Q<sub>2</sub> tắt. Sau khi xong thời gian tạo xung T<sub>x</sub> Q<sub>1</sub> tắt. Trong thực tế, mạch chưa trở lại trạng thái ổn định ngay, vì lúc đó tụ C lại nạp điện qua R<sub>C1</sub> làm cho U<sub>C1</sub> tăng theo hàm số mũ chứ không tăng tức thời. Thời gian này gọi là thời gian hồi phục t<sub>h</sub>. Hằng số thời gian của tụ C là:  $\tau_{\text{nạp}} = R_{C2}C$ .

Hình 5.16 là sơ đồ nguyên lý mạch dao động đa hài đơn ổn kích bằng xung vuông. Khi chưa có xung kích ở ngõ vào cầu phân áp gồm D, R, R<sub>2</sub> tạo ra một thiên áp đủ để Q<sub>2</sub> thông bão hòa còn Q<sub>1</sub> tắt hẳn (Q<sub>1</sub> khóa). Điện áp ra U<sub>O</sub> ở mức thấp L, mạch ở trạng thái ổn định.

Khi sườn âm của một xung vuông có độ rộng xung lớn hơn 3RC tác động vào ngõ vào, ta có một xung kim có cực tính âm ở tụ C, D thông và dẫn xung này vào cực B của Q<sub>2</sub>, làm cho điện áp ở B trở nên âm hơn, Q<sub>2</sub> chuyển sang chế độ khóa.

Ngược lại Q<sub>1</sub> chuyển sang thông bão hòa, do điện áp ở cực C của Q<sub>2</sub> tăng lên xấp xỉ U<sub>cc</sub>.



Hình 5.16: Dao động đa hài đơn ổn kích bằng xung vuông

Mạch nằm ở trạng thái này trong một thời gian phụ thuộc vào tốc độ nạp ngược của tụ C<sub>2</sub> qua R<sub>2</sub>. Mỗi một xung kích nhận được ở ngõ vào, ngõ ra cho ta một xung vuông, độ rộng xung được tính theo công thức:

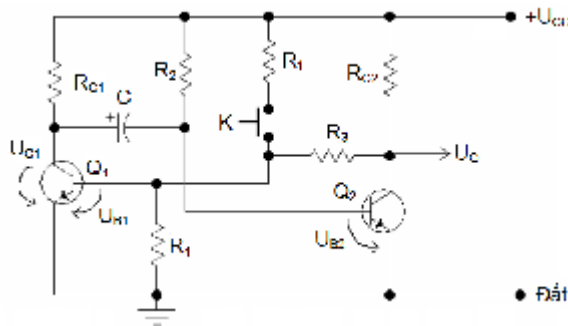
$$t_x = R_2 C_2 \ln 2 \approx 0,7 R_2 C_2$$

Khi  $Q_2$  chuyển trạng thái từ thông bão hòa sang tắt hẳn, tiếp giáp BE của nó chịu một điện áp ngược rất lớn nên khi dùng nguồn cung cấp lớn, ta thêm vào cực B của  $Q_2$  một diode, để bảo vệ.

#### 4.2.3. Dao động đa hài đơn ổn kích bằng tay

Hình 5.17 là sơ đồ nguyên lý bộ dao động đa hài đơn ổn kích bằng tay, xung ra được lấy ở cực C của  $Q_2$ . Khi ta chưa kích mạch bằng cách ấn khóa K thì  $Q_2$  thông bão hòa do được phân cực. Để  $Q_2$  hoạt động đến bão hòa thì  $R_2$  phải đáp ứng điều kiện:  $R_2 < \beta R_{c2}$

Với  $\beta$  là hệ số khuếch đại dòng tĩnh của  $Q_2$



Hình 5.17: Dao động đa hài đơn ổn kích bằng tay

Điện áp  $U_O$  (chính là  $U_C$ ) chỉ khoảng 0,1 đến 0,2 V và nằm ổn định ở mức thấp L. Điện áp  $U_O$  bị cầu phân áp gồm  $R_3$  và  $R_4$  phân chia cung cấp cho cực B của  $Q_1$ , điện áp này nhỏ hơn mức khóa  $U_K \approx 0,6V$  của  $Q_1$  làm cho  $Q_1$  tắt. Tụ C được nạp điện theo chiều:  $U_{C1} \rightarrow C \rightarrow U_{B2} \rightarrow - U_{CC}$

Điện áp trên tụ C cỡ  $U_{CC} - 0,7 V$  (do  $Q_1$  tắt nên  $U_{C1} \approx U_{CC}$ ), mạch ở trạng thái ổn định với việc  $Q_2$  thông bão hòa  $Q_1$  tắt, điện áp ra ở mức thấp L. Tụ C được nạp điện cho đến  $U_{CC}$ .

Ấn nút K, một xung điện áp dương được đưa vào cực B của  $Q_1$ , điện áp  $U_{B1}$ :

$$U_{B1} = U_{CC} \frac{R_4}{R_1 + R_4}$$

Để  $Q_1$  dẫn bão hòa ta phải có  $U_{B1} > U_K \approx 0,6V$ , lúc này  $U_{C1} \approx 0,2V$ .

Transistor  $Q_2$  có điện áp ở cực B:

$U_{B2} = U_{C1} - U_C = 0,2V - U_{CC} + 0,7V \approx - U_{CC}$  với  $U_C$  là điện áp trên tụ C trước khi các transistor chuyển trạng thái, làm cho  $Q_2$  chuyển sang chế độ khóa  $U_O$

chuyển lên mức H. Các transistor nằm ở trạng thái này ( $Q_1$  bão hòa,  $Q_2$  tắt) không được lâu, do  $Q_1$  dẫn bão hòa nên  $R_{BE}$  của  $Q_1$  giảm nhỏ, tụ C được nạp điện theo chiều:  $+U_{CC} \rightarrow R_2 \rightarrow C \rightarrow R_{ECQ2} \rightarrow -U_{CC}$

Làm cho  $U_{B2}$  tăng dần lên cho đến khi  $U_{B2} > U_K$  thì transistor  $Q_2$  lại thông bão hòa.

Vậy mỗi khi nhấn khóa K thì một xung vuông có biên độ gần bằng điện áp cung cấp  $U_{CC}$  được tạo ra. Độ rộng xung  $t_x$  được tính theo công thức:

$$t_x = R_2 C \ln 2 = 0,7 R_2 C$$

Muốn tăng độ rộng xung ta phải tăng  $R_2$ . Tăng  $R_2$  lại không bảo đảm cho  $Q_2$  thông bão hòa. Ta phải tăng  $\beta$  lên bằng cách dùng 2 transistor mắc theo kiểu darlington. Với cách mắc này ta có thể dùng  $R_2$  cỡ  $M\Omega$

### **Tóm tắt chương 5**

Các bộ tạo sóng điện dùng để tạo ra các sóng điện hình sin và xung điện bao gồm:

Bộ tạo sóng điện hình sin cao tần: Tạo ra các dao động có tần số cao và rất cao, kỹ thuật vô tuyến điện dùng để làm sóng mang, dao động nội...

Bộ tạo sóng điện hình sin âm tần: Tạo ra các dao động có tần số âm tần kỹ thuật vô tuyến điện dùng để làm sóng tín hiệu.

Bộ tạo xung: Tạo ra các dao động không phải hình sin gọi là các xung điện, kỹ thuật vô tuyến điện sử dụng làm các tín hiệu hỗ trợ như xung đồng bộ, xung nhịp...

Bộ tạo sóng điện hình sin gồm hai khâu:

Khâu tạo sóng điện hình sin: Cao tần thì do khung dao động LC, âm tần thì do RC bao gồm cầu xoay pha và cầu Wien.

Khâu khuếch đại có hồi tiếp dương: Do transistor đảm nhiệm, nhằm mục đích bồi đắp năng lượng tiêu hao.

Muốn duy trì dao động, phải thực hiện khuếch đại có hồi tiếp dương và  $\beta K \geq 1$ . Dấu lớn hơn ứng với chế độ quá độ, dấu bằng ứng với chế độ ổn lập. Trong đó  $\beta$  là hệ số hồi tiếp, K là hệ số khuếch đại. Để có dạng sóng ra đẹp đúng dạng hình sin thì  $\beta K = 1$ .

Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức Thomson:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Điện áp hồi tiếp có thể lấy ra trên cuộn dây L, ta có sơ đồ 3 điểm điện cảm (Mạch Harley). Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 + L_2)C}}$$

Điện áp hồi tiếp có thể lấy ra trên tụ điện C, bằng cách chia tụ điện C ra làm hai tụ điện  $C_1$  và  $C_2$ . ta có sơ đồ 3 điểm điện dung (Mạch Colpits). Tần số dao động do mạch tạo ra được tính bằng công thức:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}}}$$

Bộ tạo sóng dùng khung dao động LC không thể tạo ra tần số thấp từ vài Hz đến vài chục kHz, vì lúc này trị số của cuộn cảm L và tụ điện C sẽ rất lớn. Ta phải dùng kiểu RC. Bộ tạo sóng âm tần hình sin có hai loại:

Dùng cầu xoay pha, tùy theo vị trí của tụ điện C và điện trở R, ta có hai cầu xoay pha. Trong cầu Wien, trị số điện trở và tụ điện được chọn:

$$R_1 = R_2 = R_3 = R, C_1 = C_2 = C_3 = C$$

Tần số tạo ra được tính bằng công thức:

$$f_0 = \frac{\sqrt{6}}{2\pi RC} = \frac{0,39}{RC} \quad \text{và} \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6}RC} = \frac{0,065}{RC}$$

Hệ số hồi tiếp và hệ số khuếch đại cần thiết cho việc duy trì dao động:

$$\beta = \frac{1}{29}, K_u = 29$$

Để có dao động hình sin âm tần, ta thiết kế một mạch khuếch đại điện áp âm tần có hệ số khuếch đại  $K_u = 29$ , sau đó cho hồi tiếp dương  $\frac{1}{29}$

Dùng cầu Wien: Cầu Wien gồm  $R_1C_1$  mắc nối tiếp và  $R_2C_2$  mắc song song. Vì cầu Wien không thể xoay được pha của tín hiệu hồi tiếp, nên để bảo đảm hồi tiếp dương ta phải dùng hai tầng khuếch đại gọi là khuếch đại không đảo pha. Trong cầu Wien, trị số điện trở và tụ điện được chọn:

$$R_1 = R_2, C_1 = C_2 \quad \text{hoặc} \quad R_1C_2 = R_2C_1$$



Tần số dao động do máy tạo sóng âm tần RC dùng cầu Wien tạo ra:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

$f_0$  : Hz, R:  $\Omega$ , C: F

\*Hệ số hồi tiếp:

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1}} = \frac{1}{3}$$

\*Hệ số khuếch đại K: Từ công thức  $K_u\beta = 1$ , suy ra:  $K_u = 3$

Để có dao động hình sin âm tần, ta thiết kế một mạch khuếch đại điện áp âm tần dùng hai tầng khuếch đại mắc E chung, có hệ số khuếch đại  $K_u = 3$ , sau đó cho hồi tiếp dương  $\frac{1}{3}$ .

Trong kỹ thuật xung, để tạo các xung điện (dao động không điều hòa) ta thường dùng mạch dao động tích thoát. Xung là những dao động rời rạc bởi vì các hàm của dòng điện hoặc điện áp theo thời gian có phần gián đoạn.

Về mặt vật lý, trong bộ tạo dao động xung chỉ chứa một phần tử tích lũy năng lượng là tụ điện C. Tụ C được tích điện và phóng điện qua một điện trở R là vật tiêu thụ điện nhờ chuyển mạch  $S_1$  và  $S_2$

Bộ tạo xung có 3 chế độ: Tự dao động, chế độ đợi, chế độ đồng bộ.

Các bộ dao động đa hài bao gồm dao động đa hài tự dao động còn gọi là bộ dao động đa hài phi ổn, dao động đa hài chế độ đợi còn gọi là dao động đa hài đơn ổn dao động đa hài lưỡng ổn còn gọi là flip – flop, đều dùng để tạo ra các xung vuông.

Xung tạo ra có chứa nhiều hài bậc cao hoặc thấp của tần số cơ bản nên được gọi là dao động đa hài. Đây là một dạng xung cơ bản thường gặp nhất trong các thiết bị điện tử như xung đồng bộ trong vô tuyến truyền hình, xung nhịp trong các máy điện toán cá nhân PC...

Tần số dao động của mạch dao động đa hài đối xứng:

$$f = \frac{1}{T_x} = \frac{1}{1,4(R_b C)}$$

Tần số dao động của mạch dao động đa hài không đối xứng ( $R_{b1} \neq R_{b2}$  hoặc  $C_1 \neq C_2$ ):

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,7(R_2C_1 + R_1C_2)}$$

Mạch dao động đa hài chế độ đợi còn gọi là mạch dao động đa hài đơn ổn (Monostable multivibrator). Đây là một dao động tích thoát có hai trạng thái cân bằng, trong đó có một trạng thái cân bằng ổn định (đơn ổn). Bình thường mạch nằm ở trạng thái cân bằng ổn định, nghĩa là nó có thể nằm lâu hay mau tùy ý ở vị trí cân bằng này. Khi được cung cấp nguồn, mạch sẽ nằm ở trạng thái ổn định và không có một xung nào được tạo ra. Muốn cho mạch chuyển sang trạng thái cân bằng không ổn định phải kích thích nó. Khi có một xung kích thích ở đầu vào, mạch sẽ chuyển trạng thái, tạo một xung ở ngõ ra với độ rộng xung phụ thuộc vào các thông số trong mạch. Khi chấm dứt xung kích thích, mạch sẽ trở lại trạng thái cân bằng ổn định như ban đầu.

Xung tạo ra có độ rộng xung:

$$t_x = R_2C_2 \ln 2 \approx 0,7 R_2C_2.$$

Chương tiếp theo chúng ta sẽ nghiên cứu sử dụng các bộ tạo sóng này trong kỹ thuật thông tin liên lạc bằng vô tuyến điện.

### **Bài tập ôn tập chương 5**

- 1/ Trình bày nguyên lý tạo ra dao động hình sin cao tần
- 2/ Các khâu cần phải có trong các bộ tạo sóng điện hình sin cao tần
- 3/ Điều kiện để có được sóng điện hình sin hoàn chỉnh
- 4/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của bộ tạo sóng điện hình sin cao tần kiểu cảm ứng
- 5/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của bộ tạo sóng điện hình sin cao tần kiểu Harley.
- 6/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của bộ tạo sóng điện hình sin cao tần kiểu Colpit.
- 7/ Tại sao khung dao động LC không thể tạo ra sóng điện hình sin âm tần
- 8/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của cầu xoay pha
- 9/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của cầu Wien
- 10/ Xác lập công thức tính tần số của hai kiểu cầu xoay pha
- 11/ Xác lập công thức tính tần số của cầu Wien
- 12/ Trình bày nguyên lý tạo xung

13/ Vẽ sơ đồ khối và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ tạo xung.

14/ Tại sao gọi là dao động đa hài?

15/ Vẽ sơ đồ nguyên lý và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ nguyên lý bộ dao động đa hài tự dao động.

16/ Xác lập công thức tính tần số dao động của bộ dao động đa hài tự dao động

17/ Vẽ sơ đồ nguyên lý và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ nguyên lý bộ dao động đa hài đơn ổn.

### **Các nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên khai triển các công thức mới chỉ khai triển một phần ở giáo trình

\*Sinh viên sử dụng phần mềm electronic workbench để vẽ và mô phỏng hoạt động của các bộ tạo sóng điện đã học

\*Sinh viên tìm kiếm những máy radio đôi tần số và vẽ tập xác định vị trí của bộ tạo dao động nội trong máy. Vẽ lại thành sơ đồ nguyên lý.

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu những bộ tạo sóng điện hình sin cao tần, tạo sóng điện hình sin âm tần dùng vi mạch thuật toán. Các bộ tạo xung dùng vi mạch 555.

\* Sinh viên mua các linh kiện điện tử ở thị trường, theo sơ đồ nguyên lý hình 5.13 lắp ráp một bộ dao động đa hài tự dao động. Thay hai điện trở  $R_C$  bằng hai LED và tính tần số phù hợp để quan sát thấy hai LED thay nhau tắt, mở.

### **Đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “*Bộ tạo sóng điện hình sin*”

**Đề tài 2:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “*Mạch dao động đa hài tự dao động*”

**Đề tài 3:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ tạo sóng điện hình sin cao tần dùng transistor.

**Đề tài 4:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ tạo sóng điện hình sin âm tần dùng transistor.

**Đề tài 5:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ tạo sóng điện hình sin cao tần dùng vi mạch thuật toán.

**Đề tài 6:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ tạo sóng điện hình sin âm tần dùng vi mạch thuật toán.

**Đề tài 7:** Nghiên cứu cấu trúc của vi mạch 555 và ứng dụng của nó trong các mạch định thời.

**Đề tài 8:** Nghiên cứu phối hợp một bộ dao động đa hài tự dao động và một bộ đếm vòng để thi công một mạch chạy chữ dùng LED đơn.

**Các câu hỏi đánh giá**

**A/ Câu hỏi trắc nghiệm**

1/Tần số dao động do cầu Wien tạo ra được tính theo công thức nào sau đây:

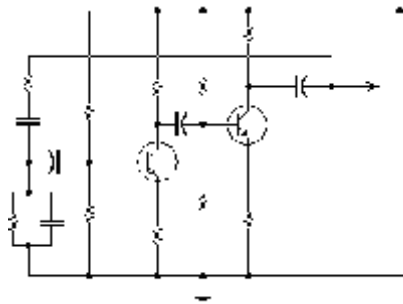
$$a/f = \frac{0,39}{RC}$$

$$b/f = \frac{0,065}{RC}$$

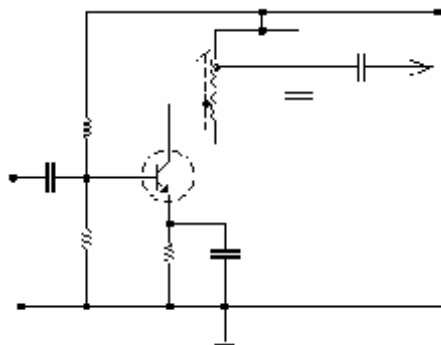
$$c/f = \frac{1}{2\pi RC}$$

$$d/f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

2/ Hãy vẽ thêm các linh kiện cần thiết vào các vị trí thích hợp để có thể điều chỉnh hệ số hồi tiếp  $\beta$ , hệ số khuếch đại K, cắt đi hồi tiếp âm đối với tín hiệu xoay chiều.



3/Hình dưới là sơ đồ nguyên lý của:



a/ Mạch tạo sóng cao tần hình sin kiểu LC.

b/ Mạch khuếch đại cao tần.

c/ Mạch khuếch đại cộng hưởng với tải là khung cộng hưởng LC.

d/ Cả ba mạch trên.

4/Một bộ tạo sóng cao tần hình sin, có cuộn L = 4mH, tụ C = 102 sẽ tạo ra một dao động hình sin có trị số là:

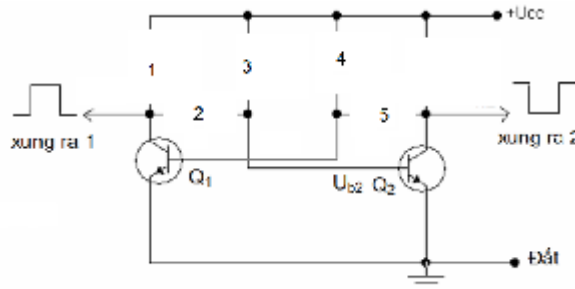
a/  $f = 796,17 \text{ kHz}$

b/  $f = 7.961,78 \text{ kHz}$

c/  $f = 79.617,83 \text{ kHz}$

d/ Một trị số khác

5/ Các linh kiện đang còn thiếu của bộ dao động đa hài ở hình sau:



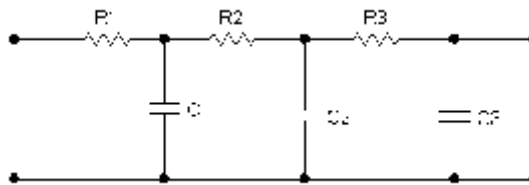
a/ 1: điện trở R, 2: tụ điện C, 3: cuộn dây L, 4: tụ điện C, 5: cuộn dây L

b/ 1: điện trở R, 2: tụ điện C, 3: điện trở R, 4: điện trở R, 5: tụ điện C

c/ 1: điện trở R, 2: điện trở R, 3: tụ điện C, 4: tụ điện C, 5: điện trở R

d/ 1: điện trở R, 2: điện trở R, 3: cuộn dây L, 4: tụ điện C, 5: tụ điện C

6/Tần số do cầu xoay pha sau tạo ra được tính theo công thức:



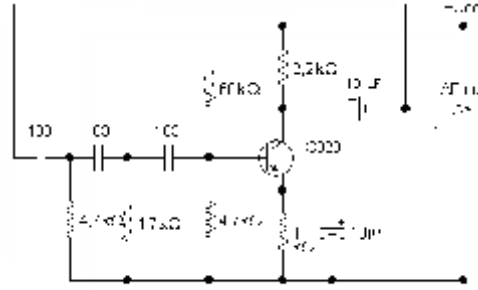
a/  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{RC}}$

b/  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}}$

c/  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

d/  $f_0 = \frac{\sqrt{6}}{2\pi RC}$

7/Tần số do máy tạo sóng ở hình dưới tạo ra có trị số là:



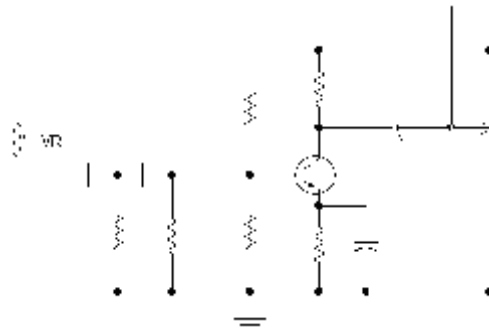
a/  $f = 8297\text{Hz}$

b/  $f = 82978\text{ Hz}$

c/  $f = 1382\text{Hz}$

d/ Cả ba đáp số trên đều sai.

8/Biến trở VR ở hình được dưới dùng để điều chỉnh:



a/ Hệ số khuếch đại của mạch

b/ Hệ số hồi tiếp của mạch.

9/Hệ số khuếch đại của một mạch tạo sóng hình sin dùng cầu xoay pha có trị số là:

a/  $K = \frac{1}{29}$

b/  $K = 29$

c/  $K = 3$

d/  $K = \frac{1}{3}$

10/Một mạch tạo sóng âm tần hình sin dùng cầu Wien có điện trở R có trị số ghi theo mã màu: nâu đen cam, tụ điện được ghi: 102 sẽ tạo ra một sóng điện có tần số là:

a/  $f = 15923\text{ Hz}$

b/  $f = 159,2\text{ Hz}$

c/  $f = 1592,3\text{Hz}$

d/ Một đáp số khác

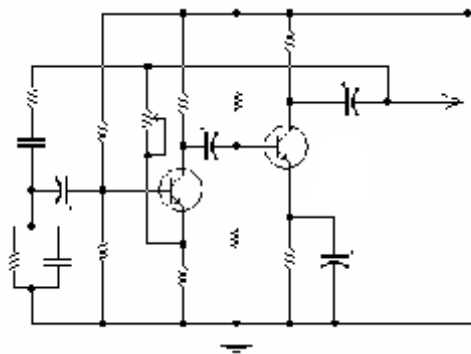
11/Để tạo ra sóng điện hình sin âm tần, nếu khâu khuếch đại dùng một tầng khuếch đại mắc E chung thì khâu tạo dao động ta dùng:

- a/ Cầu Wien kết hợp cầu xoay pha
- b/ Cầu Wien
- c/ Cầu xoay pha
- d/ Một trong các cầu trên

12/Kỹ thuật Vô tuyến điện dùng khung dao động LC trong các trường hợp nào sau đây?

- a/ Lọc lấy một tần số trong vô số tần số đi qua khung.
- b/ Tạo dao động hình sin cao tần
- c/ Loại bỏ một tần số trong vô số tần số đi qua khung.
- d/ Cả ba trường hợp trên.

13/ Hình dưới là sơ đồ nguyên lý mạch:



- a/ Tạo sóng âm tần hình sin
- b/ Khuếch đại điện áp âm tần có hai tầng khuếch đại liên lạc điện dung.
- c/ Tạo sóng cao tần hình sin
- d/ Khuếch đại điện áp âm tần dùng hai transistor có hồi tiếp âm.

14/Một mạch dao động đa hài tự dao động có tụ  $C_B$  được ghi là 104,  $R_B$  được ghi bằng mã màu là nâu, đen, cam sẽ cho ra một dao động xung có tần số là:

- a/  $f = 0,0014 \text{ Hz}$
- b/  $f = 714 \text{ Hz}$
- c/  $f = 0,001 \text{ Hz}$
- d/  $f = 1 \text{ kHz}$

15/Các bộ tạo xung có thể hoạt động dưới các chế độ sau:

- a/ Tự dao động
- b/ Đợi
- c/ Đồng bộ
- d/ Cả ba chế độ trên

**B/ Câu hỏi tự luận**

1/ a/Vẽ và trình bày hoạt động của một bộ dao động đa hài đơn ổn dùng transistor C828 điều khiển bằng xung vào (không quan tâm đến mạch vi phân khi đưa xung vào kích).

b/ Tính các trị số các linh kiện để xung tạo ra có độ rộng xung: 1ms.

Cho  $\beta = 80$  và  $I_{Cmax} = 9 \text{ mA}$ . Điện áp cung cấp  $U_{cc} = 9V$

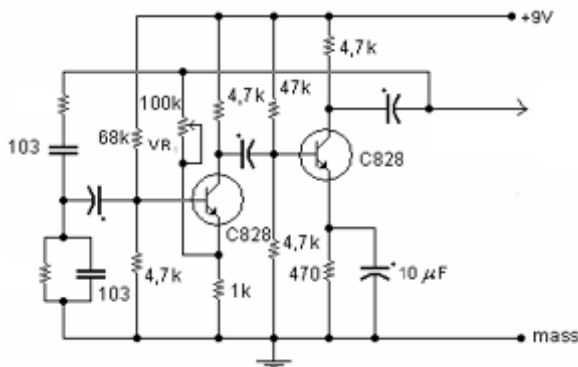
2/ Cho mạch điện như hình vẽ

a/ Cho biết mạch này là mạch gì ?

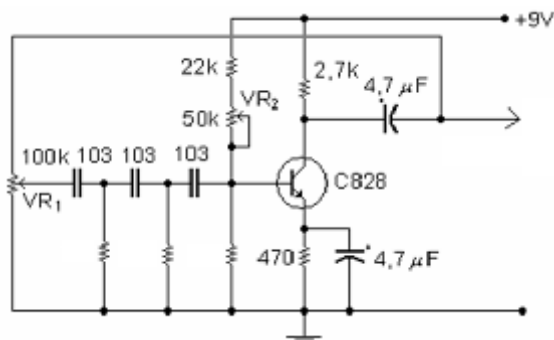
b/ Trình bày hoạt động của mạch, tác dụng của từng linh kiện

c/ Thiết lập công thức tính tần số do mạch tạo ra với đầy đủ các bước tính.

d/ Mạch đang hoạt động ở tần số 8kHz, hãy thay đổi trị số linh kiện cần thay để mạch hoạt động ở tần số 16kHz



3/ Cho mạch điện như hình vẽ



a/ Cho biết mạch này là mạch gì ?

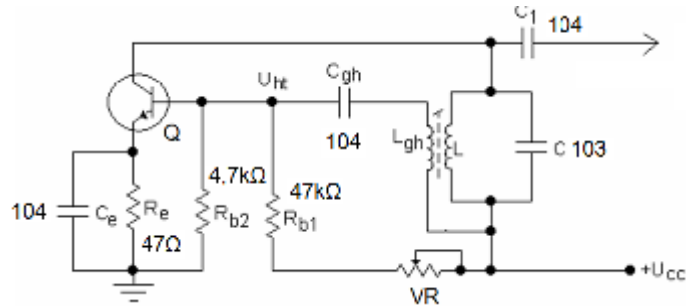
b/ Trình bày hoạt động của mạch, tác dụng của từng linh kiện

c/ Thiết lập công thức tính tần số do mạch tạo ra với đầy đủ các bước tính.



d/ Mạch đang hoạt động ở tần số 20kHz, hãy thay đổi trị số linh kiện cần thay để mạch hoạt động ở tần số 10kHz

4/ Cho mạch điện như hình vẽ



a/ Cho biết mạch này là mạch gì ?

b/ Trình bày hoạt động của mạch, tác dụng của từng linh kiện

c/ Thiết lập công thức tính tần số do mạch tạo ra với đầy đủ các bước tính.

d/ Mạch đang hoạt động ở tần số 100kHz, hãy thay đổi trị số linh kiện cần thay để mạch hoạt động ở tần số 400kHz

5/Hãy tính toán và thiết kế một mạch dao động đa hài tự dao động dùng transistor loại NPN với các yêu cầu sau:

a/ Vẽ phân tích hoạt động của sơ đồ nguyên lý.

b/ Để thay đổi tần số tạo ra, ta nên thay đổi linh kiện nào. Nếu chọn thay đổi tụ C ta cần những lưu ý nào, và những biện pháp khắc phục.

c/ Xác định giá trị của linh kiện để mạch dao động ở tần số 5 kHz.

d/ Tính toán trị số các linh kiện, dùng phương pháp mạch in để lắp ráp bộ dao động đa hài phiếm định có thể quan sát được hoạt động của mạch.

Các chỉ tiêu kỹ thuật của mạch:  $U_{cc} = 3V$ ,  $I_{cmax} = 3mA$ ,  $\beta = 40$ .

## **CHƯƠNG 6**

## **BIẾN ĐIỆN VÀ TÁCH SÓNG**

### **Mở đầu**

Sóng âm thanh, sóng hình ảnh, sóng điện tin hay còn được gọi là thông tin... thường là sóng có tần số thấp nên không thể truyền đi xa được.

Ở chương 2 chúng ta đã có công thức tính giá trị hiệu dụng của điện trường E

do một đài phát truyền đi :

$$E_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{4}{\lambda c} \frac{\sin\theta}{R} \int_0^1 I_0(z) dz$$

Ta thấy, điện trường E tỷ lệ nghịch với bước sóng  $\lambda$  của sóng nên tỷ lệ thuận với tần số f, tần số càng cao giá trị hiệu dụng của điện trường càng lớn. Nghĩa là tần số của sóng điện càng cao, sóng đó đi càng xa.

Vì vậy, thông tin ở miền tần số thấp cần được chuyển sang miền tần số cao để truyền đi xa. Vô tuyến điện dùng một dao động hình sin cao tần làm sóng mang (carrier wave) để mang các thông tin có tần số thấp hơn nhiều lần, đi từ đài phát sóng điện từ đến máy thu sóng điện từ.

Để gài các thông tin cần truyền đi vào sóng mang cao tần phải thực hiện việc biến điệu. Khi sóng biến điệu đến được máy thu, phải thực hiện việc tách sóng hay giải biến điệu để lấy các thông tin ra khỏi sóng mang.

Hai quá trình biến điệu và tách sóng này trái ngược nhau. Trong chương này ta phân tích kỹ hai quá trình đó.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được nguyên lý điều chế và giải điều chế trong kỹ thuật vô tuyến điện.
- Nắm được các sóng điện cần thiết và dạng sóng của nó trong điều chế tần số, điều chế biên độ.
- Hiểu rõ phương pháp điều chế biên độ, phương pháp điều chế tần số trong kỹ thuật vô tuyến điện.
- Xác định công thức tính toán các tham số sóng điều biên, sóng điều tần.
- Nắm được tầm quan trọng của việc lọc cao tần trong quá trình tách sóng.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Hiểu rõ và sử dụng được các sơ đồ nguyên lý các bộ điều chế tần số, điều chế biên độ.

- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các bộ điều chế đó.

- Nắm vững và vận dụng được cách phân loại các loại điều chế trong kỹ thuật vô tuyến điện..

Chương 6 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về kỹ thuật cải sóng tín hiệu vào sóng mang cao tần. Dùng sóng tín hiệu tác động vào một trong những tham số của sóng mang cao tần một cách hiệu quả nhất. Giải quyết việc cốt lõi trong thông tin liên lạc bằng sóng điện từ đó là tần số sóng điện từ càng cao càng tốt. Xác định được công thức tính các tham số của sóng biến điệu. Biết được cách phân loại các kiểu điều chế đang dùng trong kỹ thuật vô tuyến điện tử hiện nay.

Chương này giúp sinh viên hiểu được nguyên lý hoạt động của các thiết bị phát và thu sóng điện từ ở các chương sau

## **A/ Biến điệu dao động**

### **1. Định nghĩa**

Biến điệu (modulation) còn gọi là điều chế, điều biến, là quá trình điều khiển dao động cao tần dưới tác dụng của dao động cần truyền đi.

Dao động cao tần gọi là sóng mang (carrier wave), nó chuyên chở tín hiệu cần truyền đi từ đài phát đến máy thu, sóng mang có tần số càng cao càng tốt và ít lắm cũng phải gấp tám đến mười lần tần số sóng tín hiệu. Tín hiệu có tần số càng cao sóng mang phải càng lớn, đó là lý do tại sao vô tuyến truyền hình phải dùng sóng cực ngắn làm sóng mang.

Tín hiệu cần truyền là tín hiệu làm biến điệu, tín hiệu này còn được gọi là tín hiệu nguyên thủy, chưa qua một biến đổi nào (lời nói, âm nhạc, hình ảnh ...). Mang những nội dung thông tin mà đài phát muốn truyền đến máy thu.

Sóng cao tần đã biến điệu gọi là sóng biến điệu, được anten máy phát bức xạ ra không gian.

Quá trình biến điệu có thể mô tả như sau:

Dao động cao tần có dạng:

$$s(t) = A \cos (\omega t + \varphi)$$

A : biên độ dao động

$\omega$  : tần số dao động

$\varphi$  : pha ban đầu của dao động

Khi đưa một dao động  $F(t)$  (sóng tín hiệu) vào điều chế sóng cao tần, nó sẽ làm thay đổi một trong các đại lượng của dao động cao tần, làm cho sóng điện này thay đổi theo quy luật của  $F(t)$ .

Tùy theo đại lượng nào của sóng mang cao tần bị biến đổi, ta có loại điều chế tương ứng. Đó là điều biên AM, điều tần FM và điều pha PM.

## 2. Điều chế biên độ (AM - Amplitude Modulation)

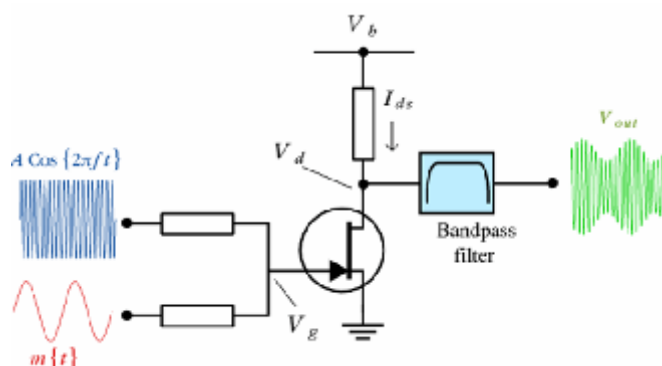
Điều chế biên độ là phương pháp điều chế tín hiệu vào sóng mang đầu tiên của kỹ thuật vô tuyến điện. Được bắt đầu với các biểu diễn truyền âm thanh của Reginald Fessenden vào năm 1906, nó cũng là phương pháp đầu tiên được sử dụng cho đài phát thanh, và ngày nay dùng cả trong vô tuyến truyền hình.

### 2.1 Nguyên lý điều biên

Khi biên độ  $A$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của sóng tín hiệu cần truyền đi, ta gọi là điều biên biên độ (điều biên).

$$A \sim F(t) \quad \omega = \text{const} \quad \varphi = \text{const}$$

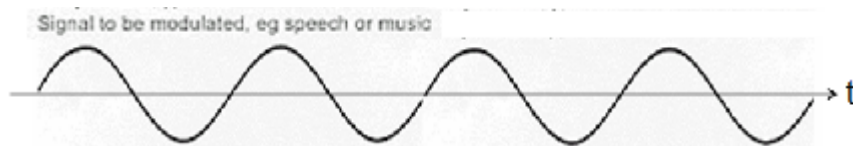
Hình 6.1 là mô hình điều chế và các dạng sóng cho quá trình điều chế biên độ



Hình 6.1 : Mô hình điều chế và dạng sóng quá trình điều biên

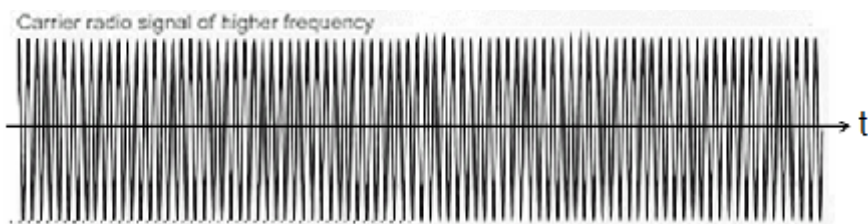
Để thực hiện điều chế biên độ, ta cần có các loại sóng sau :

**\*Sóng tín hiệu:** Do các dụng cụ biến đổi tạo ra. Thông tin tương tự (analog) truyền đi hai loại tín hiệu là tín hiệu âm thanh (Audio) và tín hiệu hình ảnh (Video). Nên sóng tín hiệu là biên độ sóng điện ra của microphone (âm thanh) và của camera (hình ảnh). Tín hiệu này còn gọi là tín hiệu nguyên thủy, mang nội dung bản tin cần truyền đi, có tần số thấp. Hình 6.2 cho ta dạng sóng tín hiệu nguyên thủy.



Hình 6.2: Sóng tín hiệu cần truyền đi

**\*Sóng mang cao tần:** Cũng có dạng hình sin nhưng tần số rất cao, từ MHz trở lên, do các bộ tạo sóng cao tần hình sin tạo ra, có nhiệm vụ mang sóng tín hiệu đến máy thu sóng điện từ. Hình 6.3 cho ta dạng sóng mang cao tần.



Hình 6.3: Sóng mang cao tần.

Sóng tín hiệu được điều chế biên độ vào sóng mang để sóng mang mang đến thiết bị thu sóng điện từ. Hình 6.4 cho ta dạng sóng điều biên.



Hình 6.4: Dạng sóng điều biên.

Ta thấy, chỉ có biên độ  $A$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của tín hiệu cần truyền đi, các đại lượng khác như  $\omega$  và  $\varphi$  không thay đổi.

Để thực hiện điều biên, người ta đưa cả hai sóng: sóng tín hiệu và sóng mang cao tần vào một phần tử phi tuyến (Hình 6.5)

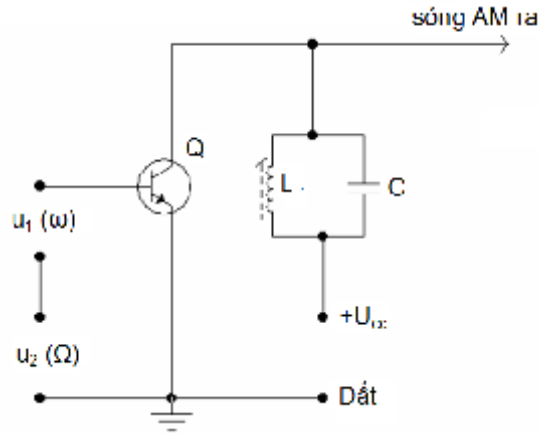
Máy phát sóng cao tần phát ra một dao động hình sin có biên độ:

$$u_1 = U_1 \cos \omega t$$

và thông tin cần truyền đi cũng là một dao động hình sin có biên độ:

$$u_2 = U_2 \cos \Omega t$$

Trong đó  $\Omega = 2\pi F \ll 2\pi f = \omega$



Hình 6.5: Sơ đồ nguyên lý điều biên

Khi đưa hai điện áp trên vào cực B của transistor Q hoạt động ở đoạn phi tuyến như hình 6.5, ta có thể viết phương trình nói lên quan hệ giữa điện áp  $u_b$  đặt vào transistor Q và dòng điện cực thu  $i_c$  dưới dạng tổng quát:

$$i_c = i_{C_0} + au_b + bu_b^2 + cu_b^3 + \dots$$

Giới hạn ở số hạng bậc hai, ta có dòng điện trong mạch cực thu:

$$i_c = i_{C_0} + a(u_1 + u_2) + b(u_1 + u_2)^2$$

$$i_c = i_{C_0} + aU_1 \cos \omega t + aU_2 \cos \Omega t + bU_1^2 \cos^2 \omega t + bU_2^2 \cos^2 \Omega t + 2bU_1U_2 \cos \Omega t \cos \omega t$$

Ta có:  $\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$

Sau vài biến đổi ta được:

$$i_c = I_{C_0} + \frac{bU_1^2}{2} + \frac{bU_2^2}{2} + aU_2 \cos \Omega t + \frac{bU_2^2}{2} \cos 2\Omega t + \frac{bU_1^2}{2} \cos 2\omega t + aU_1 \left[ 1 + \frac{2bU_2}{a} \cos \Omega t \right] \cos \omega t$$

Như vậy khi thực hiện điều biên, ta thấy xuất hiện thành phần tần số  $\omega$  có biên độ biến đổi theo quy luật của tín hiệu cần truyền đi, đó là :

$$i_{bd} = aU_1 \left[ 1 + \frac{2bU_2}{a} \cos \Omega t \right] \cos \omega t$$

Đây chính là dao động biến điệu biên độ. Tải của mạch điều chế là khung dao động LC (Hình 6.6) được điều hưởng với tần số  $\omega$  này, nên sẽ lọc lấy sóng điều biên ra:

$$u = i_{bd} Z_{ch} = U_0 \left[ 1 + \frac{2bU_2}{a} \cos \Omega t \right] \cos \omega t \quad (6.1)$$

Như vậy, hai điện áp có tần số  $\omega$  và  $\Omega$  truyền qua yếu tố phi tuyến cho ta một dao động mới phức tạp hơn. Ta nói, yếu tố phi tuyến đã làm biến đổi phổ tần số và trong phổ tần số mới này có dao động điều biên biên độ. Nhờ khung cộng hưởng LC điều hưởng với tần số  $\omega$  ta lọc lấy thành phần dao động biến điệu ra khỏi dao động phức tạp này. Sóng điều biên được khuếch đại lên sau đó dùng anten phát để bức xạ ra không gian.

## 2.2. Hệ số điều chế

Gọi M là hệ số điều chế, hệ số này cho ta biết được độ sâu điều chế.

Đặt  $M = \frac{2bU_2}{a}$ , và viết lại biểu thức (6.1):

$$u = U_0 (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega t = U_M \cos \omega t \quad (6.2)$$

M phụ thuộc vào biên độ của tín hiệu làm biến điệu (thông tin cần truyền đi).

Biên độ  $U_M$  của sóng biến điệu có giá trị cực đại và cực tiểu:

$$\begin{aligned} U_{\max} &= U_0(1 + M) \\ U_{\min} &= U_0(1 - M) \\ \Rightarrow M &= \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \end{aligned}$$

Khi  $M = 0$ : Không có biến điệu  $U_{\max} = U_{\min}$

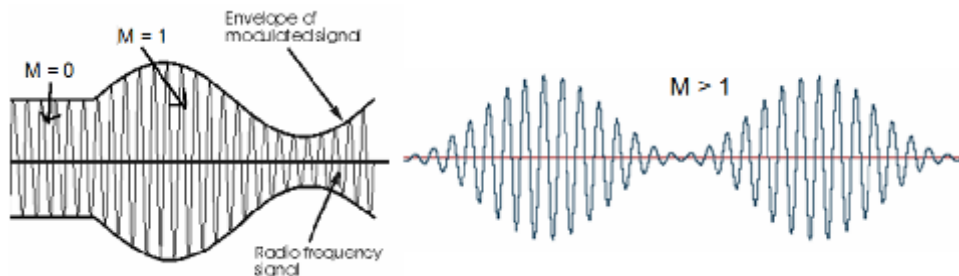
$M = 1$ : Biến điệu tối đa  $U_{\min} = 0$

$M > 1$ : Dao động cao tần bị cắt.

Như vậy, để có phổ biến điệu bình thường M phải thỏa mãn điều kiện  $0 < M \leq 1$ . Muốn có hiệu suất cao M càng gần 1 càng tốt. M thường được chọn từ 90% ÷ 100 %.

Điều biên với hệ số điều chế  $M > 1$  gọi là điều biên nén SAM (Suppress Amplitude Modulation), có hiệu suất cao nhất nhưng không thể thực hiện được vì sóng mang bị triệt tiêu ở đài phát. Tuy nhiên hai hệ truyền hình màu NTSC và

PAL sử dụng điều biên nén để điều chế hai tín hiệu số màu R-Y và B-Y vào sóng mang màu phụ.



Hình 6.6: Dạng sóng ứng với các hệ số điều biên

### 2.3. Phổ của dao động biến điệu

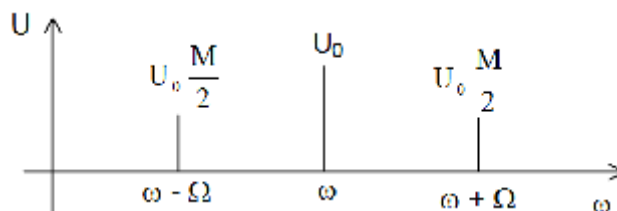
Biểu thức 6.2 có thể viết lại dưới dạng:

$$u = U_0 \cos \omega t + M U_0 \cos \Omega t \cos \omega t$$

$$u = U_0 \cos \omega t + \frac{M}{2} U_0 \cos (\omega - \Omega) t + \frac{M}{2} U_0 \cos (\omega + \Omega) t \quad (6.3)$$

Dao động biến điệu biên độ gồm ba thành phần có tần số  $\omega$  và  $\omega \pm \Omega$

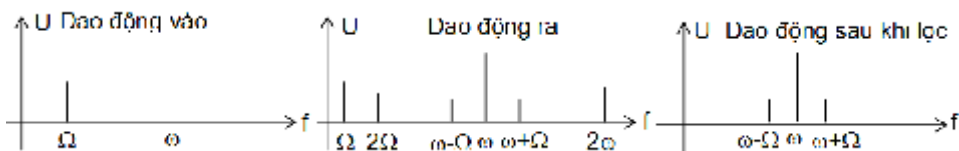
Dùng phương pháp phổ, ta có thể biểu diễn dao động biến điệu như hình 6.7



Hình 6.7: Phổ của sóng điều biên

Phương pháp phổ được dùng khi ta không để ý đến pha của dao động.

Cũng theo quan niệm phổ, ta có thể biểu diễn dao động vào và ra qua yếu tố phi tuyến như hình 6.8



Hình 6.8: Phổ của dao động vào, dao động ra và dao động điều biên



## 2.4. Độ rộng của dải sóng

Từ biểu thức 6.3 ta thấy:

\* Việc biến điệu dao động đã đưa đến việc hình thành các tần số biên có biên độ phụ thuộc điện áp làm biến điệu  $u_2$ .

\* Độ dịch chuyển tần số (kể từ sóng mang  $\omega$ ) chỉ phụ thuộc vào tần số của dao động làm biến điệu, không phụ thuộc vào biên độ của dao động này.

Thông tin cần truyền đi phần lớn có đặc tính phức tạp (biên độ và tần số biến thiên liên tục), nên sẽ hình thành một nhóm các tần số biên khoảng tần số  $2\Omega$ . Nghĩa là bằng hai lần tần số cao nhất của tín hiệu cần truyền đi. Khoảng tần số này được gọi là độ rộng của dải sóng. Do đó để truyền đi đầy đủ các tần số của tín hiệu, dải thông của khung dao động LC phải lớn hơn độ rộng của dải sóng.

Ví dụ, muốn truyền đi một thông tin có tần số  $50\text{Hz} \div 10\text{kHz}$  ta có độ rộng của dải sóng là  $20\text{kHz}$ .

*Ý nghĩa của độ rộng dải sóng:* Do mỗi đài phát có một độ rộng của dải sóng nên một loại sóng điện từ (một band sóng) chỉ chứa một số đài phát nhất định. Ví dụ kênh sóng VHF ( $30\text{MHz} \div 300\text{MHz}$ ) chỉ chứa được 12 kênh truyền hình. Trong một thành phố có quá nhiều đài truyền hình cùng phát, ta phải dùng thêm sóng UHF hoặc thay đổi kỹ thuật truyền hình như truyền hình kỹ thuật số càng hạn.

## 2.5. Công suất của dao động biến điệu

Ta biết rằng công suất của dao động tỷ lệ với bình phương biên độ. Vì vậy, công suất trung bình khi biến điệu:

$$P \sim U_0^2 \left[ 1 + \frac{M^2}{2} \right]$$

Mặt khác công suất trung bình của sóng mang:  $P_m \sim U_0^2$

Như vậy, khi biến điệu công suất trung bình tăng lên. Cần chú ý rằng phần công suất phân bố ở các sóng biên là:

$$P_b = U_0^2 \frac{M^2}{2}$$

Nó không quá 33% công suất toàn phần (vì  $M \leq 1$  nên  $\frac{P_b}{P_m + P_b} \leq \frac{1}{3}$ )

Do đó muốn tăng công suất của dao động biến điệu:

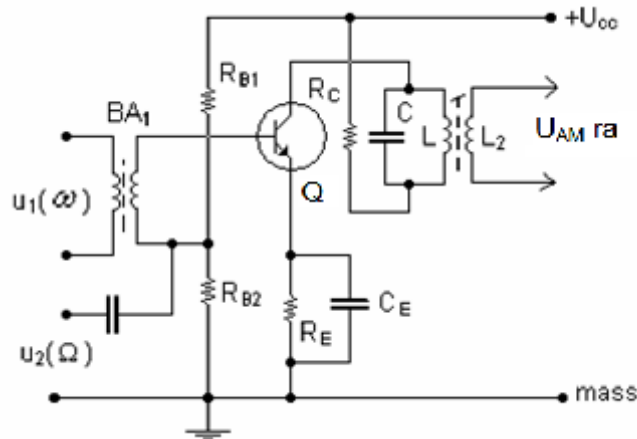
\* Phải tăng hệ số điều biến  $M$ . Tuy nhiên khi tăng  $M$  sẽ kèm theo méo phi tuyến vì vậy ta chỉ có thể tăng  $M$  ở mức giới hạn (xem phần hệ số điều biến).

\* Có thể chỉ truyền đi một dải sóng biên (lọc bỏ các thành phần khác đi trước khi truyền).

## 2.6. Sơ đồ nguyên lý

Để thực hiện điều biến biên độ ta có thể đưa cả hai điện áp  $u_1$  và  $u_2$  vào cực gốc B hoặc  $u_1$  vào cực phát E còn  $u_2$  vào cực gốc B của transistor Q.

Ta xét trường hợp đầu (Hình 6.9). Điện áp cao tần làm sóng mang  $u_1(\omega)$  được đưa vào cực gốc B của transistor Q qua biến áp  $BA_1$ . Điện áp tín hiệu cần truyền đi  $u_2(\Omega)$  qua tụ  $C_1$  cũng được đưa vào cực gốc B.



Hình 6.9: Sơ đồ nguyên lý điều biến

Như vậy, tại cực gốc B của Q có hai điện áp: một là tín hiệu cần truyền đi và một là sóng mang cao tần. Do tính chất phi tuyến của transistor, tại ngõ ra (cực C) của Q ta có sóng điều biến.

Tải của Q là khung cộng hưởng LC, tần số dao động riêng  $\omega_0$  được điều chỉnh đúng tần số  $\omega$ , nên tại đây dao động điều biến được lọc ra. Sau đó cảm ứng sang cuộn  $L_2$  điện áp biến điệu biên độ  $u_{db}$ .

Các linh kiện khác có tác dụng như đã phân tích ở mạch khuếch đại cao tần.

## 3. Điều chế tần số (FM - Frequency Modulation)

Điều chế biên độ AM khá đơn giản và ra đời sớm nhất trong kỹ thuật truyền thông tin vô tuyến điện, nó tồn tại nhiều khuyết điểm như chống nhiễu kém, dễ bị can nhiễu bởi những dao động khác, dải âm thanh bị cắt xén do đặc điểm của mạch tách sóng AM.

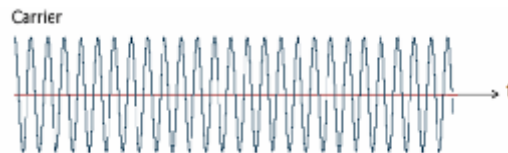
Điều chế tần số FM có nhiều ưu điểm về mặt tần số, dải tần âm thanh sau khi tách sóng điều tần có chất lượng rất tốt, cho âm thanh trung thực và có thể truyền âm thanh Stereo. Tuy nhiên do dùng sóng mang ở băng sóng cực ngắn VHF nên cự ly truyền sóng ngắn, chỉ truyền được khoảng cách từ vài chục đến vài trăm km, do đó sóng FM chỉ được sử dụng làm sóng phát thanh địa phương. Nguyên lý điều chế tần số do một kỹ sư điện người Mỹ ông Edwin Howard Armstrong phát minh ra năm 1933. Trong vô tuyến truyền thanh (Radio), điều tần được dùng để phát âm nhạc chất lượng cao, trong vô tuyến truyền hình chủ yếu được dùng trong phần điều chế âm thanh vào sóng mang, ngoại trừ hệ SECAM còn dùng để điều chế hai tín hiệu hiệu số màu.

### 3.1. Nguyên lý

Khi tần số  $\omega$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của sóng tín hiệu cần truyền đi, ta gọi là điều biến tần số (điều tần).

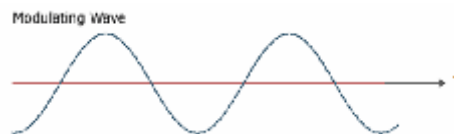
$$\omega \sim F(t) \quad A = \text{const} \quad \varphi = \text{const}$$

Quan sát trên dao động ký (oscilloscope), ta thấy sóng mang cao tần có dạng như hình 6.10.



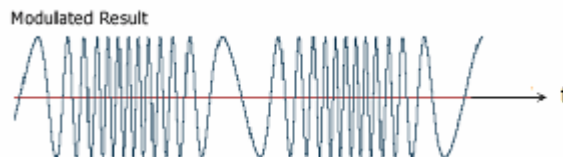
Hình 6.10: Sóng mang cao tần.

Sóng tín hiệu nguyên thủy có dạng như hình 6.11.



Hình 6.11: Sóng tín hiệu nguyên thủy

Khi thực hiện biến điệu tần số FM ta có dạng sóng biến điệu như hình 6.12.

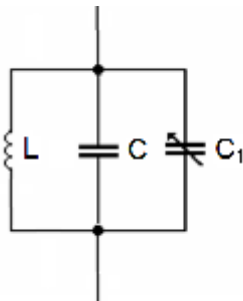


Hình 6.12: Sóng điều tần FM.

Ta thấy, tần số  $\omega$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của tín hiệu cần truyền đi, còn  $A$  và  $\varphi$  không đổi.

### 3.2. Phương pháp điều chế tần số

Để thực hiện việc điều tần, ta cho dao động của tín hiệu cần truyền đi, tác động lên các yếu tố có liên quan đến tần số của bộ tạo sóng mang, làm cho tần số của sóng mang phải thay đổi theo quy luật của tín hiệu cần truyền đi (Hình 6.13)



Hình 6.13: Phương pháp điều tần dùng micro tụ điện

#### 3.2.1. Dùng micro tụ điện

LC là khung dao động của máy phát sóng mang cao tần, quyết định tần số sóng mang của đài phát.  $C_1$  là micro tụ điện mắc song song với  $C$ . Trị số của  $C_1$  bé hơn nhiều so với  $C$ .

Khi chưa thực hiện điều chế, tần số sóng mang:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C + C_0)}}$$

$C_0$  là điện dung của micro tụ điện khi chưa có thanh áp tác động vào.

Khi thực hiện điều chế, thông tin được nói vào micro. Dưới tác dụng của thanh áp:

$$P = P_m \cos \Omega t \quad \Omega \text{ là tần số của tín hiệu cần truyền đi}$$

Điện dung của micro tụ điện biến đổi theo quy luật:

$$C_1 = C_0 + C_0 K_1 \cos \Omega t$$

$$C_1 = C_0 (1 + K_1 \cos \Omega t)$$

Trong đó  $K_1 \ll 1$  và tỷ lệ với  $P_m$ .

Khi có âm thanh tác dụng thì tần số dao động riêng của khung dao động bị thay đổi:

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L(C+C_1)}} = \frac{1}{\sqrt{L(C+C_0) \left[ 1 + \frac{K_1 C_0}{C+C_0} \cos \Omega t \right]}}$$

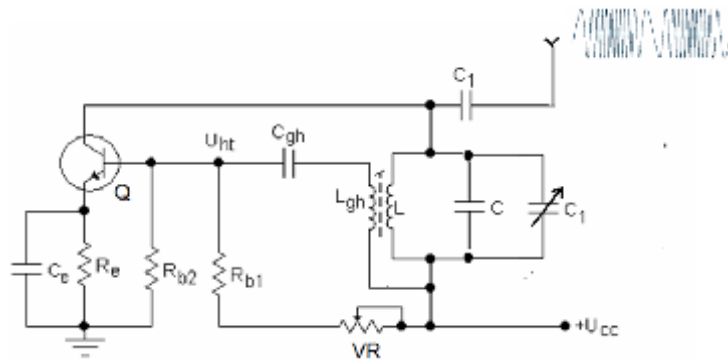
Vì  $\frac{K_1 C_0}{C+C_0} \ll 1$  nên ta có thể viết:

$$\omega \approx \omega_0 \left[ 1 - \frac{1}{2} \frac{K_1 C_0}{C+C_0} \cos \Omega t \right] \approx \omega_0 (1 - K P_m \cos \Omega t)$$

Với K là một hệ số tỷ lệ mới.

Vậy tần số sóng mang bị biến đổi theo quy luật của dao động tín hiệu cần truyền đi.

Hình 6.14 là sơ đồ nguyên lý một máy phát thanh điều tần.  $C_1$  là micro điện dung, được nối song song với tụ C của khung dao động LC.

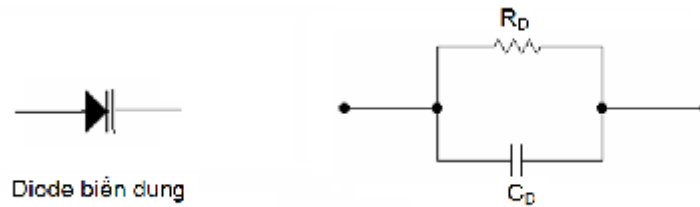


Hình 6.14: Sơ đồ nguyên lý một máy phát thanh điều tần

Khi nói vào micro, điện dung của micro thay đổi, làm cho tần số dao động riêng của khung dao động thay đổi theo. Ta đã thay đổi được tần số của sóng mang cao tần. Biên độ A của sóng mang được quyết định bởi hệ số khuếch đại K của transistor Q, ở đây không bị tác dụng của bất cứ một nguyên nhân bên ngoài nào nên A và  $\varphi$  không đổi. Sóng điều biến tần số FM nhờ anten phát, bức xạ ra không gian để đến máy thu FM.

### 3.2.2. Dùng diode biến dung

Diode biến dung còn gọi là varicap, diode này sẽ thay đổi điện dung khi thay đổi điện áp phân cực nghịch đưa vào hai cực diode. Có sơ đồ tương đương như hình 6.15.



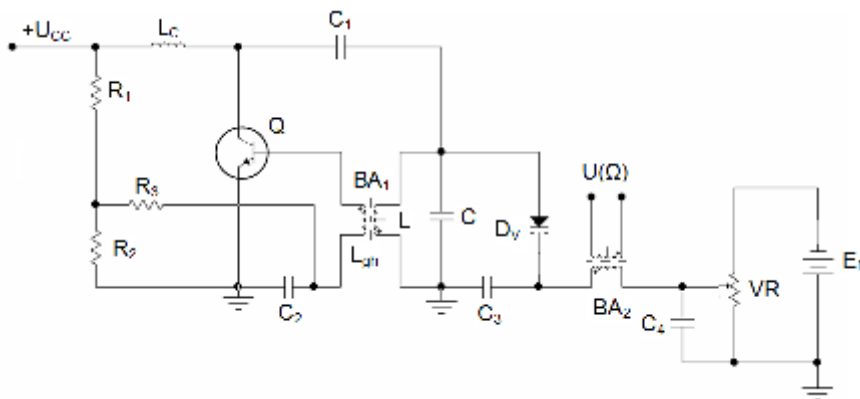
Hình 6.15: Diode biến dung và sơ đồ tương đương

Khi phân cực nghịch  $R_D = \infty$ , điện dung  $C_D$  xác định theo biểu thức:

$$C_D = \frac{k}{u_D + \varphi_k}$$

Trong đó:  $k$  là hệ số tỷ lệ,  $u_D$  là điện áp phân cực nghịch cho diode,  $\varphi_k$  là hiệu điện thế tiếp xúc của tiếp giáp PN  $\varphi_k = 0,7V$ .

Sơ đồ nguyên lý một máy phát điều tần FM dùng diode biến dung được vẽ ở hình 6.16.



Hình 6.16: Sơ đồ nguyên lý mạch điều tần dùng diode biến dung

Tương tự như sơ đồ nguyên lý hình 6.8, nhưng tụ  $C_1$  được thay bằng diode biến dung  $D_V$ . Khung dao động bây giờ gồm cuộn cảm  $L$ , tụ  $C$  và  $D_V$ . Tần số dao động của sóng mang cao tần được tính theo công thức:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L(C + C_D)}}$$

$C_D$  biến đổi tùy theo biên độ điện áp phân cực cho  $D_Z$

Từ sơ đồ ta thấy ngoài điện áp một chiều lấy từ biến trở VR, điện áp phân cực cho  $D_Z$  còn được cung cấp bởi điện áp điều chế  $U(\Omega)$  lấy từ cuộn sơ cấp biến

áp  $BA_2$ . Điện áp từ VR cố định, điện áp  $U(\Omega)$  thay đổi theo biên độ thông tin cần truyền đi vì vậy tần số sóng mang thay đổi theo sóng tín hiệu. Ta đã thực hiện được điều chế tần số.

$C_3$  ngăn điện áp một chiều không cho vào cuộn cảm L làm cháy cuộn cảm.

Đề điện dung của  $C_3$  không tham gia vào công thức tính tần số sóng mang, trị số của  $C_3$  phải đáp ứng điều kiện  $C_3 \gg C$ .

## B/ Tách sóng

### 4. Định nghĩa

Tách sóng (demodulation) còn gọi là giải điều chế, là quá trình tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang mà không làm biến dạng nó. Nghĩa là lấy ra được bản tin có nội dung đúng như đài phát gửi đi. Tách sóng có quá trình ngược lại với điều chế, nghĩa là chuyển phổ của tín hiệu về miền tần số thấp, với dạng hoàn toàn giống như khi chưa có biên điệu.

Vì có sự biến đổi tần số nên phải dùng yếu tố phi tuyến. Sau đó dùng mạch lọc để lấy ra tín hiệu nguyên thủy, loại bỏ sóng mang cao tần. Linh kiện thường dùng để tách sóng là diode bán dẫn cao tần.

### 5. Tách sóng điều biên

#### 5.1 Chỉnh lưu

Anten của máy thu, thu được sóng điều biến biên độ AM. Điện áp thu được ở anten thu có dạng:

$$u_{AM} = U_M \cos \omega t = U_0 (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega t$$

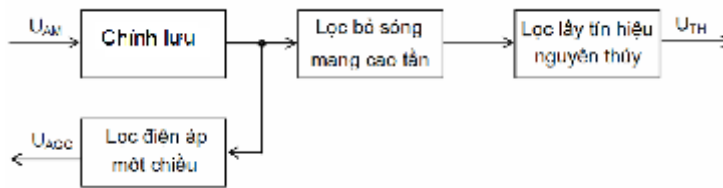
$$u_{AM} = U_0 \cos \omega t + \frac{M}{2} U_0 \cos (\omega - \Omega)t + \frac{M}{2} U_0 \cos (\omega + \Omega)t$$

Trong đó M là hệ số điều chế  $M = \frac{2bU_2}{a}$ . M tỷ lệ với biên độ  $U_2$  của dao động làm biến điệu.

Tách sóng là tách lấy dao động  $u_2 = U_2 \cos \Omega t$  ra khỏi sóng điều biên mà không làm biến dạng nó.

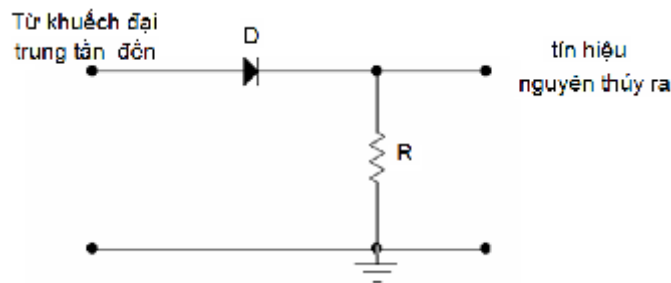
Hình 6.17 là sơ đồ khối quá trình tách sóng AM và các điện áp vào ra. Sóng điều biên lấy ra từ khối khuếch đại trung tần thứ hai đưa vào khối chỉnh lưu để chỉnh lưu lấy một bán kỳ. Khối lọc bỏ sóng mang cao tần đưa sóng mang cao tần xuống đất. Khối lọc lấy tín hiệu nguyên thủy lọc lấy thông tin từ đài phát truyền

đến cho ra điện áp tín hiệu. Khối tách sóng còn đưa điện áp vừa chỉnh lưu vào khối lọc điện áp một chiều để lấy ra điện áp ACG nhằm thực hiện việc tự điều chỉnh.



Hình 6.17: Sơ đồ khối quá trình tách sóng AM

Việc tách sóng AM được thực hiện bằng diode bán dẫn cao tần (Hình 6.18).



Hình 6.18: Sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng biên độ

D: Diode tách sóng, hoạt động như một diode chỉnh lưu bán kỳ

R: Điện trở tải, nơi lấy ra điện áp  $u_2$  có tần số  $\Omega$  của tín hiệu nguyên thủy.

Đối với tách sóng âm thanh, chiều của diode tách sóng có thể đặt ngược lại mà không ảnh hưởng đến tín hiệu thu được. Tuy nhiên, ta không thể đặt tùy tiện vì ảnh hưởng đến cực tính của điện áp ACG.

Đối với tách sóng hình ảnh, chiều của diode tách sóng không thể đặt ngược lại vì hình ảnh thu được sẽ bị âm ảnh.

Đặt điện áp điều biên lên diode có đặc tuyến volt - ampere:

$$i = f(u) = C + au + bu^2$$

Thay biểu thức của  $u$  vào ta có:

$$i = C + aU_0(1 + M \cos \Omega t) \cos \omega t + bU_0^2(1 + M \cos \Omega t)^2 \cos^2 \omega t$$

Sau vài lần biến đổi ta có:

$$i = I_0 + i_{ct} + bU_0^2 M \left( \cos \Omega t + \frac{M}{4} \cos 2\Omega t \right) \quad (6.4)$$



$I_0$  là thành phần dòng điện một chiều.

$i_{ct}$  là tập hợp các dòng điện có tần số  $\omega, 2\omega, \omega \pm \Omega, 2\omega \pm \Omega, 2(\omega \pm \Omega)$

Nghĩa là sau khi tách sóng ta có:

**\*Thành phần một chiều:** Thành phần này sau khi lọc thật kỹ được dùng làm điện áp tự điều khuếch AGC (Automatic Gain Control)

**\*Thành phần của tín hiệu nguyên thủy có tần số  $\Omega$ :** Đây chính là thông tin mà ta cần lấy ra khỏi sóng điều biên.

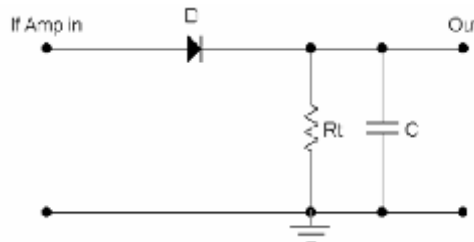
**\*Thành phần các dòng điện cao tần có tần số  $\omega$ :** Thành phần này phải được loại bỏ, nếu không sẽ gây rối cho việc thu sóng của máy thu..

Tuy nhiên, tần số  $2\Omega$  rất khó tách ra (vì gần với  $\Omega$ ) gây méo phi tuyến. Để loại bỏ được  $2\Omega$  phải cho diode hoạt động ở đoạn thẳng của đặc tuyến. Muốn thế, phải khuếch đại sóng điều biên thu được lên để có biên độ đủ lớn, gọi là tách sóng tuyến tính. Các máy thu hiện nay khuếch đại trung tần gồm 2 tầng để có biên độ tín hiệu theo yêu cầu trên.

## 5.2. Lọc cao tần

Từ biểu thức 6.4 ta thấy có thành phần cao tần ( $i_{ct}$ ) sau khi tách sóng. Thành phần này phải bị loại bỏ để ở tải R chỉ còn lại tín hiệu nguyên thủy.

Ta thường dùng bộ lọc RC (Hình 6.19).



Hình 6.19: Sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng biên độ và lọc

C: Tụ lọc cao tần, đưa sóng mang cao tần xuống đất

R: Điện trở tải của bộ tách sóng, giữ lại thành phần tín hiệu nguyên thủy.

C được chọn để có dung kháng rất bé đối với thành phần cao tần và phải tuân

theo :  $X_C = \frac{1}{2\pi fC} \ll R$  làm cho sóng mang cao tần ( $\omega$ ) đi qua tụ C và xuống đất.

Còn thành phần tín hiệu nguyên thủy ( $\Omega$ ) đi qua R, gây sụt áp tín hiệu và cho ta tín hiệu nguyên thủy ở R.

Để được như vậy phải đáp ứng điều kiện:  $\frac{1}{2\pi f C} \ll R \ll \frac{1}{2\pi f C}$

Trong đó  $F$  là tần số sóng tín hiệu,  $f$  là tần số sóng mang cao tần.

Giải thích rõ hơn, ta xem hai nhánh  $R$  và  $C$  tương đương một tổng trở  $Z$ :

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{R} + j\omega C$$

Áp dụng công thức tính Module của số phức, ta có:

$$Z_{\omega} = \frac{R}{\sqrt{1 + \omega^2 C^2 R^2}}$$

Nếu chọn  $RC$  sao cho  $\omega^2 C^2 R^2 \gg 1$ , nghĩa là  $R \gg \frac{1}{\omega C}$  thì  $Z_{\omega}$  sẽ rất bé ( $Z_{\omega} \ll R$ ). Thành phần cao tần  $\omega$  đi theo tụ  $C$  xuống đất, nghĩa là thành phần cao tần bị loại bỏ.

Đối với thành phần tín hiệu nguyên thủy có tần số  $\Omega$ :

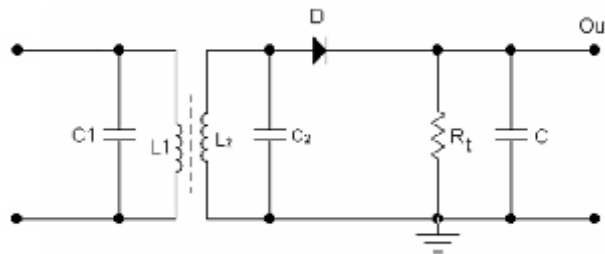
$$Z_{\Omega} = \frac{R}{\sqrt{1 + \Omega^2 C^2 R^2}}$$

Nếu chọn  $RC$  sao cho  $\Omega^2 C^2 R^2 \ll 1$ , nghĩa là  $R \ll \frac{1}{\Omega C}$  thì  $Z_{\Omega}$  sẽ rất lớn ( $Z_{\Omega} \gg R$ ). Thành phần tín hiệu nguyên thủy có tần số  $\Omega$  đi qua tải  $R$ , cho ta sụt áp của tín hiệu.

## 6. Tách sóng điều tần

### 6.1 Nguyên lý tách sóng điều tần

Muốn tách sóng điều tần, ta phải chuyển sóng điều tần sang sóng điều biên, sau đó tách sóng như tách sóng điều biên (Hình 6.21).



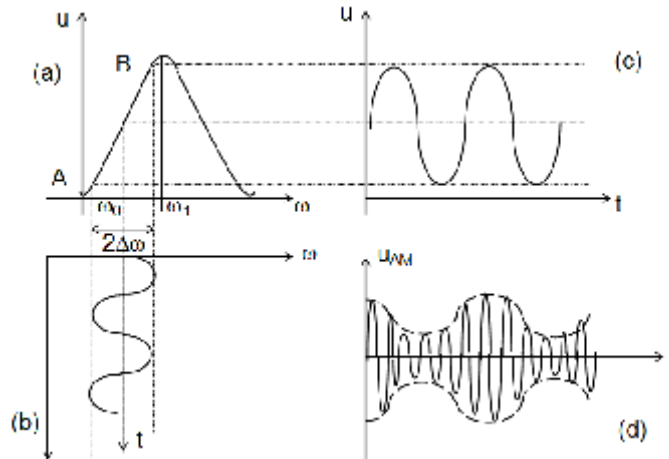
Hình 6.21: Nguyên lý tách sóng điều tần

Ở sơ cấp biến áp, ta đưa sóng điều tần vào. Dao động điều tần sẽ cảm ứng qua cuộn thứ cấp  $L_2$ .  $L_2C_2$  làm thành một khung cộng hưởng. D làm nhiệm vụ tách sóng điều biên. C là tụ lọc cao tần. Tín hiệu nguyên thủy lấy ra trên R.

LC cộng hưởng ở tần số  $\omega_1 \neq \omega_0$ . Giả sử nó lớn hơn  $\omega_0$  ( $\omega_1 > \omega_0$ )

$\omega_1$  : tần số cộng hưởng của khung dao động LC

$\omega_0$  : tần số của sóng điều tần.

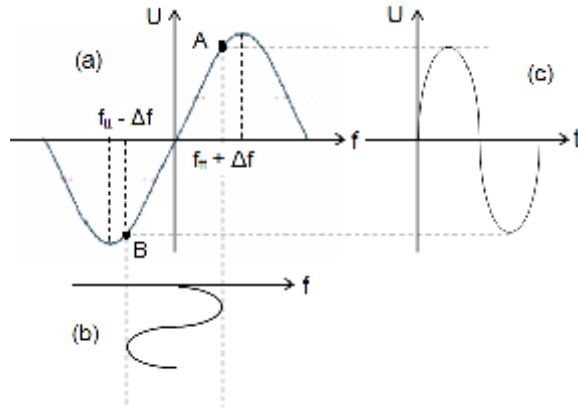


Hình 6.22 abcd: Đồ thị minh họa chuyển điều tần sang điều biên

Chọn độ biến đổi tần số  $2\Delta\omega$  nằm trọn trên phần thẳng của đường cong cộng hưởng (Hình 6.22 abcd). Khi tần số biến đổi (đồ thị b) thì biên độ điện áp trên LC cũng biến đổi đúng quy luật của tần số (đồ thị c). Dao động điều tần được chuyển thành dao động điều biên (đồ thị d).

Muốn cho biến đổi biên độ lặp lại đúng quy luật của biến đổi tần số, thì đoạn hoạt động trên đường cong cộng hưởng phải thẳng và đủ dài. Do đó thực tế dùng hai khung cộng hưởng chỉnh lệch. Gọi là tách sóng phân biệt lệch cộng hưởng (Hình 6.23). Đây là kiểu tách sóng được áp dụng trong tất cả máy thu điều tần.

Khung cộng hưởng  $L_1C_1$  là cuộn dây sơ cấp của biến áp, cộng hưởng ở tần số dao động điều tần  $f_0$ , đây chính là trung tần số  $f_{tt}$ .  $L_1$  sẽ cảm ứng sang hai cuộn thứ cấp  $L_2C_2$  và  $L_3C_3$ .  $L_2C_2$  cộng hưởng ở tần số  $f_1 = f_{tt} + \Delta f$ .  $L_3C_3$  cộng hưởng ở tần số  $f_2 = f_{tt} - \Delta f$ . (Hình 6.23)  $\Delta f$  là độ di tần cực đại. Mạch tách sóng kiểu này dùng đến 2 diode tách sóng  $D_1$  và  $D_2$ , trong đó  $D_1$  và  $D_2$  được mắc ngược chiều nhau để khi tần số lệch sang hai bên  $f_{tt}$  ta sẽ nhận được điện áp có cực tính khác nhau.

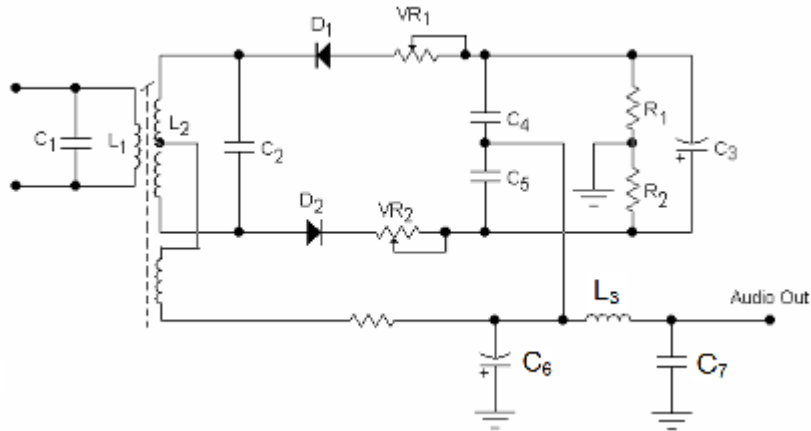


Hình 6.23: Đồ thị tách sóng điều tần dùng hai khung cộng hưởng chỉnh lệch

Do đó đường cong cộng hưởng của hai khung  $L_1C_1$  và  $L_2C_2$  không những lệch cộng hưởng so với  $f_{tt}$  mà còn ngược nhau so với trục hoành. AB là đặc tuyến biên độ tần số của mạch tách sóng điều tần. Là hiệu số biên độ của hai đường cong cộng hưởng  $L_2C_2$  và  $L_3C_3$ . Đường thẳng này qua gốc O ứng với  $f_{tt}$ . Như vậy, ta đã mở rộng được đoạn hoạt động đúng với yêu cầu đặt ra.

### 6.2. Sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng điều tần

Hình 6.24 là sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng được dùng phổ biến hiện nay, mạch cũng dùng phương pháp dùng hai khung cộng hưởng chỉnh lệch như trên gọi là mạch tách sóng tỷ lệ.



Hình 6.24: Mạch tách sóng tỷ lệ

Mạch này có ưu điểm là không cần dùng mạch hạn chế biên độ.

Cả hai khung cộng hưởng  $L_1C_1$  và  $L_2C_2$  đều được cộng hưởng với  $f_{tt}$ . Hai diode  $D_1$  và  $D_2$  đấu nối tiếp nhau và chỉ hoạt động một nửa chu kỳ của tín hiệu.

$R_1, VR_1, C_4, C_6$  : Tải của  $D_1$ .

$R_2, VR_2, C_5, C_6$  : Tải của  $D_2$

$VR_1$  và  $VR_2$  : Thêm vào để dễ điều chỉnh cho mạch được đối xứng.

Tụ  $C_3$  có điện dung khá lớn ( $4.7\mu F$ ) nên có tác dụng làm tụ thoát cho các điện trở tải của hai diode  $D_1$  và  $D_2$ .

Khi  $f_{th} = f_{tt}$  thì  $U_{D1} = U_{D2}$  nên  $I_1 = I_2$  và ở đầu ra không có điện áp âm tần.

Khi  $f_{th} > f_{tt}$  thì  $U_{D1} > U_{D2}$  nên  $I_1 > I_2$  và ở đầu ra có điện áp âm tần cực tính dương.

Khi  $f_{th} < f_0$  thì  $U_{D1} < U_{D2}$  nên  $I_1 < I_2$  và ở đầu ra có điện áp âm tần cực tính âm.

Tín hiệu âm tần nguyên thủy qua bộ lọc gồm  $L_3, C_6, C_7$  để sang tầng khuếch đại âm thanh.

### Tóm tắt chương 6

Tín hiệu nguyên thủy thường là sóng có tần số thấp nên không thể truyền đi xa được. Từ công thức:

$$E_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{4}{\lambda c} \frac{\sin\theta}{R} \int_0^l I_0(z) dz$$

Ta thấy, điện trường  $E$  tỷ lệ nghịch với bước sóng  $\lambda$  của sóng nên tỷ lệ thuận với tần số  $f$ , tần số càng cao giá trị hiệu dụng của điện trường càng lớn. Nghĩa là tần số của sóng điện càng cao, sóng đó đi càng xa.

Để gài các thông tin cần truyền đi vào sóng mang cao tần phải thực hiện việc điều chế. Khi sóng biến điệu đến được máy thu, phải thực hiện việc tách sóng hay để lấy các thông tin ra khỏi sóng mang.

Biến điệu (modulation) còn gọi là điều chế, điều biến, là quá trình điều khiển dao động cao tần dưới tác dụng của dao động cần truyền đi.

Dao động cao tần gọi là sóng mang (carrier wave), nó chuyên chở tín hiệu cần truyền đi từ đài phát đến máy thu, Tín hiệu cần truyền là tín hiệu làm biến điệu, tín hiệu này còn được gọi là tín hiệu nguyên thủy, Mang những nội dung thông tin mà đài phát muốn truyền đến máy thu.

Sóng cao tần đã biến điệu gọi là sóng biến điệu, được anten máy phát bức xạ ra không gian.

Khi đưa một dao động  $F(t)$  (sóng tín hiệu) vào điều chế sóng cao tần, nó sẽ làm thay đổi một trong các đại lượng của dao động cao tần, làm cho sóng điện này thay đổi theo quy luật của  $F(t)$ .

Tùy theo đại lượng nào của sóng mang cao tần bị biến đổi, ta có loại điều biến tương ứng. Đó là điều biên AM, điều tần FM và điều pha PM.

Điều chế biên độ là phương pháp điều chế tín hiệu vào sóng mang đầu tiên của kỹ thuật vô tuyến điện.

Khi biên độ  $A$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của sóng tín hiệu cần truyền đi, ta gọi là điều biến biên độ (điều biên).

$$A \sim F(t) \quad \omega = \text{const} \quad \varphi = \text{const}$$

Để thực hiện điều chế biên độ, ta cần có các loại sóng sau :

**\*Sóng tín hiệu:** Do các dụng cụ biến đổi tạo ra bao gồm tín hiệu âm thanh (Audio) và tín hiệu hình ảnh (Video).

**\*Sóng mang cao tần:** có dạng hình sin tần số rất cao, từ MHz trở lên, do các bộ tạo sóng cao tần hình sin tạo ra,

Sóng tín hiệu đã được điều chế biên độ gọi là sóng điều biên.

Để thực hiện điều biên, người ta đưa cả hai sóng: sóng tín hiệu và sóng mang cao tần vào một phần tử phi tuyến. Khi đưa hai điện áp trên vào cực B của transistor Q hoạt động ở đoạn phi tuyến ta có thành phần

$$i_{bd} = aU_1 \left[ 1 + \frac{2bU_2}{a} \cos \Omega t \right] \cos \omega t$$

Đây chính là dao động biến điệu biên độ. Tải của mạch điều chế là khung dao động LC được điều hưởng với tần số  $\omega$  này, nên sẽ lọc lấy sóng điều biên ra:

$$u = i_{bd} Z_{ch} = U_0 \left[ 1 + \frac{2bU_2}{a} \cos \Omega t \right] \cos \omega t$$

Gọi  $M$  là hệ số điều chế, hệ số này cho ta biết được độ sâu điều chế.

Khi  $M = 0$ : Không có biến điệu  $U_{\max} = U_{\min}$

$M = 1$ : Biến điệu tối đa  $U_{\min} = 0$

$M > 1$ : Dao động cao tần bị cắt.

Thông tin cần truyền đi phần lớn có đặc tính phức tạp, nên sẽ hình thành một nhóm các tần số biên khoảng tần số  $2\Omega$ . Nghĩa là bằng hai lần tần số cao nhất của tín hiệu cần truyền đi. Khoảng tần số này được gọi là độ rộng của dải sóng.

Do mỗi đài phát có một độ rộng của dải sóng nên mỗi band sóng chỉ chứa một số đài phát nhất định.

Điều chế tần số FM có nhiều ưu điểm về mặt tần số, dải tần âm thanh sau khi tách sóng điều tần có chất lượng rất tốt. Do dùng sóng mang VHF nên cự ly truyền sóng ngắn, chỉ truyền được khoảng cách từ vài chục đến vài trăm km.

Khi tần số  $\omega$  của sóng mang cao tần bị biến đổi theo quy luật của sóng tín hiệu cần truyền đi, ta gọi là điều biến tần số (điều tần).

$$\omega \sim F(t) \quad A = \text{const} \quad \varphi = \text{const}$$

Để thực hiện việc điều tần, ta cho dao động của tín hiệu cần truyền đi, tác động lên các yếu tố có liên quan đến tần số của bộ tạo sóng mang, làm cho tần số của sóng mang phải thay đổi theo quy luật của tín hiệu cần truyền đi

Tách sóng còn gọi là giải điều chế, là quá trình tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang mà không làm biến dạng nó. Tách sóng có quá trình ngược lại với điều chế, nghĩa là chuyển phổ của tín hiệu về miền tần số thấp, với dạng hoàn toàn giống như khi chưa có biến điệu.

Vì có sự biến đổi tần số nên phải dùng yếu tố phi tuyến. Sau đó dùng mạch lọc để lấy ra tín hiệu nguyên thủy, loại bỏ sóng mang cao tần. Linh kiện thường dùng để tách sóng là diode bán dẫn cao tần.

Tách sóng điều biên có thể xem như là chỉnh lưu. Điện áp thu được sau tách sóng:

$$i = I_0 + i_{ct} + bU_0^2 M \left( \cos \Omega t + \frac{M}{4} \cos 2 \Omega t \right)$$

Có ba thành phần:

**\*Thành phần một chiều:** Dùng làm điện áp tự điều khuếch AGC

**\*Thành phần của tín hiệu nguyên thủy có tần số  $\Omega$ :** Đây chính là thông tin mà ta cần lấy ra khỏi sóng điều biên.

**\*Thành phần các dòng điện cao tần có tần số  $\omega$ :** Thành phần này phải được loại bỏ, nếu không sẽ gây rối cho việc thu sóng của máy thu..

Để lấy được tín hiệu nguyên thủy, ta phải đáp ứng điều kiện:

$$\frac{1}{2\pi f C} \ll R \ll \frac{1}{2\pi FC}$$

Thành phần tín hiệu nguyên thủy có tần số  $\Omega$  đi qua tải R, cho ta sụt áp của tín hiệu.

Muốn tách sóng điều tần, ta phải chuyển sóng điều tần sang sóng điều biên, sau đó tách sóng như tách sóng điều biên. Muốn cho biến đổi biên độ lặp lại đúng quy luật của biến đổi tần số, thì đoạn hoạt động trên đường cong cộng hưởng phải thẳng và đủ dài. Do đó thực tế dùng hai khung cộng hưởng chỉnh lệch. Gọi là tách sóng phân biệt lệch cộng hưởng. Đây là kiểu tách sóng được áp dụng trong tất cả máy thu điều tần.

### **Các câu hỏi ôn tập chương 6**

- 1/ Tại sao cần phải thực hiện điều chế trước khi gửi thông tin đi
- 2/ Nếu tần số sóng tín hiệu đã quá cao cỡ MHz, có cần thực hiện điều chế không? Tại sao?
- 3/ Vẽ và giải thích các dạng sóng điện cần có và được tạo ra trong quá trình điều chế biên độ.
- 4/ Vẽ và giải thích các dạng sóng điện cần có và được tạo ra trong quá trình điều chế tần số.
- 5/ Tách sóng là gì. Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của mạch tách sóng điều biên
- 6/ Trình bày nguyên lý điều chế biên độ
- 7/ Trình bày nguyên lý điều chế tần số.
- 8/ Sau khi tách sóng biên độ ta được các thành phần điện áp nào? Phương thức sử dụng chúng.
- 9/ Vẽ sơ đồ nguyên lý một mạch điều chế biên độ. Giải thích nguyên lý hoạt động của sơ đồ.
- 10/ Vẽ sơ đồ nguyên lý một mạch điều chế tần số. Giải thích nguyên lý hoạt động của sơ đồ.

### **Nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên tìm kiếm các radio cũ và tập xác định phần tách sóng của thiết bị, vẽ lại thành sơ đồ nguyên lý.

\*Sinh viên khai triển các công thức mới chỉ khai triển một phần ở giáo trình



\*Sinh viên sử dụng phần mềm electronic workbench để vẽ và mô phỏng hoạt động của các mạch tách sóng đã học, bao gồm tách sóng biên độ và tách sóng tần số.

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu dạng sóng vào và ra ở các bộ tách sóng.

**Đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “Mạch tách sóng AM và FM”

**Đề tài 2:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công Mạch tách sóng AM và FM

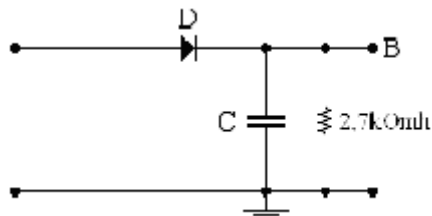
**Đề tài 3:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “Điều chế biên độ”

**Đề tài 4:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “Điều chế tần số”

**Bài tập đánh giá chương 7**

**A/ Câu hỏi trắc nghiệm**

1/ Chọn một trong các trị số sau của tụ điện C, để tụ này có thể lọc bỏ sóng mang của một đài phát phát trên tần số 10 Mhz:



a/ 100  $\mu$ F

b/ 10  $\mu$ F

c/ 1  $\mu$ F

d/ 0,001  $\mu$ F.

$U_2$  là biên độ sóng mang cao tần

2/ Độ rộng của dải sóng là khoảng tần số bằng hai lần tần số

a/ cao nhất của sóng tín hiệu

b/ cao nhất của sóng mang

c/ thấp nhất của sóng tín hiệu

d/ thấp nhất của sóng mang

3/Mạch tách sóng AM trong các máy thu vô tuyến điện thực chất là mạch:

- a/ Bẫy sóng
- b/ Lọc sóng
- c/ Chỉnh lưu bán kỳ
- d/ Chỉnh lưu toàn kỳ

4/Để thực hiện việc điều chế tần số FM ta tiến hành như sau:

a/ Tác động vào khung dao động LC của bộ tạo sóng mang, bằng cách dùng một dụng cụ có khả năng thay đổi điện dung dưới tác dụng của thanh áp.

b/ Đưa sóng tín hiệu nguyên thủy và sóng mang cao tần vào cực B của transistor điều chế

c/ Đưa sóng tín hiệu nguyên thủy vào cực B, sóng mang cao tần vào cực E của transistor điều chế

d/ Câu b và c đúng.

5/Tần số dao động tạo ra của cầu xoay pha (loại có điện trở mắc nối tiếp) được tính theo công thức:

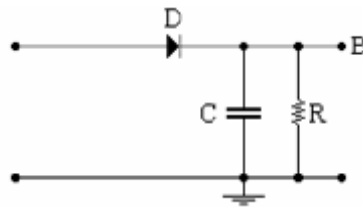
$$a/ f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \qquad b/ f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{6RC}} = \frac{0,065}{RC}$$

$$c/ f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \qquad d/ f_0 = \frac{\sqrt{6}}{2\pi RC} = \frac{0,39}{RC}$$

6/Tách sóng là quá trình:

- a/ Ngược với quá trình điều chế.
- b/ Tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang cao tần.
- c/ Đưa phổ tần số từ tần số cao xuống tần số thấp.
- d/ Cả ba câu trên đều đúng.

7/Trị số của các linh kiện của mạch tách sóng biên độ ở hình dưới phải đáp ứng điều kiện nào sau đây:



$$a/ \frac{1}{2\pi f C} \gg R \ll \frac{1}{2\pi F C} \qquad b/ \frac{1}{2\pi f C} \ll R \ll \frac{1}{2\pi F C}$$

$$c/ \frac{1}{2\pi fC} \gg R \gg \frac{1}{2\pi fC}$$

$$d/ \frac{1}{2\pi fC} \ll R \ll \frac{1}{2\pi fC}$$

8/Các đài phát thanh dùng phương pháp điều tần FM thường dùng sóng điện nào làm sóng mang?

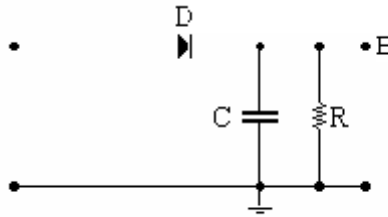
a/ Sóng cực ngắn VHF

b/ Sóng cực ngắn UHF

c/ Sóng ngắn SW

d/ Bất kỳ loại sóng điện nào

9/Cho mạch tách sóng biên độ như hình sau, điện áp nào sẽ đi đến ngõ ra B:



a/ Điện áp của sóng mang cao tần

b/ Điện áp của sóng tín hiệu

c/ Điện áp A.G.C.

d/ Câu b và c đúng

10/ Sau phần tách sóng, ta có điện áp của tín hiệu nguyên thủy, điện áp một chiều và điện áp cao tần của sóng mang. Để loại bỏ điện áp cao tần ta dùng:

a/ Một điện trở có điện trở rất bé đối với tần số của sóng mang.

b/ Một tụ điện có dung kháng rất bé đối với tần số của sóng mang.

c/ Một khung dao động LC có tần số dao động riêng bằng tần số của sóng mang.

d/ Cả ba câu trên đều đúng

11/Điều tần (FM) là:

a/ Quá trình điều khiển tần số của dao động cao tần theo quy luật của dao động cần truyền đi

b/ Giữ tần số của dao động cao tần không đổi khi có dao động cần truyền đi tác động vào.

c/ Nâng cao tần số dao động cao tần dưới tác dụng của dao động cần truyền đi

d/ Câu a và câu c đúng.

12/Điều biên (AM) là:

a/ Quá trình điều khiển tần số của dao động cao tần theo quy luật của dao động cần truyền đi

b/ Giữ biên độ của dao động cao tần không đổi khi có dao động cần truyền đi tác động vào.

c/ Nâng cao tần số dao động cao tần dưới tác dụng của dao động cần truyền đi

d/ Quá trình điều khiển biên độ của dao động cao tần theo quy luật của dao động cần truyền đi

13/ Độ rộng của dải sóng là khoảng tần số bằng hai lần tần số

a/ cao nhất của sóng tín hiệu

b/ cao nhất của sóng mang

c/ thấp nhất của sóng tín hiệu

d/ thấp nhất của sóng mang

14/Mạch tách sóng AM trong các máy thu vô tuyến điện thực chất là mạch:

a/ Bẫy sóng

b/ Lọc sóng

c/ Chính lưu bán kỳ

d/ Chính lưu toàn kỳ

15/ Để thực hiện việc điều chế tần số FM ta tiến hành như sau:

a/ Tác động vào khung dao động LC của bộ tạo sóng mang, bằng cách dùng một dụng cụ có khả năng thay đổi điện dung dưới tác dụng của thanh áp.

b/ Đưa sóng tín hiệu nguyên thủy và sóng mang cao tần vào cực B của transistor điều chế

c/ Đưa sóng tín hiệu nguyên thủy vào cực B, sóng mang cao tần vào cực E của transistor điều chế

d/ Câu b và c đúng

16/Các đài phát thanh dùng phương pháp điều tần FM thường dùng sóng điện nào làm sóng mang?

a/ Sóng cực ngắn VHF

b/ Sóng cực ngắn UHF

c/ Sóng ngắn SW

d/ Bất kỳ loại sóng điện nào

17/Sau phân tách sóng, ta có điện áp của tín hiệu nguyên thủy, điện áp một chiều và điện áp cao tần của sóng mang. Để loại bỏ điện áp cao tần ta dùng:

a/ Một điện trở có điện trở rất bé đối với tần số của sóng mang.

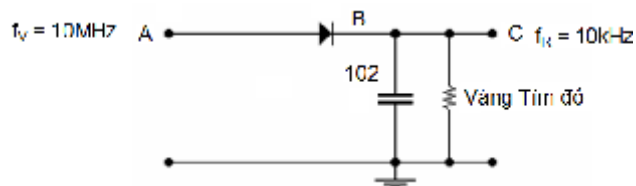
- b/ Một tụ điện có dung kháng rất bé đối với tần số của sóng mang.  
 c/ Một khung dao động LC có tần số dao động riêng bằng tần số của sóng mang.  
 d/ Cả ba câu trên đều đúng

### B/Bài tập tự luận

Nghiên cứu điều chế biên độ ở những vấn đề sau:

- a/ Trình bày nguyên lý điều biên  
 b/ Vẽ và giải thích hoạt động của sơ đồ nguyên lý mạch tách sóng điều biên.  
 c/ Chứng minh rằng sau tách sóng ta có ba loại điện áp của các loại sóng: sóng mang cao tần, sóng tín hiệu. Và điện áp một chiều.  
 d/ Trình bày phương pháp và điều kiện để tách lấy sóng tín hiệu ra khỏi sóng biến điệu.

2/ Cho mạch điện như hình vẽ:



- a/ Hãy cho biết đây là mạch gì? Trình bày nguyên lý hoạt động của mạch, tác dụng từng linh kiện.  
 b/ Vẽ các dạng sóng có được ở các điểm A, B, C trên sơ đồ nguyên lý.  
 c/ Với các trị số có được như ở sơ đồ, mạch có thực hiện được nhiệm vụ không? Nếu không cho một trị số khác.  
 d/ Hiện tượng gì xảy ra khi xoay ngược Diode.

## CHƯƠNG 7

## MÁY THU THANH

### Mở đầu

Từ chương 1 đến chương 6 sinh viên đã nắm vững các bước quan trọng trong kỹ thuật vô tuyến điện. Từ chương 7 đến chương 10 sinh viên sẽ được trang bị kiến thức cụ thể cho từng kỹ thuật vô tuyến điện và từng thiết bị thu sóng điện từ. Đó là kỹ thuật thu thanh, kỹ thuật vô tuyến truyền hình đen trắng và kỹ thuật vô tuyến truyền hình màu. Máy thu thanh là thiết bị điện tử đầu tiên được đề cập đến trong phần này.

Máy thu thanh (radio) được sản xuất để thu tín hiệu âm thanh của các đài phát thanh.

Máy thu thanh có nhiệm vụ thu lấy tín hiệu cần thu, tách sóng để lấy tín hiệu nguyên thủy, khuếch đại lên thật mạnh, đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh.

Hình 7.1 cho ta hình ảnh cụ thể của các máy thu thanh bán dẫn khoảng thập niên 60.



Hình 7.1: Hình ảnh cụ thể của các máy thu thanh bán dẫn

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được các thông số kỹ thuật của một máy thu thanh - Nắm được các sóng điện cần thiết và dạng sóng của nó trong điều chế tần số, điều chế biên độ.
- Hiểu rõ phương pháp đổi tần số trong máy thu đổi tần số.
- Nắm được tầm quan trọng của việc đổi tần số trong việc nâng cao chất lượng thu sóng của các thiết bị thu sóng điện từ.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Hiểu rõ và phân tích được các sơ đồ khối các loại máy thu thanh từ trước đến nay
- Hiểu rõ và phân tích được các sơ đồ nguyên lý các loại máy thu thanh, tác dụng của từng linh kiện trong cấu trúc của chúng.

- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các bộ điều chế đó.

- Nắm vững và vận dụng được các núm điều chỉnh của một máy thu thanh.

Chương 7 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về thiết bị vô tuyến điện đầu tiên được con người sản xuất phục vụ cho cuộc sống ngày càng tươi đẹp và tiện nghi. Đó là máy thu thanh mà đỉnh cao là máy thu thanh đổi tần số, mà nguyên lý đổi tần số được phát minh từ năm 1918. Đây là nguyên lý tối ưu nhất để thu sóng điện từ nên tất cả các thiết bị thu sóng điện từ như thu thanh, thu hình... đều là máy thu đổi tần số. Cho đến bây giờ vẫn chưa có nguyên lý nào thay thế nguyên lý đổi tần số trong kỹ thuật thu sóng điện từ. Những ưu điểm vượt trội mà máy thu đổi tần số mang đến cho kỹ thuật vô tuyến điện được trình bày đầy đủ ở chương này.

Chương này cũng là cơ sở giúp sinh viên có đủ kiến thức ban đầu để hiểu kỹ thuật vô tuyến truyền hình ở hai chương sau.

## **1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của một máy thu thanh**

Vì máy thu thanh được sản xuất để thu tín hiệu âm thanh của các đài phát thanh, mà các đài phát thanh do có dùng sóng ngắn SW, nên máy thu thanh phải có khả năng thu được sóng điện từ của tất cả các đài phát trên thế giới, vì vậy máy thu thanh có hai chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng là độ nhạy và độ chọn lọc.

**\*Độ nhạy:** Khả năng thu sóng điện từ của một máy thu, được xác định bởi trị số nhỏ nhất của sức điện động cảm ứng trên anten máy thu để máy thu làm việc bình thường. Được tính theo mV hoặc  $\mu$ V. Trị số điện áp này càng nhỏ độ nhạy của máy thu càng cao, máy thu càng có nhiều khả năng thu được tín hiệu của các đài phát thanh ở xa có tín hiệu đến máy thu yếu.

**\*Độ chọn lọc:** Khả năng chọn lọc các tín hiệu cần thu và loại bỏ các can nhiễu tác động vào anten. Là khả năng phân biệt được tín hiệu của các đài phát có tần số sóng mang gần giống nhau. Máy thu có độ chọn lọc cao không bị lẫn sóng. Độ chọn lọc phụ thuộc vào hệ số phẩm chất Q của các khung dao động, vào số lượng, chất lượng cũng như độ chính xác khi điều chỉnh, vào việc cải tiến kỹ thuật thu. Máy thu đổi tần số là loại máy thu đáp ứng tốt nhất hai chỉ tiêu trên.

Ngoài hai chỉ tiêu kỹ thuật trên, còn phải chú ý đến dải tần làm việc của máy thu. Đây là khoảng tần số mà máy thu có thể điều chỉnh để thu được các sóng phát thanh, máy thu có thể thu được các băng sóng sau đây:

**\*Băng sóng trung MW :** 525 kHz ÷ 1605 kHz bước sóng 571m ÷ 187 m

\*Băng sóng ngắn SW : 4 MHz ÷ 24 MHz bước sóng 75,9m ÷ 12,5 m chia ra:

SW1: 3,95 MHz ÷ 7,95 MHz

SW2: 8 MHz ÷ 16 MHz

SW3: 16 MHz ÷ 24 MHz

\*Băng sóng cực ngắn FM: 65,8 MHz ÷ 73 MHz bước sóng 4,56m ÷ 4,1 m

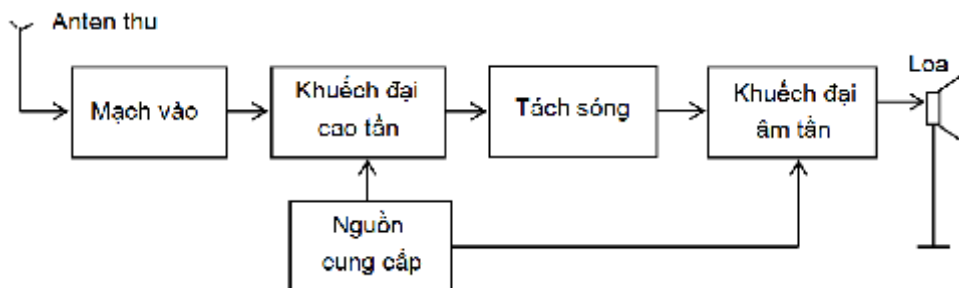
và 87,5 MHz ÷ 104 MHz bước sóng 3,65m ÷ 2,88 m

## 2. Máy thu thanh khuếch đại thẳng

Đây là loại máy thu lâu đời nhất, không đáp ứng được các yêu cầu về thu sóng. Máy thu có kết cấu đơn giản, chất lượng kém, không thu được các đài phát thanh ở xa hoặc có công suất phát bé. Hiện nay không còn sản xuất nữa.

### 2.1. Sơ đồ khối

Sơ đồ khối máy thu thanh khuếch đại thẳng như ở hình 7.1



Hình 7.2: Sơ đồ khối máy thu khuếch đại thẳng

Rất nhiều sóng biến điệu từ các đài phát đến anten thu sẽ cảm ứng vào anten thu các sức điện động tương ứng. Mạch vào chọn lấy sóng biến điệu của một đài phát mà ta muốn thu. Dao động biến điệu được khối khuếch đại cao tần khuếch đại lên. Khối tách sóng tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng biến điệu. Tín hiệu này được khối khuếch đại công suất khuếch đại, đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh. Nguồn cung cấp là nguồn điện một chiều cung cấp cho hai khối khuếch đại âm tần và khuếch đại cao tần.

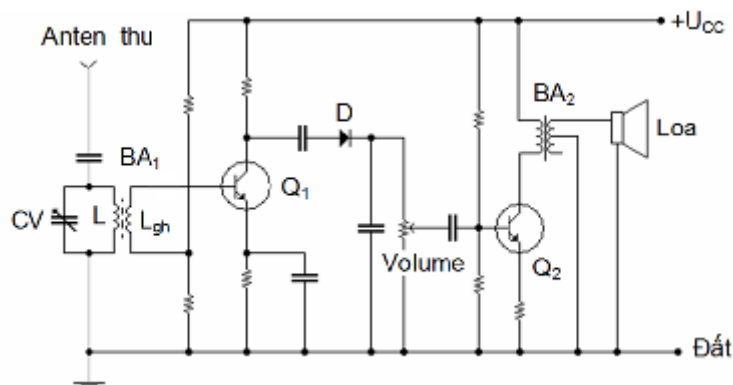
### 2.2. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý một máy thu khuếch đại thẳng như ở hình 7.3.

Anten thu thu nhận sóng điện của các đài phát và biến thành sức điện động của tín hiệu, các sức điện động này theo tụ C vào mạch chọn sóng gồm  $C_V$  và L. Xoay  $C_V$  để điều chỉnh tần số dao động riêng của khung dao động  $LC_V$  cho đến



khi cộng hưởng với sóng điện của một đài phát muốn thu. Sóng điện này được mạch chọn sóng tách ra khỏi các sóng điện khác. Sức điện động của tín hiệu cảm ứng sang  $L_{gh}$  đến transistor khuếch đại cao tần  $Q_1$  khuếch đại lên. Diode tách sóng  $D$  tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang, transistor khuếch đại âm tần  $Q_2$  khuếch đại âm tần thu được đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh.



Hình 7.3: Sơ đồ nguyên lý máy thu khuếch đại thẳng

### 3. Máy thu đổi tần số (super heterodyne)

Máy thu khuếch đại thẳng rẻ tiền, dễ lắp ráp và điều chỉnh nhưng độ nhạy và độ chọn lọc kém nên không còn sản xuất. Tất cả máy thu hiện nay đều là máy thu đổi tần số (còn gọi là máy thu ngoại sai, máy thu siêu tha phách). Nguyên lý đổi tần số được Edwin Howard Armstrong đề ra vào năm 1918. Đây là nguyên lý tối ưu nhất để thu sóng điện từ nên tất cả các thiết bị thu sóng điện từ như thu thanh, thu hình... đều là máy thu đổi tần số.

Đặc điểm quan trọng nhất của máy thu đổi tần số là tất cả sóng điện từ của các đài phát khi thu được đều đổi xuống một tần số trung gian, thấp hơn nhiều gọi là trung tần số. Vì chỉ còn một tần số và thấp nên có thể thực hiện khuếch đại cộng hưởng để nâng cao độ nhạy.

Trung tần của máy thu đổi tần số được chọn có tần số: 455kHz (Mỹ, Nhật, châu Á) hoặc 465 kHz (Nga, châu Âu).

#### 3.1. Nguyên lý đổi tần số

Sóng điều biến biên độ do máy thu thu được có dạng:

$$u_1 = U_1 (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_1 t = U_{M1} \cos \omega_1 t$$

Dao động này sẽ được máy thu chuyển thành dao động trung tần:

$$u_2 = u_{tt} = U_2 (1 + M \cos \Omega t) \cos \omega_2 t = U_{M1} \cos \omega_2 t = U_{M1} \cos \omega_{tt}$$

cũng được điều biến biên độ nhưng có tần số  $\omega_{tt} = \omega_2 < \omega_1$ .

Ta thấy có sự biến đổi tần số. Phương pháp chung là tạo ra một dao động hình sin cao tần tại máy thu, gọi là dao động nội (local oscillator), hoặc còn được gọi là dao động ngoại sai. Dao động nội có tần số  $\omega_3$ .

$$u_3 = U_3 \cos \omega_3 t$$

Để thực hiện việc đổi tần số, ta đưa cả hai tín hiệu này ( $u_1$  và  $u_3$ ) vào một phần tử phi tuyến (transistor, diode), có đặc tuyến volt ampere:

$$i = C + au + bu^2$$

Phân tích như tách sóng (đổi tần số còn gọi là tách sóng tạo phách), ta có:

$$i = C + a(u_1 + u_3) + b(u_1 + u_3)^2$$

Thay  $u_1$  và  $u_3$  vào và thực hiện phép tính, ta có:

$$i = I_0 + i_{ct} + bU_{M1} \cos \underbrace{(\omega_1 - \omega_3)t}_{\omega_{tt}}$$

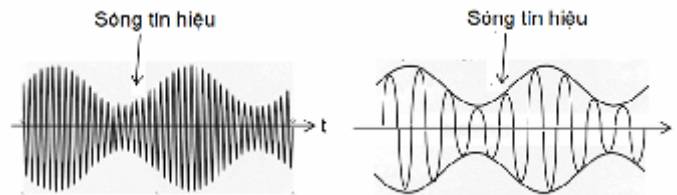
Trong đó:  $I_0$  là thành phần dòng điện một chiều.

$i_{ct}$  là tập hợp các dòng điện có tần số  $\omega_1, \omega_3, 2\omega_1, 2\omega_3, \omega + \omega_3$ .

Thành phần sau có tần số:  $\omega_2 = \omega_1 - \omega_3 < \omega_3$  thỏa mãn điều kiện:

$$\omega_1, \omega_3 \gg \omega_2 = |\omega_1 - \omega_3| \gg \Omega$$

Có biên độ  $bU_{M1}$  giữ nguyên biên độ. Nghĩa là dạng sóng điều chế vẫn giữ nguyên, chỉ giảm nhỏ tần số sóng mang của tất cả các đài phát xuống còn 455kHz. Hình 7.4 là dạng sóng AM có tần số sóng mang của một đài phát được máy thu đổi tần số chuyển xuống trung tần số.



, Hình 7.4: Dạng sóng AM trước và sau đổi tần số

Dùng một khung cộng hưởng điều hưởng ở tần số  $\omega_2$ , ta lấy được  $u_{tt}$ .

Dao động nội  $\omega_3$  được chọn có thể lớn hơn hoặc thấp hơn dao động biên độ  $\omega_1$  một trung tần tùy thuộc vào băng sóng, thường thì thấp hơn.

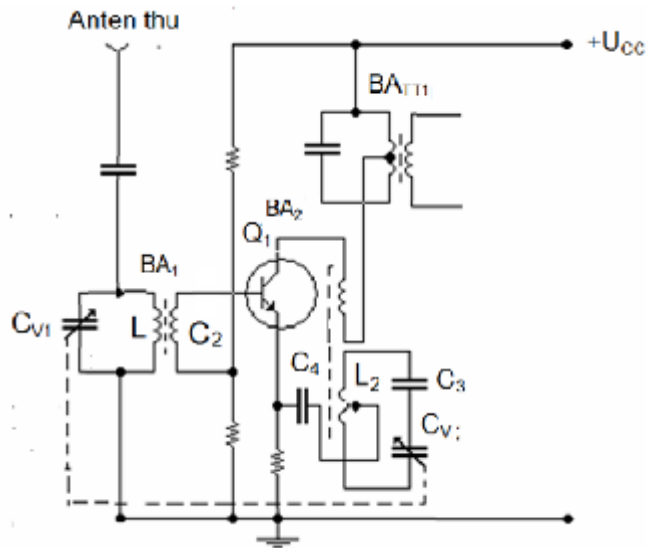
### 3.2. Các sơ đồ đổi tần số

Để đổi tần số, kỹ thuật vô tuyến điện dùng hai sơ đồ nguyên lý sau:

\**Đổi tần dùng một transistor*: Transistor làm hai nhiệm vụ trộn tần và dao động nội.

\**Đổi tần dùng hai transistor*: Một transistor làm nhiệm vụ trộn tần, một transistor làm nhiệm vụ dao động nội. Thường dùng trong các máy thu cần chất lượng cao.

**3.2.1. Đổi tần dùng một transistor**: Transistor  $Q_1$  vừa làm nhiệm vụ tạo dao động nội vừa làm nhiệm vụ đổi tần số. Nó có độ ổn định kém nhưng mạch đơn giản nên được dùng khá nhiều. Hình 7.5 là sơ đồ nguyên lý mạch đổi tần số dùng một transistor.



Hình 7.5: Sơ đồ nguyên lý mạch đổi tần số dùng một transistor

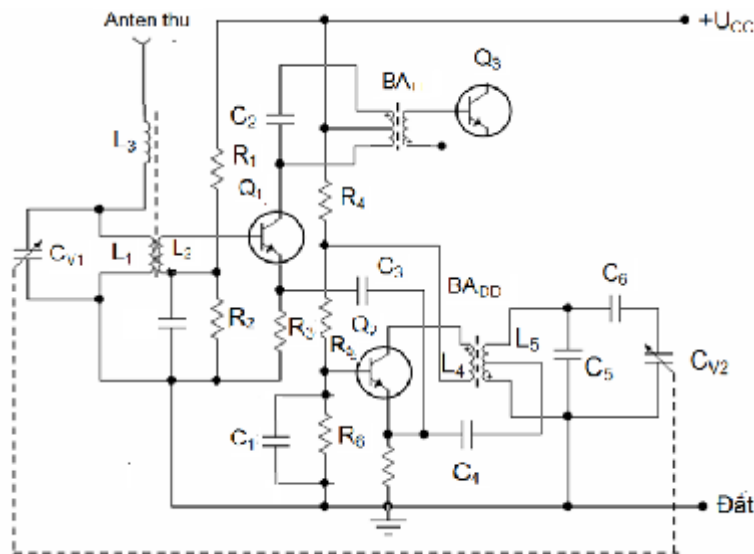
Mạch tạo dao động nội là khung dao động  $L_2 C_3 C_{V2}$ , trong đó  $C_{V2}$  dùng để thay đổi tần số dao động nội tạo ra. Dao động nội theo  $C_4$  vào cực E của transistor  $Q_1$ . Mạch chọn sóng gồm  $C_{V1}$  và L thu nhận sóng điện cần thu bằng cách thay đổi trị số của tụ  $C_{V1}$ . Tụ  $C_{V1}$  phải được điều chỉnh đồng thời với tụ  $C_{V2}$  ( $C_{V1}$  và  $C_{V2}$  là tụ xoay hai ngăn, khi điều chỉnh tụ này ta cũng đồng thời điều chỉnh tụ kia). Sóng AM thu được sẽ theo  $C_2$  vào cực B của transistor. Do tính phi tuyến của transistor tại ngõ ra C của  $Q_1$  ta có hiệu và tổng hai tần số này, trong đó hiệu có tần số 455

kHz, đây chính là trung tần số. Biến áp trung tần BA<sub>1</sub> cuộn sơ cấp cộng hưởng với tần số này nên tại cuộn thứ cấp ta lấy ra được trung tần số 455 kHz.

### 3.2.2.Đổi tần dùng hai transistor:

Dùng một transistor cho hai nhiệm vụ nên độ ổn định của loại đổi tần số này không cao. Trong các máy thu chất lượng cao thường dùng mạch đổi tần dùng hai transistor.

Hình 7.6 là sơ đồ nguyên lý mạch đổi tần số dùng hai transistor.



Hình 7.6: Sơ đồ nguyên lý mạch đổi tần số dùng hai transistor.

Transistor Q<sub>1</sub>: Transistor trộn tần, mắc theo E chung. R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> làm thành cầu phân áp tạo thiên áp cho transistor hoạt động, trong đó R<sub>1</sub> là điện trở định thiên. Cực E nhận dao động nội từ C<sub>3</sub> đưa sang. Tải của Q<sub>1</sub> là biến áp trung tần, nơi nhận tần số 455 kHz kết quả của việc trộn tần.

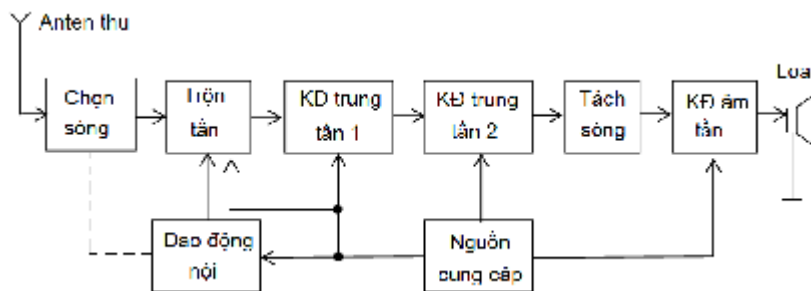
Transistor Q<sub>2</sub>: Transistor tạo dao động nội, mắc theo B chung, cực B nối đất bằng tụ C<sub>1</sub>. R<sub>4</sub> R<sub>5</sub> R<sub>6</sub> tạo thành cầu phân áp cung cấp thiên áp cho Q<sub>2</sub>, R<sub>5</sub> là điện trở định thiên.

L<sub>5</sub> C<sub>5</sub> C<sub>6</sub> C<sub>V2</sub> : Tạo thành mạch dao động trong đó C<sub>V2</sub> là tụ xoay để thay đổi tần số tạo ra, C<sub>V1</sub> và C<sub>V2</sub> đồng chỉnh. Điện áp hồi tiếp dương được lấy từ một phần cuộn L<sub>5</sub> đưa đến cực E của Q<sub>2</sub> để duy trì dao động. Dao động tạo ra theo tụ C<sub>3</sub> và C<sub>4</sub> vào cực E của Q<sub>1</sub> thực hiện việc trộn tần.

### 3.3. Sơ đồ khối máy thu đổi tần số

Sơ đồ khối một máy thu đổi tần số như hình 7.7

Nhiều sóng điện từ đến Anten, mạch vào chọn lấy một sóng điện cần thu. Sóng biến điệu biên độ này được đưa vào khối trộn tần. Khối trộn tần đồng thời cũng nhận dao động ngoại sai do khối dao động nội trong máy thì thanh tạo ra. Khối trộn tần trộn hai tần số này lại với nhau.

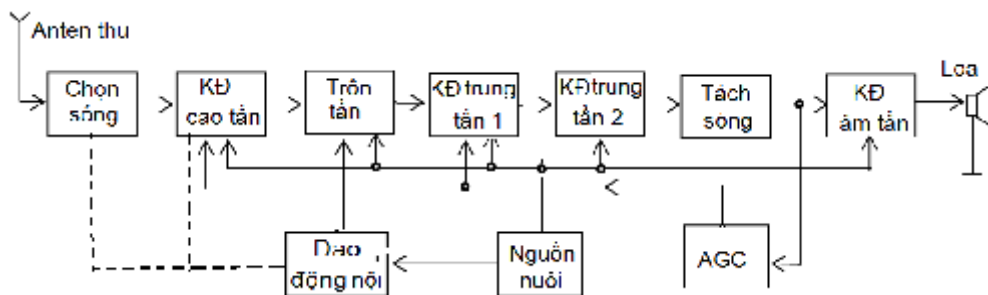


Hình 7.7: Sơ đồ khối một máy thu đổi tần số

Tại ngõ ra của nó ta được trung tần số 455kHz. Biên độ của trung tần còn rất bé không thể tách sóng được vì vậy hai khối khuếch đại trung tần khuếch đại lên. Sau khi đủ biên độ cần thiết, đưa vào khối tách sóng để tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang. Khối khuếch đại âm tần khuếch đại tín hiệu này, đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh.

Trong máy thu đổi tần số, hai tần số dao động nội và chọn sóng phải được đồng chỉnh để ngõ ra của khối trộn tần luôn luôn là một trung tần số. Trong sơ đồ khối, dấu ngắt nét nối hai khối chọn sóng và dao động nội biểu thị việc này.

Nhằm tăng độ nhạy cho máy thu, các máy chất lượng cao có thêm khối khuếch đại cao tần. Sơ đồ khối đầy đủ của một máy thu thanh đổi tần số như hình 7.8



Hình 7.8: Sơ đồ khối đầy đủ một máy thu đổi tần số

Ta chú ý đến mạch AGC, đây là mạch rất quan trọng, có trong tất cả các máy thu đổi tần số. Sau tách sóng do việc chỉnh lưu ta có điện áp một chiều, có trị số thay đổi theo điện áp của tín hiệu vào. Điện áp này được lọc và dùng để điều khiển hệ số khuếch đại của hai khối khuếch đại cao tần và khuếch đại trung tần đầu tiên.

### 3.4. Ưu điểm của máy thu đổi tần số

#### 3.4.1. Hệ số khuếch đại cao:

Do tất cả tần số thu được đều chuyển xuống một tần số, vì vậy ta có thể dùng khuếch đại cộng hưởng (điều hưởng ở 455 kHz). Nhờ thế có hệ số khuếch đại rất cao. Ta đã biết, khuếch đại cộng hưởng có hệ số khuếch đại rất cao ở tần số mà nó khuếch đại. Khuếch đại trung tần ở máy thu đổi tần số có hai tầng và đều điều hưởng ở 455 kHz nên hệ số khuếch đại ở trung tần số 455 kHz rất cao, độ nhạy được tăng mạnh.

#### 3.4.2. Độ chọn lọc tốt:

Độ chọn lọc hay còn gọi là độ lọc lựa là khả năng phân biệt của máy thu, khi thu hai sóng điện từ có tần số gần nhau.

Giả sử máy thu đang thu sóng điện từ có tần số  $f_1 = 6$  MHz. Lúc đó có thêm một đài phát có tần số  $f_2 = 6,1$  MHz cũng vào được máy thu, sóng  $f_2$  lúc này gọi là sóng nhiễu, máy thu phải loại bỏ sóng này. Nếu máy thu khuếch đại thẳng thì:

$$f_1 = 6 \text{ MHz và } f_2 = 6,1 \text{ MHz.}$$

$$\text{Chúng khác nhau: } \frac{6,1 - 6}{6} = \frac{0,1}{6} = 1,6\% \text{ vì vậy rất dễ lẫn đài.}$$

Để đổi tần số từ 6 MHz xuống còn 455 kHz, máy thu tạo ra một dao động nội là 5,545 MHz. Vì thu hai sóng điện nên có hai trung tần số được tạo ra:

$$f_{tt1} = 6 \text{ MHz} - 5,545 \text{ MHz} = 455 \text{ kHz}$$

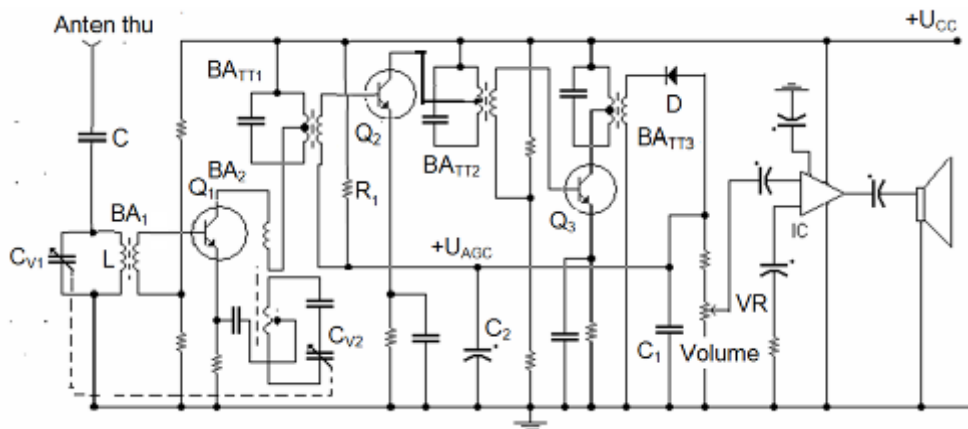
$$f_{tt2} = 6,1 \text{ MHz} - 5,545 \text{ MHz} = 555 \text{ kHz}$$

$$\text{Chúng khác nhau: } \frac{555 - 455}{455} \approx 22\% \text{ cả sóng điện từ}$$

Do chênh lệch cao như vậy nên không còn bị lẫn đài. Máy lọc lựa tốt.

### 3.5. Sơ đồ nguyên lý

Sơ đồ nguyên lý một máy thu đổi tần số được vẽ ở hình 7.9.



Hình 7.9: Sơ đồ nguyên lý một máy thu đổi tần số

Anten thu thu nhận sóng điện của các đài phát và biến thành sức điện động của tín hiệu, các sức điện động này theo tụ C vào mạch chọn sóng gồm  $C_{V1}$  và L. Điều chỉnh  $C_{V1}$  để tần số dao động riêng của khung dao động biến áp  $BA_1$  cộng hưởng với sóng điện của một đài phát muốn thu. Sóng điện này được mạch chọn sóng tách ra khỏi các sóng điện khác. Sức điện động của tín hiệu cảm ứng sang  $L_{gh}$  đến cực B của  $Q_1$  để trộn tần. Mạch tạo dao động nội là biến áp  $BA_2$ . Điện áp dao động nội được đưa vào cực E của  $Q_1$ . Tại cực C của  $Q_1$  có trung tần số 455 kHz đi vào  $BA_{TT1}$  để khuếch đại lên.

Sau khi qua hai tầng khuếch đại trung tần gồm  $Q_2$  và  $Q_3$ , điện áp trung tần có biên độ đủ lớn được đưa vào diode D để tách lấy tín hiệu nguyên thủy ra khỏi sóng mang cao tần.

VR là chiết áp âm lượng (volume) điều chỉnh độ lớn âm thanh ở loa.

Điện áp tự điều chỉnh AGC lấy sau diode tách sóng D được lọc thật kỹ bằng  $C_1$  và  $C_2$  đưa vào điều khiển thiên áp của transistor khuếch đại trung tần thứ nhất  $Q_2$ . Do chiều của diode tách sóng D nên  $U_{AGC}$  là điện áp âm.

Khi điện áp tín hiệu quá mạnh  $U_{AGC}$  âm nhiều hơn, điện áp tại cực B transistor  $Q_2$  ít dương hơn, Q được phân cực ít đi, hệ số khuếch đại K của  $Q_2$  giảm xuống, đưa điện áp ra trở lại bình thường.

Khi điện áp tín hiệu yếu xuống,  $U_{AGC}$  âm ít lại, điện áp tại cực B transistor  $Q_2$  dương lên,  $Q_2$  được phân cực mạnh hơn, hệ số khuếch đại K của  $Q_2$  tăng đưa điện áp ra trở lại bình thường.

## Tóm tắt chương 7

Máy thu thanh (radio) được sản xuất để thu tín hiệu âm thanh của các đài phát thanh. Máy thu thanh có nhiệm vụ thu lấy tín hiệu cần thu, tách sóng để lấy tín hiệu nguyên thủy, khuếch đại lên thật mạnh, đưa ra loa để tái tạo lại âm thanh.

Máy thu thanh có hai chỉ tiêu kỹ thuật quan trọng là độ nhạy và độ chọn lọc.

Độ nhạy là khả năng thu sóng điện từ của một máy thu. Độ chọn lọc là khả năng chọn lọc các tín hiệu cần thu và loại bỏ các can nhiễu tác động vào anten.

Máy thu có các dải sóng sau đây:

Băng sóng trung MW : 525 kHz ÷ 1605 kHz bước sóng 571m ÷ 187 m

Băng sóng ngắn SW : 4 MHz ÷ 24 MHz bước sóng 75,9m ÷ 12,5 m chia ra:

SW1: 3,95 MHz ÷ 7,95 MHz

SW2: 8 MHz ÷ 16 MHz

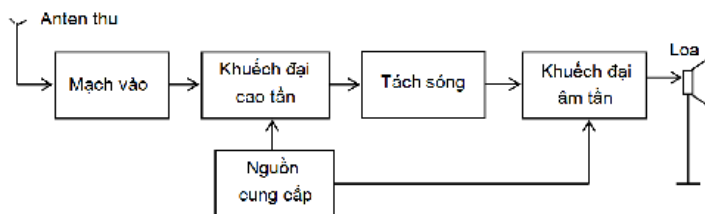
SW3: 16 MHz ÷ 24 MHz

Băng sóng cực ngắn FM: 65,8 MHz ÷ 73 MHz bước sóng 4,56m ÷ 4,1 m

và 87,5 MHz ÷ 104 MHz bước sóng 3,65m ÷ 2,88 m

Máy thu thanh khuếch đại thẳng là loại máy thu lâu đời nhất, không đáp ứng được các yêu cầu về thu sóng nên không còn sản xuất nữa.

Có sơ đồ khối như hình sau



Tất cả máy thu hiện nay đều là máy thu đổi tần số. Đặc điểm quan trọng nhất của máy thu đổi tần số là tất cả sóng điện từ của các đài phát khi thu được đều đổi xuống một tần số trung gian, thấp hơn nhiều gọi là trung tần số. Trung tần của máy thu thanh đổi tần số được chọn có tần số: 455kHz hoặc 465 kHz. Muốn đổi tần số trong máy thu tạo ra một dao động hình sin gọi là dao động nội. Đưa dao động nội và dao động biến điệu thu được vào một transistor, ta được hiệu số tần số của hai dao động này. Đây chính là trung tần số.

Sau khi đổi tần số dạng sóng điều chế vẫn giữ nguyên, chỉ giảm nhỏ tần số sóng mang của tất cả các đài phát xuống còn 455kHz



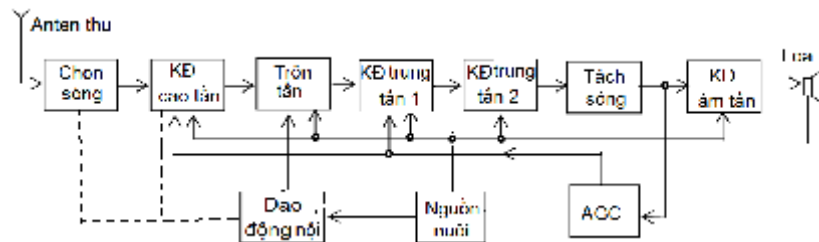
Tần số bộ tạo dao động nội và tần số bộ chọn sóng phải thay đổi đồng thời bằng tụ xoay hai ngăn.

Để đổi tần số, kỹ thuật vô tuyến điện dùng hai sơ đồ nguyên lý sau:

*\*Đổi tần dùng một transistor:* Transistor làm hai nhiệm vụ trộn tần và dao động nội.

*\*Đổi tần dùng hai transistor:* Một transistor làm nhiệm vụ trộn tần, một transistor làm nhiệm vụ dao động nội.

Sơ đồ khối một máy thu đổi tần số như hình sau:



### Bài tập ôn tập chương 7

- 1/ Nhiệm vụ của máy thu thanh vô tuyến điện.
- 2/ trình bày các chỉ tiêu kỹ thuật của một máy thu
- 3/ trình bày đặc điểm của máy thu đổi tần số.
- 4/ trình bày ưu điểm của máy thu đổi tần số
- 5/ trình bày nguyên lý đổi tần số.
- 6/ Vẽ và trình bày hoạt động của sơ đồ khối máy thu đổi tần số
- 7/ trình bày tác dụng và nguyên lý hoạt động của mạch AGC
- 8/ trình bày mối liên hệ giữa tần số dao động nội và tần số sóng điện từ thu được.
- 9/ Tại sao hai tụ biến đổi  $C_V$  phải chế tạo đồng trục
- 10/ Máy thu nhiều band sóng và máy thu một băng sóng giống nhau và khác nhau ở những khối nào. Giải thích.
- 11/ Tại sao phải đổi tần số, không đổi tần số có thu được sóng điện của đài phát thanh không?

### Các nhiệm vụ học tập

\*Sinh viên sử dụng phần mềm electronic workbench để vẽ lại sơ đồ nguyên lý máy thu thanh đã học. Phân tích hoạt động của sơ đồ vừa vẽ được.

\*Sinh viên tìm kiếm những máy thu thanh đổi tần số và tập xác định vị trí của các khối trong máy. Vẽ lại thành sơ đồ nguyên lý.

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu thêm những sơ đồ nguyên lý của các máy thu thanh, đặc biệt chú trọng những máy thu có nhiều băng sóng hoặc có kết hợp thu AM và FM.

#### **Đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế máy thu thanh AM đổi tần số

**Đề tài 2:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế máy thu thanh AM đổi tần số nhiều band sóng

**Đề tài 3:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế máy thu thanh FM đổi tần số

**Đề tài 4:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế máy thu thanh FM stereo đổi tần số

**Đề tài 5:** Nghiên cứu, tính toán, chuyển đổi máy thu thanh một band sóng MW thành máy thu thanh nhiều band sóng.

**Đề tài 6:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “*Máy thu thanh đổi tần số*”

#### **Bài tập đánh giá**

##### **A/ Bài tập trắc nghiệm**

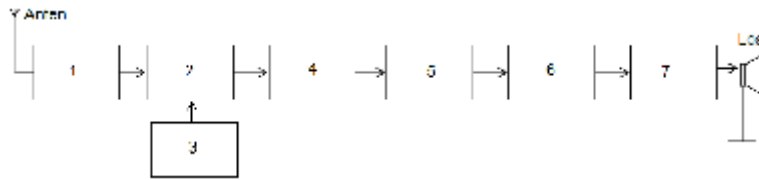
1/Trung tần số của một máy thu đổi tần là một dao động hình sin có tần số:

- a/ Luôn luôn cố định và cao hơn tần số sóng mang của các đài phát.
- b/ Luôn luôn cố định và thấp hơn tần số sóng mang của các đài phát.
- c/ Luôn luôn thay đổi theo tần số của bộ tạo dao động ngoại sai.
- d/ Luôn luôn thay đổi theo tần số của đài phát muốn thu.

2/Đặc điểm của mạch chọn sóng của một máy thu sóng điện từ là:

- a/ Tần số dao động riêng phải luôn luôn ổn định và không bao giờ thay đổi
- b/ Tần số dao động riêng phải thay đổi theo tần số sóng điện muốn thu
- c/ Tần số dao động riêng phải thay đổi theo tần số sóng điện muốn thu và dao động nội
- d/ Câu b và c đúng

3/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối máy thu đổi tần số lần lượt theo thứ tự 1,2,3....:



a/1: Chọn sóng; 2: Dao động nội 3: Trộn tần 4: Khuếch đại trung tần 1; 5: Khuếch đại trung tần 2; 6: Tách sóng; 7: Khuếch đại âm tần

b/1: Chọn sóng; 2: Trộn tần 3: Dao động nội 4: Tách sóng; 5: Khuếch đại trung tần 1; 6: Khuếch đại trung tần 2; 7: Khuếch đại âm tần

c/1: Chọn sóng; 2: Trộn tần 3: Dao động nội 4: Khuếch đại trung tần 1; 5: Khuếch đại trung tần 2; 6: Tách sóng; 7: Khuếch đại âm tần

d/1: Khuếch đại âm tần; 2: Chọn sóng; 3: Dao động nội; 4: Trộn tần; 5: Khuếch đại trung tần 1; 6: Tách sóng; 7: Khuếch đại trung tần 2.

4/Ngày nay tất cả máy thu sóng điện từ đều là máy thu đổi tần số, nguyên lý đổi tần số được Armstrong đưa ra vào năm:

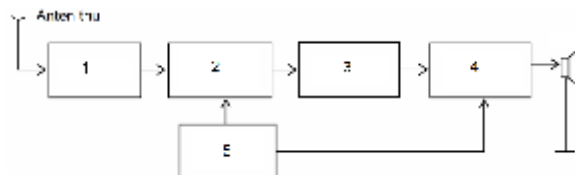
a/ 2000

b/ 1995

c/ 1919

d/ 2002

5/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối máy thu đổi tần số lần lượt theo thứ tự 1,2,3....:



a/1: Chọn sóng; 2: Dao động nội 3: Tách sóng; 4: Khuếch đại trung tần; 5: Khuếch đại âm tần.

b/1: Chọn sóng; 2: Tách sóng; 3: Khuếch đại trung tần; 4: Khuếch đại âm tần; 5: Nguồn nuôi.

c/1: Chọn sóng; 2: Trộn tần; 3: Khuếch đại trung tần; 4: Khuếch đại âm tần; 5: Dao động nội.

d/1: Chọn sóng; 2: Khuếch đại cao tần; 3: Tách sóng; 4: Khuếch đại âm tần;  
5: Nguồn nuôi.

6/ Kỹ thuật Vô tuyến điện tử dùng diode để:

- a/ Chỉnh lưu
- b/ Lọc điện
- c/ Tách sóng
- d/ Câu a và c đúng

7/ Sau phần tách sóng, ta có điện áp của tín hiệu nguyên thủy, điện áp một chiều và điện áp cao tần của sóng mang. Để loại bỏ điện áp cao tần ta dùng:

- a/ Một điện trở có điện trở rất bé đối với tần số của sóng mang.
- b/ Một tụ điện có dung kháng rất bé đối với tần số của sóng mang.
- c/ Một khung dao động LC có tần số dao động riêng bằng tần số của sóng mang.
- d/ Một cuộn dây L có cảm kháng rất lớn đối với tần số của sóng mang

8/ Dao động nội của một máy thu thanh đổi tần số là một dao động hình sin, để tạo ra dao động này ta có thể dùng:

- a/ Bộ tạo sóng hình sin kiểu LC
- b/ Bộ tạo sóng hình sin dùng cầu Wien
- c/ Bộ tạo sóng hình sin dùng cầu xoay pha
- d/ Dùng bộ tạo sóng hình sin nào cũng được

9/ Máy thu đổi tần số có độ chọn lọc rất cao là nhờ áp dụng phương pháp sau:

- a/ Tất cả các tần số thu được đều được biến đổi thành trung tần số.
- b/ Máy thu luôn tạo ra một dao động nội có tần số phù hợp với tần số sóng điện của đài phát muốn thu.
- c/ Tất cả các tần số thu được đều được khuếch đại lên thật mạnh để tăng độ nhạy và độ chọn lọc.
- d/ Cả ba phương pháp trên.

10/ Dao động nội của một máy thu đổi tần là một dao động hình sin có tần số:

- a/ luôn luôn cố định và cao hơn tần số sóng mang của các đài phát.
- b/ luôn luôn cố định và thấp hơn tần số sóng mang của các đài phát.
- c/ luôn luôn thay đổi theo trung tần số của máy thu
- d/ luôn luôn thay đổi theo tần số của đài phát muốn thu.

11/ Máy thu đổi tần số có độ nhạy rất cao là nhờ áp dụng phương pháp sau:

- a/ Tất cả tần số thu được đều được chuyển xuống thành trung tần số thấp hơn.
- b/ Máy thu luôn luôn tạo ra một dao động nội trong máy và có tần số phù hợp với tần số muốn thu.
- c/ Có thể thực hiện khuếch đại cộng hưởng (chế độ khuếch đại có hệ số khuếch đại cao nhất ở tần số mà mạch đang khuếch đại).
- d/ Phương pháp a và c.

12/Các máy thu thanh dùng phương pháp nào sau đây để thực hiện việc chọn sóng?

- a/ Thay đổi điện dung của khung cộng hưởng LC
- b/ Thay đổi điện cảm của khung cộng hưởng LC
- c/ Kết hợp thay đổi điện dung và thay đổi điện cảm của khung cộng hưởng LC
- d/ Thay đổi hệ số khuếch đại của Transistor khuếch đại cao tần

13/Đặc điểm của mạch chọn sóng của một máy thu sóng điện từ là tần số dao động riêng

- a/ phải luôn luôn ổn định và không bao giờ thay đổi
- b/ phải thay đổi theo tần số sóng điện muốn thu
- c/ phải thay đổi theo tần số sóng điện muốn thu và dao động nội
- d/ phải thay đổi theo tần số dao động nội

14/Máy thu đổi tần số có độ nhạy rất cao là nhờ:

- a/ Tất cả các tần số thu được đều được biến đổi thành trung tần số.
- b/ Tất cả các tần số thu được đều được đưa vào mạch chọn sóng để lọc lấy tần số cần thu.
- c/ Có thể thực hiện khuếch đại cộng hưởng để tăng mạnh hệ số khuếch đại ở trung tần số.
- d/ Câu a và c đúng

15/Trung tần số của các máy thu thanh đổi tần số:

- a/ 555 kHz
- b/ 6,5 MHz
- c/ 455 kHz
- d/ 4,5 MHz

**B/ Bài tập tự luận:**

1/ Nghiên cứu máy thu đổi tần số ở những vấn đề sau:

- a/ Đặc điểm máy thu đôi tần số
  - b/ Nguyên lý đôi tần số.
  - c/ Chứng minh rằng khi đưa hai điện áp có tần số  $\omega_1$  và  $\omega_2$  vào một transistor ta có được  $\omega_3$  là hiệu của hai tần số đó
- 2/ Nghiên cứu mạch AGC ở những vấn đề sau:
- a/ Nhiệm vụ của mạch AGC
  - b/ Phương pháp tạo ra điện áp AGC
  - c/ Vẽ sơ đồ nguyên lý và trình bày quá trình tự điều chỉnh của mạch

## **CHƯƠNG 8      CƠ SỞ KỸ THUẬT VÔ TUYẾN**

### **TRUYỀN HÌNH - MÁY THU HÌNH ĐEN TRẮNG**

#### **Mở đầu**

Cuối thập niên 40 của thế kỷ 20, với sự hoàn chỉnh và xuất hiện ngày càng nhiều máy thu thanh đổi tần số, kỹ thuật vô tuyến truyền thanh xem như đã hoàn tất nhiệm vụ của mình.

Con người phải bước thêm bước nữa trên con đường hoàn tất kỹ thuật thông tin liên lạc bằng sóng điện từ, đó là thông tin bằng âm thanh phải có hình ảnh đi kèm. Năm 1946 bắt đầu phát triển vô tuyến truyền hình đen trắng với sự xuất hiện trên thị trường máy thu hình đen trắng đầu tiên của loài người: chiếc máy thu hình RCA 630TS gồm 30 đèn điện tử, đường chéo 10 inches của hãng RCA (Radio Corporation of American) Hoa kỳ. Được bán ra thị trường vào ngày 7.10.1946.

Kỹ thuật vô tuyến truyền hình ngày càng hoàn chỉnh đưa con người gần nhau hơn, hiểu biết nhau hơn và vươn ra xa đến vũ trụ bao la, gửi về cho con người những hình ảnh các hành tinh xa xôi đầy bí ẩn. Để có được hình ảnh đứng vững ở máy thu hình, kỹ thuật vô tuyến truyền hình phải giải quyết nhiều khâu kỹ thuật phức tạp, lợi dụng nhiều đặc điểm của hệ thống thị giác mắt người HVS (Human Vision System) mà chủ yếu là lưu ảnh võng mạc và năng suất phân ly.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được nguyên lý truyền và thu hình ảnh ở khoảng cách xa và rất xa nhờ sóng điện từ, dải tần số hình ảnh mà kỹ thuật truyền hình phải đáp ứng và tần số sóng mang cao tần mà các đài phát hình phải sử dụng.

- Nắm được thông số của các hệ truyền hình hiện nay, đặc biệt là hai hệ truyền hình đang sử dụng nhiều ở nước ta là hệ truyền hình OIRT và hệ truyền hình FCC.

- Hiểu rõ các phương pháp quét hình đang được kỹ thuật vô tuyến truyền hình sử dụng.

- Xác định công thức tính toán các tham số của các hệ truyền hình.

- Nắm được tầm quan trọng của xung đồng bộ trong kỹ thuật vô tuyến truyền hình.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Hiểu rõ và sử dụng được sơ đồ khối của các đài truyền hình.

- Hiểu rõ và sử dụng được sơ đồ khối của các máy thu hình đen trắng.

- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các hệ truyền hình OIRT và hệ truyền hình FCC.

- Nắm vững và vận dụng được về độ phân giải của vô tuyến truyền hình.

Chương 8 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về kỹ thuật vô tuyến truyền hình đen trắng, trước khi sang chương 9 nghiên cứu vô tuyến truyền hình màu (90% vô tuyến truyền hình màu là vô tuyến truyền hình đen trắng). Nắm vững nguyên lý phát và thu hình ảnh trong không gian, các thông số của các hệ truyền hình, biết được ứng dụng hai khuyết điểm chính của mắt là hiện tượng lưu ảnh vĩnh mạc và năng suất phân ly của mắt trong kỹ thuật vô tuyến truyền hình. Nắm vững được các tín hiệu cần thiết trong kỹ thuật vô tuyến truyền hình. Hiểu rõ sơ đồ khối và hoạt động của sơ đồ khối một máy thu hình đen trắng hiện nay.

Từ những kiến thức nhận được ở chương này, sinh viên có cơ sở để hiểu chương sau vô tuyến truyền hình màu.

## **1. Định nghĩa và khái niệm cơ bản**

Vô tuyến truyền hình là sự truyền đi xa các hình ảnh chuyển động có kèm âm thanh nhờ sóng điện từ.

Do dải tần của hình ảnh khá rộng  $30\text{Hz} \div 6\text{MHz}$  cho hệ OIRT hoặc  $30\text{Hz} \div 4,2\text{MHz}$  cho hệ FCC nên sóng mang cao tần là sóng cực ngắn gồm:

Siêu cao tần VHF (Very High Frequency) có tần số từ  $30\text{MHz} \div 300\text{MHz}$ . Chứa được 12 kênh truyền hình, đánh số từ kênh 1 ÷ 12.

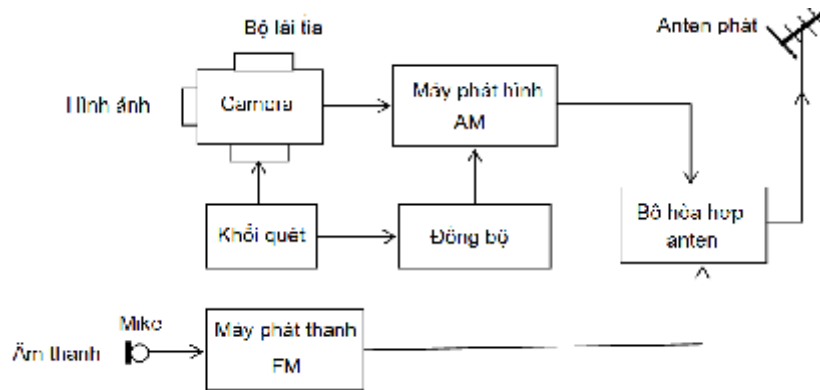
Thậm cao tần UHF (Ultra High Frequency) có tần số từ  $300\text{MHz} \div 3\text{GHz}$ . Chứa được 60 kênh truyền hình, đánh số từ 21 ÷ 81.

Các hệ truyền hình có cách đánh số kênh, các thông số kỹ thuật khác nhau, trong giáo trình này chúng ta quan tâm chủ yếu đến hệ OIRT.

Quá trình truyền hình được mô tả ở sơ đồ khối hình 8.1.

Hình ảnh cần truyền đi được Camera biến thành các tín hiệu điện gọi là tín hiệu hình ảnh (video) tín hiệu này được đưa đến máy phát hình. Hình ảnh được điều chế biên độ AM vào sóng mang. Khối quét điều khiển việc quét của camera, đưa tín hiệu quét đến khối đồng bộ, tại đây một tín hiệu đồng bộ được tạo ra và cũng đưa đến máy phát hình để truyền đến máy thu hình. Tín hiệu đồng bộ khi đến máy thu sẽ giúp máy thu quét hình một cách đồng bộ với máy phát.

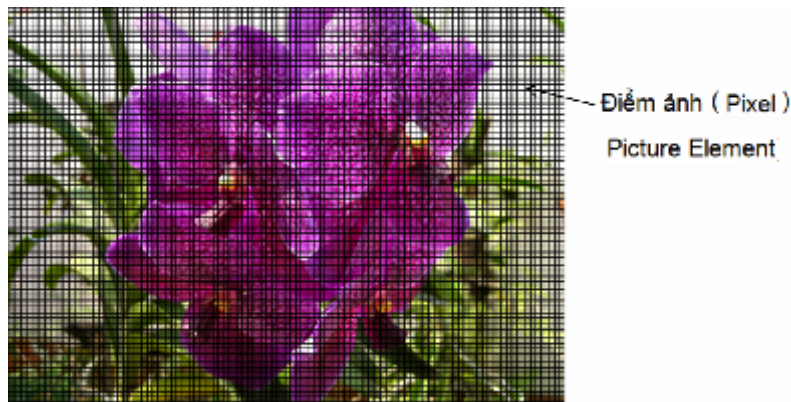




Hình 8.1: Sơ đồ khối quá trình truyền hình.

Âm thanh được các dụng cụ điện thanh như micro biến thành tín hiệu điện, sau khi đã gia công tăng chất lượng được đưa vào máy phát thanh để thực hiện việc điều chế. Âm thanh được điều chế tần số FM vào sóng mang. Cả hai tín hiệu từ máy phát thanh và máy phát hình được đưa vào bộ hòa hợp để trộn hai tín hiệu này lại và cùng được phát đi chung một anten phát.

Cho đến nay, chưa thể truyền đi cả một bức ảnh trong một lúc. Muốn truyền, trước hết ta phải phân chia hình ảnh thành nhiều phần tử rất nhỏ gọi là điểm ảnh (pixel). Những điểm này được lần lượt gửi đi và lần lượt ráp lại theo thứ tự. Khi các điểm ráp nối chớp nhoáng, ta thấy lại trọn vẹn bức ảnh. Sở dĩ ta có cảm giác là xem trọn vẹn một bức ảnh mà không phải là từng điểm ảnh là nhờ ánh sáng còn lưu lại một thời gian ngắn trong võng mô của mắt. Số điểm ảnh càng lớn hình ảnh tái tạo ở máy thu càng rõ nét.



Hình 8.2: Phân chia hình ảnh thành nhiều phần tử rất nhỏ

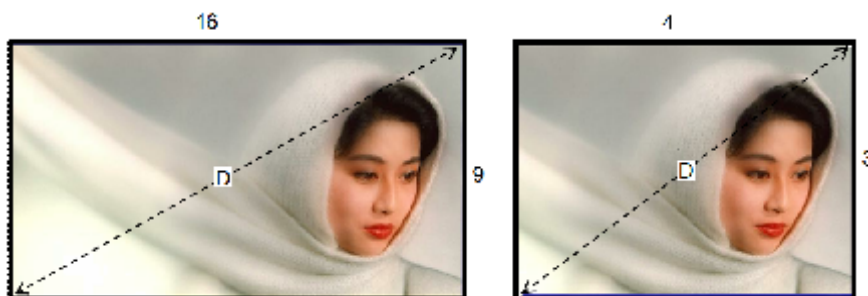
## 2. Phân ảnh trong vô tuyến truyền hình

### 2.1: Phân ảnh

Trong vô tuyến truyền hình, phân ảnh là chia ảnh thành nhiều hàng ngang (horizontal line) còn gọi là dòng. Số dòng tùy thuộc tiêu chuẩn của từng hệ truyền hình, số dòng càng lớn độ phân giải càng cao, hình tái tạo càng rõ nét. Mỗi dòng lại chia ra làm nhiều điểm. Các điểm kết hợp lại thành một khung ảnh (frame).

Trên hình có nhiều đường ngang, nhưng mắt ta không thấy các đường ngang này là do năng suất phân ly của mắt.

Khung ảnh được quy định kích thước theo tỷ lệ 4/3 (Hình 8.3a). Tuy nhiên, dựa vào đặc điểm của mắt là nhìn chiều dài tốt hơn chiều rộng, nên khuynh hướng hiện nay là sản xuất màn hình theo tỷ lệ 16/9 (Hình 8.3b), bỏ không sản xuất màn hình theo tỷ lệ 3/4.



Hình 8.3 ab: Các tỷ lệ dài và rộng của màn hình

Kích cỡ của màn hình ở nước ta thường ghi bằng đơn vị inch, được tính theo đường chéo D của hình chữ nhật.

Số dòng của mỗi hệ truyền hình phải bảo đảm sao cho hình thu được có độ nét và mắt người không thấy được các đường ngang trên màn hình. Thực nghiệm cho thấy khoảng cách d để nhìn tốt nhất từ màn ảnh tới mắt người xem là 4 đến 6 lần chiều cao h của màn hình. Nếu khoảng cách nhỏ quá, mắt dễ yên không thể nhìn hết diện tích hình, nếu khoảng cách xa quá sẽ gây cảm giác hình quá nhỏ, không nhìn hết các chi tiết.

Ở khoảng cách dễ nhìn nhất, muốn không thấy các dòng trên màn hình thì khoảng cách giữa hai dòng phải đáp ứng năng suất phân ly của mắt người, nghĩa

là góc  $\varphi$  của 2 dòng cách nhau không lớn quá 1 phút  $= \frac{1}{3500}$  rad.

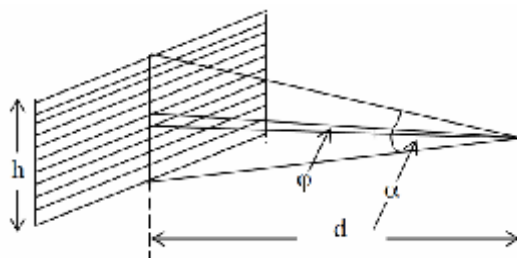
Gọi:  $h$  là chiều cao của hình.

$n$  là số dòng quét

$d$  là khoảng cách để nhìn nhất.

Khoảng cách  $d$  có chiều dài gấp 4 đến 6 lần chiều cao  $h$  của hình

Từ hình 8.4 ta tính được số dòng tối thiểu của một khung hình



Hình 8.4: Sơ đồ xác định số dòng tối thiểu một khung hình

$$\text{Ta có: } \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{h/2}{d} = \frac{1}{8 \div 12}$$

$$\text{Suy ra: } \alpha = 10^\circ - 14^\circ$$

$$\text{Nhu vậy số dòng sẽ là: } n = \frac{\alpha}{\varphi} = \frac{10 \div 14}{\frac{1}{60}} = 600 \div 840 \text{ dòng}$$

Hệ truyền hình OIRT chọn 625 dòng.

Hệ truyền hình FCC chọn 525 dòng.

Truyền hình độ phân giải cao HDTV (High Definition Television):

HD ready: 1366 dòng

Full HD : 1920 dòng

## 2.2. Các tiêu chuẩn truyền hình

Thế giới có 3 tiêu chuẩn truyền hình chính: FCC (Federal Communications Commission), OIRT (Organisation International Radio and Television) và CCIR (Consultative Committee International Radio). Các tiêu chuẩn này khác nhau chủ yếu ở số hình phát đi trong một giây, tần số trung tần âm thanh thứ hai, tần số quét, số dòng trong một khung ảnh. Ngoài ra các hệ còn dùng một số tiêu chuẩn âm thanh khác nhau A,B,C,D,E,G,H,I,K,K<sub>1</sub>,L,M,N. Việt Nam dùng hệ OIRT làm tiêu chuẩn truyền hình quốc gia.

Thông số	OIRT	FCC	CCIR
Số dòng quét (độ phân giải)	625	525	625

Độ rộng thị tần	6 Mhz	4 Mhz	5Mhz
Khoảng cách trung tần hình ảnh và trung tần âm	6,5 Mhz	4,5 Mhz	5,5 Mhz
Tần số quét dọc	50Hz	60Hz	50 Hz
Tần số quét ngang	15.625 Hz	15750 Hz	15625 Hz
Số hình truyền đi trong một giây	25	30	25
Điều chế hình ảnh	AM	AM	AM
Điều chế âm thanh	FM	FM	FM
Dải thông tần một kênh	8 Mhz	6 Mhz	7 Mhz

### 2.3.Số điểm ảnh trên một khung hình

Số điểm ảnh trong một khung hình được tính như sau:

$$n = H^2 \frac{4}{3}$$

H: Số hàng ngang (dòng) trong một khung ảnh.

n: Số điểm trong một khung ảnh.

Hệ FCC có 525 dòng quét, vậy mỗi khung ảnh có số điểm:

$$n_{\text{FCC}} = 525^2 \times \frac{4}{3} = 367500 \text{ điểm}$$

Hệ OIRT có 625 dòng quét, vậy mỗi khung ảnh:

$$n_{\text{OIRT}} = 625^2 \times \frac{4}{3} = 520833 \text{ điểm}$$

Mỗi giây hệ FCC gửi đi 30 hình, hệ OIRT gửi đi 25 hình. Nên tổng số điểm N gửi đi trong một giây của mỗi hệ:

$$N_{\text{FCC}}: 367.500 \text{ đ} \times 30 = 11.025.000 \text{ đ}$$

$$N_{\text{OIRT}}: 520.833 \text{ đ} \times 25 = 13.020.825 \text{ đ}$$

Chu kỳ biến điệu bé nhất bằng thời gian cần thiết để truyền đi 2 phần tử, do đó dải số hình ảnh cực đại:  $f = \frac{N}{2} \text{ MHz}$

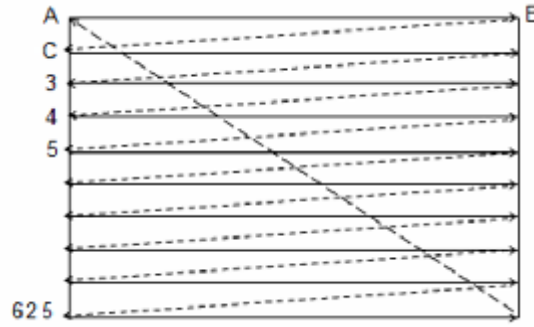
$$\text{Vậy } f_{\text{FCC}} = \frac{11.025.000}{2} = 5,5\text{MHz}$$

$$\text{Và } f_{\text{OIRT}} = \frac{13.020.825}{2} = 6,5\text{MHz}$$

### 3. Phân ảnh bằng tia điện tử

Phân ảnh trong vô tuyến truyền hình được gọi là quét (scan). Kỹ thuật vô tuyến truyền hình quét tia điện tử bằng từ trường. Có hai phương pháp quét:

#### 3.1. Quét liên tục (Progressive) .



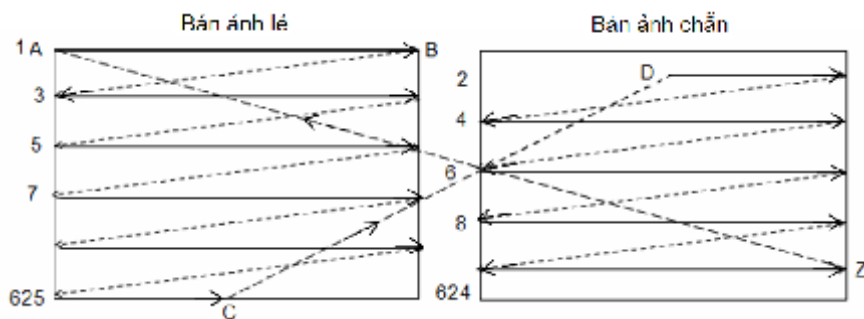
Hình 8.5: Phương pháp quét liên tục

Từ trường quét do cuộn lái tia (yoke) tạo ra tác dụng lên tia điện tử của đèn hình CRT. Từ trường này bao gồm từ trường quét ngang và từ trường quét dọc sẽ lái tia điện tử từ trái sang phải, theo đường liền nét (A đến B). Đến cuối dòng, tia điện tử trở về bên trái gọi là đường hồi ngang theo đường đứt nét (B đến C) để tiếp tục quét đường thứ hai. Đến dòng cuối cùng (dòng thứ 625), tia điện tử quay trở lại góc trái hàng trên cùng của hình tiếp sau gọi là đường hồi ngang và tiếp tục quét hình tiếp theo.

Để không cho các đường hồi ngang và dọc xuất hiện trên màn hình, xung xóa đường hồi bao gồm xung xóa đường hồi ngang xuất hiện ở cuối mỗi dòng và xung xóa đường hồi dọc xuất hiện cuối mỗi khung ảnh (cuối dòng thứ 625) sẽ xóa các đường hồi này.

#### 3.2. Quét xen dòng (interlate)

Quét liên tục có khuyết điểm là hình ảnh thu được ở máy thu bị nhấp nháy. Muốn khắc phục ta phải tăng gấp đôi số hình gửi đi trong một giây. Điều này làm tăng dải tần số hình ảnh 6MHz đã quá lớn lên đến 12MHz. Muốn tăng biểu kiến số hình ảnh gửi đi mà không tăng thêm dải tần số hình ảnh, ta dùng phương pháp quét xen dòng. Các hệ truyền hình đều dùng phương pháp quét xen dòng để phân ảnh.(Hình 8.6)



Hình 8.6: Phương pháp quét xen dòng

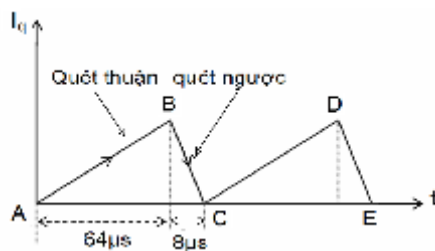
Hình ảnh trước khi truyền đi được đài phát hình chia thành hai bán ảnh, bán ảnh lẻ và bán ảnh chẵn. Bán ảnh lẻ là tập hợp các dòng lẻ, bán ảnh chẵn là tập hợp các dòng chẵn.

Đầu tiên, tia điện tử quét các dòng lẻ, dòng lẻ cuối cùng thứ 625 chỉ quét một nửa (điểm C). Sau đó tia điện tử quét các dòng chẵn. Từ điểm C, tia điện tử lên quét dòng chẵn thứ nhất của bán ảnh chẵn thứ nhất, đó là dòng thứ hai của toàn ảnh. Dòng chẵn đầu tiên tia điện tử chỉ quét một nửa (điểm D). Đến dòng chẵn cuối cùng, tia điện tử lệch từ góc phải phía dưới (điểm Z) lên góc trái phía trên cùng (điểm A) để quét tiếp dòng lẻ thứ nhất của bán ảnh lẻ thứ hai.

Như vậy, 25 ảnh, mỗi ảnh có 625 dòng vẫn được truyền đi trong một giây, nhưng trong 1/50 giây đầu tiên có 312,5 dòng lẻ được truyền đi. 1/50 giây sau có 312,5 dòng chẵn được truyền đi.

Kết quả là một giây có 50 khung ảnh truyền đi. Sự nhấp nháy không còn nữa. Tần số thay một ảnh là 50 Hz, còn tần số thay nửa ảnh là 25 Hz. Do quán tính của mắt, do độ dư quang của đèn hình, ta không thấy việc thay nửa ảnh.

Tuy nhiên những máy thu hình có độ phân giải cao full HD, ta nên dùng loại quét liên tục. Xung quét là xung răng cưa (Hình 8.7) có tần số:



Hình 8.7: Dạng xung quét trong cuộn lái tia

$$f_V (\text{OIRT}) = 50 \text{ Hz}$$

$$f_V (\text{FCC}) = 60 \text{ Hz}$$

$$f_H (\text{OIRT}) = H/2 \times 50 = 625/2 \times 50 = 15.625 \text{ Hz}$$

$$f_H (\text{FCC}) = H/2 \times 60 = 525/2 \times 60 = 15.750 \text{ Hz}$$

Trong đó  $f_V$ : tần số quét dọc (vertical)

$f_H$ : tần số quét ngang (horizontal)

Cuộn dây tạo ra từ trường quét được gọi là cuộn yoke đặt nằm ở đuôi đèn CRT (Hình 8.8)

$$\text{Thời gian quét ngang: } t = \frac{1}{15650 \text{ Hz}} \approx 64 \mu\text{s}$$

$$\text{Thời gian quét dọc: } t = \frac{1}{50 \text{ Hz}} \approx 20 \text{ ms}$$



Hình 8.8: Hình dạng cuộn yoke và vị trí của nó trên đèn CRT

#### 4. Tín hiệu hỗn hợp truyền hình

Để có hình ảnh và âm thanh ở máy thu hình, đài truyền hình phải gửi đi một loạt các tín hiệu khác nhau gọi là tín hiệu hỗn hợp truyền hình (composite signal):

##### 4.1. Tín hiệu hình ảnh

Còn gọi là tín hiệu thị tần, mang các thông tin về hình ảnh. Có dải thông tùy từng hệ: OIRT 30 Hz ÷ 6 MHz, FCC 30 Hz ÷ 4,2 MHz. Tín hiệu hình ảnh được điều chế biên độ AM vào sóng mang cao tần.

##### 4.2. Tín hiệu âm thanh

Mang các thông tin về âm thanh đi kèm với hình ảnh tương ứng. Tín hiệu âm thanh được điều chế tần số FM vào sóng mang cao tần.

##### 4.3. Tín hiệu đồng bộ

Để hình ảnh đứng vững trên máy thu hình thì tia điện tử quét trên màn hình máy phát hình và máy thu hình phải có vị trí tương ứng chính xác. Nghĩa là ở đài phát hình cũng như ở máy thu tín hiệu hình phải đồng bộ, cùng xuất phát từ một thời điểm. Các xung đồng bộ sẽ đảm nhận yêu cầu này. Tại đài phát hình, ở đầu mỗi dòng và mỗi màn hình có phát các xung vuông rất ổn định ghép vào tín hiệu thị tần. Máy thu sẽ tách các xung này ra và sử dụng cho việc điều khiển việc quét của tia điện tử. Nếu không có xung đồng bộ hình ảnh sẽ trôi dọc và trôi ngang ở máy thu hình (Hình 8.9). Có hai loại xung đồng bộ:



Hình 8.9: Các kiểu mắt đồng bộ

Xung đồng bộ ngang giúp hình ảnh đứng vững theo chiều ngang, nó xuất hiện cuối mỗi hàng ngang và có độ rộng xung  $5,1\mu s$ . Xung đồng bộ ngang điều khiển bộ tạo sóng quét ngang luôn luôn chạy đúng  $15.650\text{Hz}$

Xung đồng bộ dọc giúp hình ảnh đứng vững theo chiều dọc, nó xuất hiện cuối mỗi khung ảnh và có độ rộng xung  $192\mu s$ . Xung đồng bộ dọc điều khiển bộ tạo sóng quét dọc luôn luôn chạy đúng  $50\text{Hz}$

#### 4.4. Tín hiệu xóa đường hồi

Trong hành trình quét ngược, tia điện tử phải được tắt hẳn, không cho xuất hiện trên màn hình. Việc này do xung xóa đường hồi thực hiện.

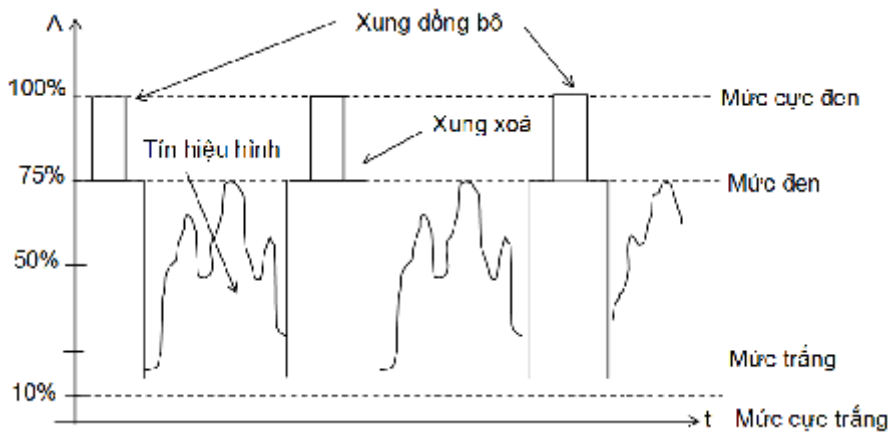


#### 4.5. Tín hiệu âm thanh

Mang các thông tin về âm thanh đi kèm với hình ảnh tương ứng. Tín hiệu âm thanh thường được điều chế tần số (FM).

### 5. Hệ số điều chế

Nếu ta chọn sự biến điệu theo tỷ lệ bách phân từ 0% đến 100%, thì một bức ảnh đen trắng biến thiên từ đen, xám và trắng. Để chống nhiễu biên độ, trong kỹ thuật vô tuyến truyền hình tín hiệu hình được điều chế biên độ âm, nên mức 0% là nơi tạo ra màu trắng nhất gọi là mức cực trắng, mức 100% là nơi tạo ra màu đen nhất gọi là mức cực đen. (Hình 8.10)



Hình 8.10: Hệ số điều chế

Để thuận tiện trong việc truyền dẫn và phát sóng, kỹ thuật truyền hình điều chế tín hiệu hỗn hợp truyền hình được như sau:

\*Tín hiệu hình ảnh được biến điệu từ 10% đến 75% tùy theo sự thay đổi độ sáng tối của hình ảnh.

\*Tín hiệu đồng bộ biến điệu ở 75% đến 100% (mức cực đen). Việc điều chế như vậy làm cho xung đồng bộ không thể xuất hiện trên màn hình. Ngoài ra, vì tín hiệu đồng bộ ở trên đỉnh của tín hiệu chung nên dễ dàng tách xung đồng bộ ra khỏi tín hiệu hỗn hợp truyền hình bằng cách thực hiện cắt ngọn đồng bộ.

\*Tín hiệu xóa đường hồi biến điệu ở 75% (mức đen), làm cho tín hiệu xóa đường hồi cũng không thể xuất hiện trên màn hình.

### 6. Sơ đồ khối và hoạt động của sơ đồ khối

#### 6.1. Sơ đồ khối

Dù vô tuyến truyền hình đen trắng đã không còn sản xuất, nhưng khảo sát hoạt động của sơ đồ khối máy thu hình đen trắng là điều cần thiết để hiểu được nguyên lý hoạt động của vô tuyến truyền hình màu. Tất cả các khối của máy thu hình đen trắng đều có trong vô tuyến truyền hình màu. Vô tuyến truyền hình đen trắng cộng thêm bộ giải mã màu là vô tuyến truyền hình màu.

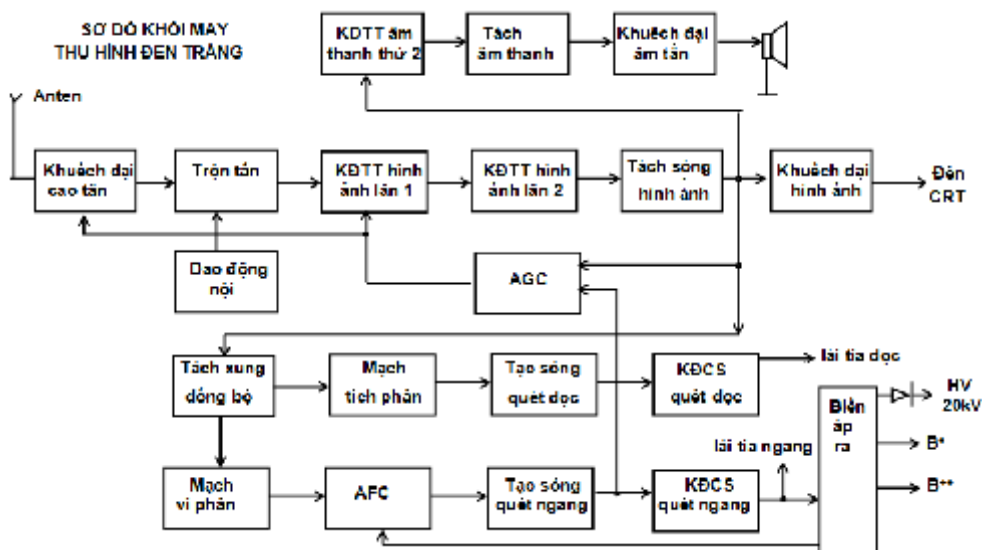
Sơ đồ khối của một máy vô tuyến truyền hình đen trắng được phân ra ba phần rõ ràng:

\**Phần hình ảnh*: Thu nhận, tách sóng và gia công, xử lý sóng biến điệu để lấy ra tín hiệu hình ảnh và âm thanh nguyên thủy.

\**Phần âm thanh*: Gia công và xử lý tín hiệu âm tần.

\**Phần đồng bộ và tạo sóng quét tia điện tử*: Tạo ra các xung răng cưa để thực hiện việc quét của tia điện tử trên màn hình CRT.

Sơ đồ khối máy thu hình đen trắng được vẽ ở hình 8.11



Hình 8.11: Sơ đồ khối máy thu hình đen trắng

## 6.2. Hoạt động của sơ đồ khối

Anten máy thu hình thu nhận các sóng điện của các đài truyền hình địa phương, tín hiệu do anten thu được có biên độ rất bé, được khối khuếch đại cao tần khuếch đại lên. Khối dao động nội tạo ra một dao động gọi là dao động ngoại sai. Cả hai tần số này được đưa vào khối trộn tần để cho ra một tần số trung gian

cố định : 38 MHz cho trung tần hình ảnh và 31,5 MHz cho trung tần âm thanh (hệ OIRT) hoặc 45,75 MHz và 41,25 MHz (hệ FCC).

Như vậy cả hai trung tần của hai hệ trên có một khoảng cách nhất định: 6,5 MHz (OIRT) hoặc 4,5 MHz (FCC). Kỹ thuật vô tuyến truyền hình dùng hợp sóng mang nên hai trung tần hình ảnh và trung tần âm thanh đều được khuếch đại bởi một tầng khuếch đại gồm hai khối là khối khuếch đại trung tần hình ảnh một và khuếch đại trung tần hình ảnh hai. Để trung tần hình ảnh và trung tần âm thanh khỏi ảnh hưởng nhau, hệ số khuếch đại trung tần âm thanh chỉ bằng 5% đến 10% hệ số khuếch đại trung tần hình ảnh.

Khối tách sóng hình ảnh (tách sóng AM), ngoài việc tách lấy tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang, nó còn trộn trung tần số âm thanh và trung tần số hình ảnh lại để cho trung tần âm thanh thứ hai 6,5 MHz (OIRT) hoặc 4,5MHz (FCC). Nghĩa là sau khối tách sóng hình ảnh ta có 4 loại tín hiệu:

**\*Tín hiệu hình ảnh nguyên thủy:** Mang các thông tin về hình ảnh của đài phát gửi đến.

**\*Trung tần âm thanh thứ hai:** Đối với hệ OIRT có trị số 6,5 MHz. Đây là hiệu số của trung tần hình ảnh 38MHz và trung tần âm thanh 31,5MHz

**\*Tín hiệu đồng bộ:** Là những xung vuông gồm tín hiệu đồng bộ dọc và tín hiệu đồng bộ ngang, được gọi là xung đồng bộ chung.

**\*Điện áp AGC:** Điện áp một chiều do việc tách sóng hình ảnh tạo ra, được lọc bỏ các thành phần xoay chiều để làm điện áp tự điều chỉnh.

Bốn tín hiệu trên được phân bố như sau:

Tín hiệu hình ảnh nguyên thủy đi vào khối khuếch đại hình ảnh, khối này khuếch đại biên độ lên đưa vào đèn hình (đèn CRT, LCD, plasma...) để tái tạo hình ảnh.

Trung tần âm thanh thứ hai đến khối khuếch đại trung tần âm thanh thứ hai. Tại đây trung tần số 6,5 MHz được khuếch đại biên độ lên, đưa đến khối tách sóng âm thanh (tách sóng FM) để lấy tín hiệu âm thanh nguyên thủy ra khỏi sóng mang. Khối khuếch đại âm tần khuếch đại công suất lên, đưa vào loa để tái tạo lại âm thanh.

Điện áp AGC (Automatic Gain Control) là điện áp một chiều nhấp nhô, được lọc thật kỹ để làm thiên áp cho transistor khuếch đại cao tần và transistor

khuếch đại trung tần hình ảnh thứ nhất, nhằm tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại của khối cao tần và khối trung tần hình ảnh.

Tín hiệu đồng bộ gồm xung đồng bộ ngang và xung đồng bộ dọc, được đưa vào khối tách xung đồng bộ để tách ra khỏi tín hiệu thị tần. Mạch tích phân tách xung đồng bộ dọc ra khỏi xung đồng bộ chung, mạch vi phân tách xung đồng bộ ngang ra khỏi xung đồng bộ chung.

Xung đồng bộ dọc đưa vào khối dao động dọc để điều khiển tần số của khối này luôn luôn bằng tần số quét dọc ở máy phát 50 Hz cho hệ OIRT hoặc 60 Hz cho hệ FCC.

Xung đồng bộ ngang rất dễ bị nhiễu nên trước khi điều khiển khối tạo sóng quét ngang chạy đúng tần số quét ngang 15650 Hz hệ OIRT hoặc 15725 hệ FCC của đài phát, ta phải đưa đồng bộ ngang vào khối AFC (Automatic Frequency Control) để tự động điều chỉnh tần số.

Biến áp xuất ngang (flyback) có nhiệm vụ tạo ra đại cao áp (20kV ÷ 25kV) cung cấp cho anode thứ hai của đèn hình CRT, các cao áp B<sup>+</sup> và B<sup>++</sup> khác cho các transistor công suất trong máy.

### **Tóm tắt chương 8**

Vô tuyến truyền hình là sự truyền đi xa các hình ảnh chuyển động có kèm âm thanh nhờ sóng điện từ.

Do dải tần của hình ảnh 30Hz ÷ 6 MHz cho hệ OIRT hoặc 30Hz ÷ 4,2 MHz cho hệ FCC nên sóng mang cao tần là sóng cực ngắn gồm VHF Chứa được 12 kênh và UHF Chứa được 60 kênh

Hình ảnh biến thành các tín hiệu hình ảnh, được đưa đến máy phát hình, được điều chế biên độ AM vào sóng mang. Khối quét điều khiển việc quét của camera, đưa tín hiệu quét đến khối đồng bộ, tại đây một tín hiệu đồng bộ được tạo ra và đưa đến máy phát hình để truyền đến máy thu hình. Tín hiệu đồng bộ khi đến máy thu sẽ giúp máy thu quét hình một cách đồng bộ với máy phát.

Âm thanh được biến thành tín hiệu âm tần, đưa vào máy phát thanh để thực hiện việc điều chế tần số FM vào sóng mang. Cả hai tín hiệu từ máy phát thanh và máy phát hình được đưa vào bộ hòa hợp để trộn hai tín hiệu này lại và cùng được phát đi chung một anten phát.

Muốn truyền hình phải phân chia hình ảnh thành nhiều phần tử rất nhỏ gọi là điểm ảnh. Những điểm này được lần lượt gửi đi và lần lượt ráp lại theo thứ tự. Khi

các điểm ráp nối chớp nhoáng, ta thấy lại trọn vẹn bức ảnh nhờ hiện tượng lưu ảnh võng mạc.

Phân ảnh là chia ảnh thành nhiều dòng. Số dòng tùy thuộc từng hệ, số dòng càng lớn độ phân giải càng cao. Mỗi dòng chia ra làm nhiều điểm. Các điểm kết hợp lại thành một khung ảnh (frame). Ta không thấy các đường ngang này là do năng suất phân ly của mắt. Khung ảnh được quy định tỷ lệ 4/3. Tuy nhiên, khuynh hướng hiện nay theo tỷ lệ 16/9. Kích cỡ của màn hình được tính theo đường chéo của khung hình, đơn vị là inch.

Số dòng được chọn tùy hệ. Hệ OIRT chọn 625 dòng, hệ FCC chọn 525 dòng, HD ready chọn 1366 dòng, Full HD chọn 1920 dòng

Thế giới có 3 tiêu chuẩn truyền hình chính: FCC, OIRT và CCIR.

Số điểm ảnh trong một khung hình được tính như sau: Hệ FCC có 367500 đ, hệ OIRT có 520833 đ. Mỗi giây hệ FCC gửi đi 30 hình, hệ OIRT gửi đi 25 hình. Nên tổng số điểm gửi đi trong một giây của mỗi hệ FCC là 11.025.000 đ, hệ OIRT là 13.020.825 đ.

Từ đó tần số hình ảnh của hệ FCC là 5,5MHz, của hệ OIRT là 6,5MHz

Phân ảnh trong vô tuyến truyền hình được gọi là quét. Kỹ thuật vô tuyến truyền hình quét tia điện tử bằng từ trường. Có hai phương pháp quét:

**Phương pháp quét liên tục:** Từ trường quét do cuộn lái tia tạo ra tác dụng lên tia điện tử của đèn hình CRT. Từ trường này sẽ lái tia điện tử từ trái sang phải, đến cuối dòng, tia điện tử trở về bên trái gọi là đường hồi ngang để tiếp tục quét đường thứ hai. Đến dòng cuối cùng (dòng thứ 625), tia điện tử quay trở lại góc trái hàng trên cùng của hình tiếp sau gọi là đường hồi ngang và tiếp tục quét hình tiếp theo.

**Phương pháp quét xen dòng:** Quét liên tục có khuyết điểm là hình ảnh thu được ở máy thu bị nhấp nháy nên các hệ truyền hình đều dùng phương pháp quét xen dòng để phân ảnh. Hình ảnh được chia thành hai bán ảnh, bán ảnh lẻ và bán ảnh chẵn. Bán ảnh lẻ là tập hợp các dòng lẻ, bán ảnh chẵn là tập hợp các dòng chẵn. Tia điện tử quét các dòng lẻ trước, dòng lẻ cuối cùng thứ 625 chỉ quét một nửa. Sau đó tia điện tử quét các dòng chẵn, tia điện tử lên quét dòng chẵn thứ nhất của bán ảnh chẵn thứ nhất, đó là dòng thứ hai của toàn ảnh. Dòng chẵn đầu tiên tia điện tử chỉ quét một nửa. Đến dòng chẵn cuối cùng, tia điện tử lệch từ góc phải phía dưới lên góc trái phía trên cùng để quét tiếp dòng lẻ thứ nhất của bán ảnh lẻ

thứ hai. Tần số quét:  $f_V$  (OIRT) là 50 Hz;  $f_V$  (FCC) là 60 Hz;  $f_H$  (OIRT) là 15.625Hz;  $f_H$  (FCC) là 15.750 Hz. Cuộn dây tạo ra từ trường quét được gọi là cuộn yoke đặt nằm ở đuôi đèn CRT

Để có hình ảnh và âm thanh ở máy thu hình, đài truyền hình phải gửi đi một loạt các tín hiệu khác nhau gọi là tín hiệu hỗn hợp truyền hình: Tín hiệu hình ảnh có dải thông tùy từng hệ : OIRT  $30 \text{ Hz} \div 6 \text{ MHz}$ , FCC  $30 \text{ Hz} \div 4,2 \text{ MHz}$ , được điều chế biên độ AM vào sóng mang cao tần. Tín hiệu âm thanh đi kèm với hình ảnh tương ứng, được điều chế tần số FM vào sóng mang cao tần. Tín hiệu đồng bộ là các xung vuông rất ổn định ghép vào tín hiệu thị tần. Có hai loại xung đồng bộ: Xung đồng bộ ngang giúp hình ảnh đứng vững theo chiều ngang, Xung đồng bộ dọc giúp hình ảnh đứng vững theo chiều dọc. Tín hiệu xóa dấu đường hồi dùng để xóa tia quét ngược.

Để thuận tiện trong việc truyền dẫn và phát sóng, kỹ thuật truyền hình điều chế tín hiệu hỗn hợp truyền hình được như sau:

\*Tín hiệu hình ảnh được biến điệu từ 10% đến 75%

\*Tín hiệu đồng bộ biến điệu ở 75% đến 100%. làm cho xung đồng bộ không thể xuất hiện trên màn hình và dễ dàng tách xung đồng bộ ra khỏi tín hiệu hỗn hợp truyền hình bằng cách thực hiện cắt ngọn đồng bộ.

\*Tín hiệu xóa dấu đường hồi biến điệu ở 75%, làm cho tín hiệu xóa đường hồi không xuất hiện trên màn hình.

Sơ đồ khối của một máy vô tuyến truyền hình đen trắng được phân ra ba phần rõ ràng:

\**Phần hình ảnh*: Thu nhận, tách sóng và gia công, xử lý sóng biến điệu để lấy ra tín hiệu hình ảnh và âm thanh nguyên thủy.

\**Phần âm thanh*: Gia công và xử lý tín hiệu âm tần.

\**Phần đồng bộ và tạo sóng quét tia điện tử*: Tạo ra các xung răng cưa để thực hiện việc quét của tia điện tử trên màn hình CRT.

Anten máy thu hình thu nhận các sóng điện của các đài truyền hình địa phương, tín hiệu do anten thu được có biên độ rất bé, được khối khuếch đại cao tần khuếch đại lên. Khối dao động nội tạo ra một dao động gọi là dao động ngoại sai. Cả hai tần số này được đưa vào khối trộn tần để cho ra một tần số trung gian cố định : 38 MHz cho trung tần hình ảnh và 31,5 MHz cho trung tần âm thanh (hệ OIRT) hoặc 45,75 MHz và 41,25 MHz (hệ FCC).

Khối tách sóng hình ảnh (tách sóng AM), ngoài việc tách lấy tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang, nó còn trộn trung tần số âm thanh và trung tần số hình ảnh lại để cho trung tần âm thanh thứ hai 6,5 MHz (OIRT) hoặc 4,5MHz (FCC). sau khối tách sóng hình ảnh ta có 4 loại tín hiệu:

**\*Tín hiệu hình ảnh nguyên thủy:** Mang các thông tin về hình ảnh của đài phát gửi đến.

**\*Trung tần âm thanh thứ hai:** Đối với hệ OIRT có trị số 6,5 MHz. Đây là hiệu số của trung tần hình ảnh 38MHz và trung tần âm thanh 31,5MHz

**\*Tín hiệu đồng bộ:** Là những xung vuông gồm tín hiệu đồng bộ dọc và tín hiệu đồng bộ ngang, được gọi là xung đồng bộ chung.

**\*Điện áp AGC:** Điện áp một chiều do việc tách sóng hình ảnh tạo ra, được lọc bỏ các thành phần xoay chiều để làm điện áp tự điều khuếch.

Bốn tín hiệu trên được phân bố như sau:

Tín hiệu hình ảnh nguyên thủy đi vào khối khuếch đại hình ảnh, khối này khuếch đại biên độ lên đưa vào đèn hình để tái tạo hình ảnh.

Trung tần âm thanh thứ hai đến khối khuếch đại trung tần âm thanh thứ hai. đến khối tách sóng âm thanh để lấy tín hiệu âm thanh nguyên thủy ra khỏi sóng mang. Khối khuếch đại âm tần khuếch lên, đưa vào loa để tái tạo lại âm thanh.

Điện áp AGC được lọc thật kỹ để làm thiên áp cho transistor khuếch đại cao tần và transistor khuếch đại trung tần hình ảnh thứ nhất.

Tín hiệu đồng bộ gồm xung đồng bộ ngang và xung đồng bộ dọc, được đưa vào khối tách xung đồng bộ để tách ra khỏi tín hiệu thị tần. Mạch tích phân tách xung đồng bộ dọc ra khỏi xung đồng bộ chung, mạch vi phân tách xung đồng bộ ngang ra khỏi xung đồng bộ chung.

Biến áp xuất ngang (flyback) có nhiệm vụ tạo ra đại cao áp (20kV ÷ 25kV) cung cấp cho anode thứ hai của đèn hình CRT, các cao áp B<sup>+</sup> và B<sup>++</sup> khác cho các transistor công suất trong máy.

### **Bài tập ôn tập**

1/Định nghĩa vô tuyến truyền hình.

2/ Sóng mang mà các đài truyền hình sử dụng nằm trong dải sóng nào? Tại sao?

3/Trình bày phương pháp truyền hình hiện nay.

- 4/ Trung tần âm thanh và trung tần hình ảnh có trị số bao nhiêu?
- 5/ Trình bày hai cách quét hình của đài truyền hình.
- 6/Nhiệm vụ của xung đồng bộ trong vô tuyến truyền hình.
- 7/ Xung quét có dạng như thế nào? Tần số bao nhiêu?
- 8/ Trình bày nhiệm vụ và hệ số điều chế của các tín hiệu hỗn hợp truyền hình.
- 9/ Sau khối tách sóng ta có các loại tín hiệu nào? Các tín hiệu này sẽ đi đến các khối hoặc thiết bị nào?
- 10/ Vẽ và trình bày hoạt động của sơ đồ khối máy thu hình đen trắng.

### **Các nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên tìm kiếm những máy thu hình đen trắng và tập xác định vị trí của các khối trong máy. Vẽ lại thành sơ đồ nguyên lý một số khối dễ vẽ như: khuếch đại trung tần hình ảnh, nguồn cung cấp, quét dọc, quét ngang..

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu thêm những sơ đồ nguyên lý của các máy thu hình đen trắng. Trong đó sơ đồ nguyên lý máy thu hình đen trắng Samsung model 14 UWL, dùng được với accu 12V là rõ ràng, đơn giản và dễ dàng phân tích nhất.

### **Đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “*Máy thu hình đen trắng*”

**Đề tài 2:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ chuyển đổi phần âm thanh hai hệ FCC và OIRT.

**Đề tài 3:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ chuyển đổi tự động trung tần âm thanh thứ hai của hai hệ OIRT và FCC.

**Đề tài 4:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công bộ tách trung tần âm thanh thứ hai ra khỏi tín hiệu thị tần.

### **Bài tập đánh giá**

1/ Hệ truyền hình OIRT có số dòng quét:

a/ 625 dòng

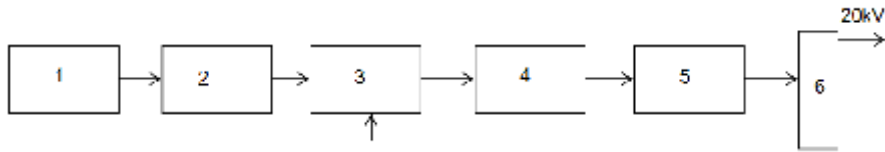
b/ 1024 dòng

c/ 525 dòng

d/50 dòng

2/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối tầng quét ngang máy thu hình đen trắng lần lượt theo thứ tự 1,2,3...:





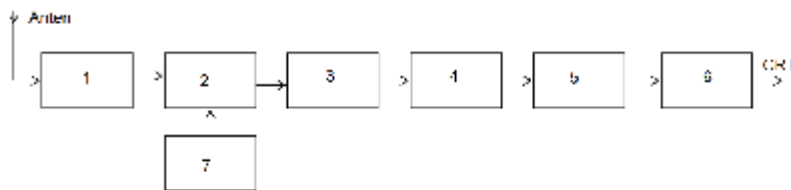
a/ 1:Tách xung đồng bộ; 2: AFC; 3: Mạch vi phân; 4: Tạo sóng quét ngang; 5: Khuếch đại công suất quét ngang; 6: Biến áp ra ngang.

b/ 1:Tách xung đồng bộ; 2: Mạch tích phân; 3: AFC; 4: Tạo sóng quét ngang; 5: Khuếch đại công suất quét ngang; 6: Biến áp ra ngang.

c/ 1:Tách xung đồng bộ; 2: Mạch vi phân; 3: Tạo sóng quét ngang; 4: AFC; 5: Khuếch đại công suất quét ngang; 6: Biến áp ra ngang.

d/ 1:Tách xung đồng bộ; 2: Mạch vi phân; 3: AFC; 4: Tạo sóng quét ngang; 5: Khuếch đại công suất quét ngang; 6: Biến áp ra ngang.

3/ Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối tầng hình ảnh máy thu hình đen trắng lần lượt theo thứ tự 1,2,3...:



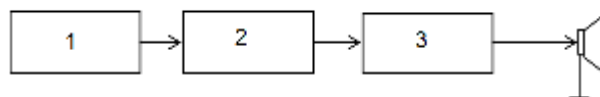
a/1: khuếch đại cao tần; 2: Trộn tần; 3: Khuếch đại trung tần hình ảnh 1; 4:Khuếch đại trung tần 2; 5: Tách sóng; 7: Dao động nội Khuếch đại âm tần

b/1: khuếch đại cao tần; 2: Trộn tần 3: Dao động nội 4: Tách sóng; 5:Khuếch đại trung tần 1; 6: Khuếch đại trung tần 2; 7: Khuếch đại hình ảnh.

c/1:khuếch đại cao tần; 2: Dao động nội; 3: Trộn tần; 4: Khuếch đại trung tần hình ảnh 1; 5: Khuếch đại trung tần hình ảnh 2; 6: Tách sóng; 7: Khuếch đại âm tần

d/1: khuếch đại cao tần ; 2: Khuếch đại trung tần hình ảnh 1; 3: Khuếch đại trung tần hình ảnh; 4: Dao động nội; 5: Trộn tần; 5;; 6: Tách sóng : 7: khuếch đại hình ảnh.

4/ Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối tầng âm thanh máy thu hình đen trắng lần lượt theo thứ tự 1,2,3...:



a/ 1: Khuếch đại trung tần âm thanh thứ hai; 2: Tách sóng FM; 3: Khuếch đại âm tần

b/ 1: Khuếch đại trung tần âm thanh thứ hai; 2: Tách sóng AM; 3: Khuếch đại âm tần

c/ 1: Khuếch đại trung tần âm thanh thứ nhất; 2: Tách sóng FM; 3: Khuếch đại âm tần

d/ 1: Chọn sóng; 2: Tách sóng FM; 3: Khuếch đại âm tần

5/Tên các khối còn chưa được ghi của sơ đồ khối tầng quét dọc máy thu hình đen trắng lần lượt theo thứ tự 1,2,3....:



a/1: Mạch tích phân; 2: Tạo sóng quét dọc; 3: Khuếch đại công suất quét dọc; 4: Tách xung đồng bộ.

b/1: Mạch tích phân; 2: Tạo sóng quét dọc;; 3: Tách xung đồng bộ. 4: Khuếch đại công suất quét dọc

c/1: Tách xung đồng bộ; 2: Mạch vi phân; 3: Tạo sóng quét dọc; 4: Khuếch đại công suất quét dọc.

d/1: Tách xung đồng bộ; 2: Mạch tích phân; 3:Tạo sóng quét dọc;4: Khuếch đại công suất quét dọc.

6/Kỹ thuật vô tuyến truyền hình áp dụng phương pháp nào sau đây để quét tia điện tử:

a/ Quét liên tục: Quét hết dòng này đến dòng khác bắt đầu từ dòng thứ nhất

b/ Quét xen dòng: Cứ cách một dòng thì quét một dòng bắt đầu từ dòng thứ nhất

c/ Quét xen dòng: Chia màn hình thành hai bán ảnh, bán ảnh chẵn và bán ảnh lẻ.Quét một dòng chẵn rồi quét một dòng lẻ, dòng lẻ cuối cùng chỉ quét một nửa.

d/ Quét xen dòng: Chia màn hình thành hai bán ảnh, bán ảnh chẵn và bán ảnh lẻ. Quét các dòng lẻ trước, dòng lẻ cuối cùng chỉ quét một nửa. Sau đó quét các dòng chẵn, dòng chẵn đầu tiên chỉ quét một nửa.

7/ Khi xem Vô tuyến truyền hình là ta đang xem:

- a/ Từng điểm của bán ảnh lẻ trước.
- b/ Từng điểm của bán ảnh chẵn trước.
- c/ Từng điểm của cả hình.
- d/ Toàn bộ hình ảnh do đài truyền hình truyền đi.

8/ Chức năng của khối tách sóng hình ảnh của hệ truyền hình OIRT là:

- a/ Tách tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang
- b/ Tách tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang, trộn trung tần hình ảnh 38 MHz và trung tần âm thanh 31,5 MHz thành ra trung tần âm thanh thứ hai.
- c/ Tách tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang và tạo ra điện áp AGC.

d/ Tách tín hiệu hình ảnh nguyên thủy ra khỏi sóng mang và khuếch đại tín hiệu này đủ lớn trước khi đưa vào đèn hình CRT để hiển thị hình ảnh.

9/ Sóng cực ngắn VHF nằm trong khoảng tần số:

- a/ 30 MHz ÷ 300 MHz
- b/ 300 MHz ÷ 3 GHz
- c/ 3 GHz ÷ 30 GHz
- d/ 30 GHz ÷ 300 GHz

10/ Thời gian quét thuận của tia điện tử trên màn hình là:

- a/ 60  $\mu$ s
- b/ 90  $\mu$ s
- c/ 64  $\mu$ s
- d/ 8  $\mu$ s

11/ Dòng điện đưa vào các cuộn lái tia của máy thu hình có dạng:

- a/ Hình sin
- b/ Hình vuông
- c/ Hình răng cưa
- d/ Hình thang

12/ Trung tần hình ảnh của hệ OIRT:

- a/ 38 MHz
- b/ 6,5 MHz
- c/ 31.5 MHz
- d/ 4,5 MHz

13/ Đèn CRT được dùng làm bộ biến đổi điện quang trong các thiết bị điện tử nào sau đây?

- a/Máy thu hình
- b/Máy vi tính
- c/Máy dao động ký
- d/Cả ba thiết bị điện tử trên.

14/Tia điện tử trong đèn CRT của máy thu Vô tuyến truyền hình được làm lệch bởi:

- a/ Từ trường
- b/ Điện từ trường
- c/ Điện trường
- d/ Câu a và c đúng

15/Với anten Yagi, máy thu hình đặt tại Huế có thể thu được tín hiệu của các đài truyền hình đặt tại:

- a/ Huế
- b/ Huế, Đà Nẵng
- c/ Huế, Hà Nội
- d/ Mọi nơi

16/ Sóng cực ngắn VHF chứa được:

- a/ 12 đài phát hình theo tiêu chuẩn OIRT
- b/ 20 đài phát hình theo tiêu chuẩn FCC
- c/ rất nhiều đài phát hình.
- d/ Câu a và b đúng

17/Sóng cực ngắn VHF có tần số rất cao nên được dùng để làm sóng mang:

- a/ cho các đài phát hình
- b/ cho các đài phát thanh
- c/ cho cả phát hình lẫn phát thanh
- d/ cho việc phát hình kỹ thuật số mặt đất

18/Trung tần âm thanh của hệ OIRT:

- a/ 38 MHz
- b/ 6,5 MHz
- c/ 31.5 MHz
- d/ 31,5 MHz và 6,5MHz

## **CHƯƠNG 9**

## **CƠ SỞ VÔ TUYẾN TRUYỀN HÌNH MÀU**

### **Mở đầu:**

Bước đầu tiên của việc truyền hình ảnh đi xa nhờ sóng điện từ là vô tuyến truyền hình đen trắng. Nó đã làm xong nhiệm vụ lịch sử của mình. Cùng với sự phát triển của công nghệ điện tử, kỹ thuật vô tuyến truyền hình đã chuyển sang vô tuyến truyền hình màu. Đây là bước phát triển tiếp theo tất yếu của việc truyền hình ảnh đi xa một cách trung thực, nghĩa là hình ảnh thu được ở máy thu phải là ảnh màu tự nhiên và 3 chiều (3D - Three Dimensional).

Nguyên lý truyền hình màu hiện nay dựa vào các kết quả nghiên cứu đặc điểm hệ thống thị giác của mắt người HVS (Human Vision System) và vào lý thuyết 3 màu cơ bản. Phương pháp tạo tín hiệu màu hoàn chỉnh bao gồm tín hiệu độ chói Y mang thông tin về hình ảnh đen trắng, tín hiệu hiệu số màu mang thông tin về màu được thực hiện đầu tiên ở Hoa kỳ bởi hệ truyền hình màu NTSC, phương pháp này cũng được áp dụng cho cả 2 hệ truyền hình màu còn lại PAL và SECAM.

Khi truyền hình màu ra đời vào năm 1953 ở Hoa kỳ, truyền hình đen trắng đang phát triển rất mạnh. Trên thế giới có hàng ngàn đài phát hình và hàng triệu máy thu hình đen trắng, vì vậy phải đòi hỏi tính tương thích giữa vô tuyến truyền hình màu và vô tuyến truyền hình đen trắng. Nghĩa là máy thu hình đen trắng phải thu được tín hiệu của đài phát màu và ngược lại. Ngoài ra đài phát hình màu vẫn phải sử dụng kênh sóng VHF và UHF mà đài phát hình đen trắng đang dùng.

Nguyên lý mã hóa tín hiệu màu của hệ NTSC đáp ứng được các đòi hỏi trên.

Hệ truyền hình màu đầu tiên của thế giới là hệ truyền hình màu NTSC do Hoa kỳ thiết kế vào năm 1953. Hệ NTSC có khuyết điểm là tín hiệu của hệ rất nhạy với méo pha và méo biên độ đưa đến sai sắc màu. Để khắc phục nhược điểm này hệ NTSC phải sử dụng thêm núm TINT hoặc HUE để điều chỉnh pha. Hệ NTSC khi được dùng thử nghiệm ở châu Âu cũng gặp những nhược điểm trên. Điều này buộc người ta phải nghiên cứu để tìm ra các hệ thống mã hóa khác, từ đó đưa đến sự xuất hiện thêm hệ SECAM ở Pháp và hệ PAL ở Đức.

Ba hệ thống truyền hình màu trên đang được sử dụng đồng thời, mỗi nước chọn một trong ba hệ truyền hình trên để làm hệ truyền hình cho nước mình. Việc chọn tùy theo quan điểm về lịch sử, kinh tế, kỹ thuật và nhất là để thuận tiện cho việc trao đổi chương trình truyền hình giữa các đài phát hình với nhau. Các nước

Mỹ, Nhật, Đại Hàn, Đài Loan .. chọn hệ NTSC. Các nước Tây Âu chủ yếu chọn hệ SECAM. Phần lớn các nước trên thế giới chọn Hệ PAL. Việt Nam do lịch sử đã sử dụng cả 3 hệ trên. Trước năm 1975 miền Nam thử nghiệm dùng hệ truyền hình màu NTSC. Sau ngày thống nhất tổ quốc, nước ta dùng hệ truyền hình màu SECAM IIIB. Từ năm 1990 dùng hệ truyền hình màu truyền hình màu PAL D/K.

**Mục tiêu:** Mục tiêu của chương này là tạo điều kiện cho sinh viên:

- Nắm được nguyên lý truyền và thu hình ảnh màu ở khoảng cách xa và rất xa nhờ sóng điện từ, các yêu cầu chung mà các hệ truyền hình màu phải đáp ứng .

- Nắm được thông số của ba hệ truyền hình màu hiện nay NTSC, SECAM và PAL, đặc biệt là hệ truyền hình màu OIRT đang được nước ta sử dụng làm hệ truyền hình màu quốc gia.

- Hiểu rõ các phương pháp, các biện pháp kỹ thuật nhằm tạo và gửi ba màu cơ bản RGB đến máy thu hình màu.

- Xác định công thức tính toán các tham số của ba hệ truyền hình màu NTSC, SECAM và PAL.

Sau khi học xong chương này, sinh viên có khả năng:

- Hiểu rõ và sử dụng được sơ đồ khối của các bộ lập mã màu và bộ giải mã màu ba hệ truyền hình màu NTSC, SECAM và PAL

- Hiểu rõ và sử dụng được sơ đồ khối của việc tạo ra các tín hiệu màu của các đài phát hình màu.

- Nắm vững và khai thác được các công thức tính toán các tham số của các hệ truyền hình màu NTSC, SECAM và PAL.

Chương 9 cho sinh viên hiểu rõ tường tận về kỹ thuật vô tuyến truyền hình màu, bước tiếp theo của kỹ thuật vô tuyến truyền hình sau khi kỹ thuật vô tuyến truyền hình đen trắng đã hoàn tất nhiệm vụ. Trước khi kỹ thuật vô tuyến truyền hình bước sang kỹ thuật truyền hình mới đang được ráo riết nghiên cứu là kỹ thuật vô tuyến truyền hình ba chiều 3D. Biết được ứng dụng lý thuyết ba màu của các nhà khoa học Maxwell, Young và Helmholtz trong kỹ thuật vô tuyến truyền hình màu hiện nay. Phương pháp truyền đi hình ảnh màu trung thực đầy màu sắc mà không làm nặng tải tin.

Đây cũng là chương cuối của giáo trình vô tuyến điện. Áp dụng hầu hết các kiến thức đã được trình bày từ chương 1 đến chương 8.

# 1. Cơ sở lý thuyết màu sắc

## 1.1 Ánh sáng

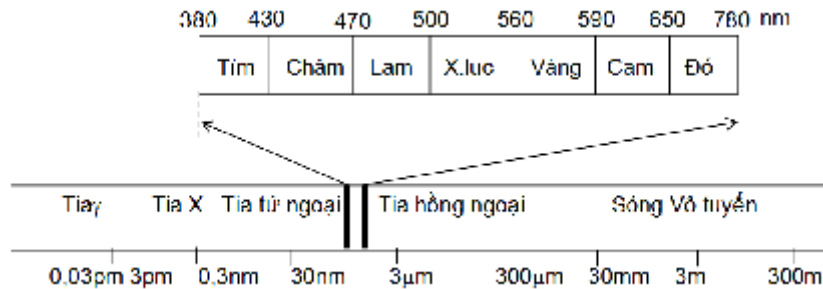
Ánh sáng là một dạng năng lượng điện từ. Về phương diện vật lý, ánh sáng là sóng điện từ có tần số  $3,8 \times 10^{14}$  Hz đến  $7,8 \times 10^{14}$  Hz.

Đối với ánh sáng ta quen dùng bước sóng hơn, từ công thức :  $\lambda = \frac{c}{f}$

$$\text{ta có: } f = 3,8 \times 10^{14} \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = 780 \text{ nm}$$

$$f = 7,8 \times 10^{14} \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = 380 \text{ nm}$$

Như vậy bằng sóng điện từ mà mắt con người cảm thụ được rất giới hạn, so với toàn bộ dải sóng điện từ (Hình 9.1)



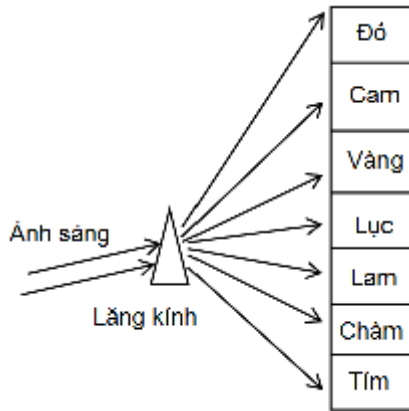
Hình 9.1: Các màu trong dải sóng con người nhìn thấy được

Sóng điện từ được biểu diễn bằng một khoảng tần số gọi là dải thông. Đối với ánh sáng dải thông này được gọi là phổ. Biên độ trung bình của phổ biểu diễn cường độ phổ hay cường độ chiếu sáng. Nếu biên độ phổ biến đổi đều từ 380 nm đến 780 nm ta có ánh sáng trắng. Nếu phổ chỉ có một bước sóng duy nhất ta có nguồn sáng đơn sắc. Nếu phổ có dạng bất kỳ ta có một nguồn sáng bất kỳ.

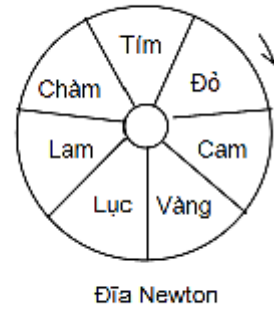
Nguồn sáng có thể là tự nhiên như trăng sao, mặt trời...Nhân tạo như đèn sợi đốt, đèn huỳnh quang. Chúng là nguồn sáng hỗn hợp, có phổ liên tục bao gồm tất cả các tần số nằm trong vùng thấy được. Các nguồn sáng ngoài việc phát xạ ánh sáng còn có khả năng hấp thụ năng lượng của nguồn khác.

## 1.2. Màu sắc và sự cảm thụ màu sắc

Các nguồn sáng trong tự nhiên thường có phổ liên tục. Năm 1704 Isaac Newton đã phân tích được ánh sáng trắng thành 7 sắc cầu vồng Đỏ, Cam, Vàng, Xanh lục, Lam, Chàm, Tím bằng cách chiếu ánh sáng trắng qua một lăng kính (Hình 9.2). Ta đã phân tích ánh sáng trắng.



Hình 9.2: Phân tích ánh sáng



Hình 9.3: Tổng hợp màu

Ngược lại, nếu dùng một đĩa Newton, trên đó có đủ 7 màu Đỏ, Cam, Vàng, Xanh lục, Lam, Chàm, Tím và quay với vận tốc khá nhanh, ta có cảm giác đang cảm thụ màu trắng. Ta đã tổng hợp các màu (Hình.9.3).

Các giới hạn về bước sóng của 7 màu trên chỉ có tính tương đối vì cảm giác về màu chỉ là cảm nhận chủ quan của từng người. Có thể thấy 7 màu trên khi quan sát hiện tượng cầu vồng.

Với quan điểm về sinh học, màu được đặc trưng bằng 3 đại lượng sau: sắc màu, độ chói, độ bão hòa. Bảng 9.1 cho phép ta so sánh sự tương đồng giữa cảm thụ âm thanh và cảm thụ màu sắc:

<i>Âm thanh</i>		<i>Ánh sáng</i>	
<i>Cảm thụ</i>	<i>Các đại lượng</i>	<i>Cảm thụ</i>	<i>Các đại lượng</i>
Độ cao	Tần số cơ bản	Sắc màu	Tần số cơ bản
Cường độ	Công suất	Cường độ	Công suất
Âm sắc	Các bội tần	Độ bão hòa	Nội dung quang phổ

Bảng 9.1: Sự tương đồng giữa cảm thụ âm thanh và cảm thụ màu sắc

### 1.2.1. Sắc màu (Hue):

Là một trong những đặc trưng của màu mà mắt người cảm nhận được. Nhờ nó mà ta có thể nhận biết được: đỏ, lục, cam, vàng...Sắc thái của mỗi màu hoàn toàn do cảm giác chủ quan của con người và thường không giống nhau. Mỗi màu được hội đồng nghiên cứu ánh sáng quốc tế C.I.E (Commission International



Eclairage) quy định cho một bước sóng riêng. Do đó sắc màu chính là tên của màu. Ví dụ: đỏ, cam, lục...

### **1.2.2. Độ chói (Luminance):**

Còn gọi là độ sáng, nó phụ thuộc vào công suất của nguồn sáng và mang tính định lượng. Cùng một đặc tuyến phổ, cùng một khoảng cách khi quan sát, nguồn sáng có công suất càng mạnh có độ sáng càng lớn.

### **1.2.3. Độ bão hòa (Saturation):**

Độ bão hòa màu (saturation): Độ bão hòa của một màu là sự tinh khiết của màu đó so với màu trắng. Định nghĩa rõ ràng hơn đó là tỉ lệ từng màu trên toàn dải màu (chính là màu trắng). Độ bão hòa lớn nhất có nghĩa là màu đơn trội nhất, lẫn át toàn bộ dải màu. Khi chỉnh núm color ở máy thu hình màu chính là ta đã điều chỉnh độ bão hòa. Càng vặn núm color về bên phải ta càng tăng biên độ màu đơn, biên độ điện áp màu đơn càng mạnh nên màu càng đậm hơn. Độ bão hòa lớn nhất tức là màu đơn trội nhất lẫn át toàn bộ dải màu. Nếu ta thêm ánh sáng trắng vào ánh sáng có sắc màu nào đó và tăng công suất của ánh sáng trắng, thì độ bão hòa màu giảm. Các nguồn đơn sắc có độ bão hòa tuyệt đối vì không bị ánh sáng trắng lẫn vào. Nguồn sáng trắng có độ bão hòa bằng 0 vì bị ánh sáng trắng lẫn vào hoàn toàn. Hầu hết các màu trong tự nhiên đều có độ bão hòa màu rất kém do bị ánh sáng trắng lẫn vào nhiều. Các nguồn sáng đơn sắc chỉ có trong phòng thí nghiệm, tia Laser có độ bão hòa tuyệt đối vì chỉ có một bước sóng.

Khi có độ bão hòa cao, màu sẽ sạch và rực rỡ. Khi có độ bão hòa thấp, màu sẽ đục và xỉn. Độ bão hòa thay đổi từ 0% đến 100%.

## **1.3. Lý thuyết 3 màu (trichromatic colour vision theory)**

Ba nhà khoa học James Clerk Maxwell, Thomas Young và Hermann von Helmholtz đã đưa ra lý thuyết 3 màu làm cơ sở cho kỹ thuật truyền hình màu. Được phát biểu như sau:

**“ Tất cả các màu trong thiên nhiên đều có thể tạo ra từ 3 màu cơ bản Đỏ (Red), xanh lục (Green) và xanh dương (Blue) ”.**

Màu cơ bản (primary colors) là màu thỏa mãn điều kiện sau:

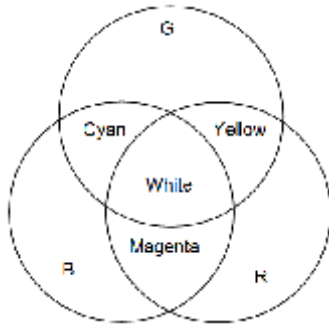
Trộn 2 màu bất kỳ, theo tỷ lệ bất kỳ với phương pháp trộn bất kỳ không thể nào tạo ra được màu cơ bản thứ 3:

$$R + G \neq B$$

$$B + G \neq R$$

$$R + B \neq G$$

Mỗi màu cơ bản có một màu phụ, màu phụ này khi cộng với màu cơ bản sẽ cho ta màu trắng (Hình 9.4):



$$R + G \rightarrow \text{Yellow (vàng)}$$

+

$$G + B \rightarrow \text{Cyan (xanh hòa bình)}$$

+

$$B + R \rightarrow \text{Magenta (màu đỏ cánh sen)}$$

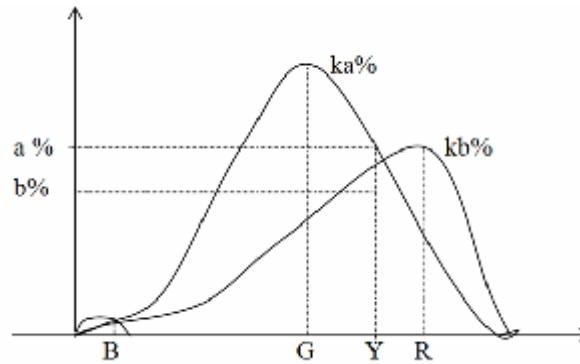
↓

$$R + G + B \rightarrow \text{White (Trắng)}$$

Hình 9.4: Màu cơ bản và màu phụ

Khi chiếu 3 nguồn sáng màu có cùng cường độ lên một màn ảnh trắng (để có sự phân chiếu hoàn toàn ở màn ảnh), mắt người ghi nhận phần giao nhau giữa nguồn sáng đỏ và xanh lục là màu vàng (hình 9.4), tương tự cho màu Cyan và màu Magenta. Tại vùng chính giữa, nơi giao nhau của cả 3 vòng tròn, ta nhận được màu trắng.

Hình 9.5 cho ta thấy khi nguồn sáng vàng thực sự chiếu vào mắt, nhóm xanh lục G và đỏ R bị kích thích ở mức a% và b%. Khi chiếu 2 nguồn sáng đỏ và xanh lục riêng rẽ vào mắt thì nhóm tế bào nón G và R cũng bị kích thích ở mức ka% và kb% và ta có cảm giác đang xem màu vàng.



Hình 9.5: Đồ thị cảm nhận màu vàng

Như vậy màu vàng là cảm giác của ta khi quan sát cùng một lúc 2 bước sóng đỏ và xanh lục. Sự trộn màu như trên được áp dụng trong việc truyền hình màu. Nghĩa là màu sắc ta cảm thụ được từ ảnh màu của đài truyền hình là do mắt ta trộn lại khi quan sát các màu có bước sóng khác nhau cùng một lúc.

Lý thuyết ba màu dựa trên cơ sở vùng hoạt động của ba loại tế bào hình nón của mắt. Mắt người có khoảng 7 triệu tế bào hình nón tập trung ở hoàng điểm cho ta các cảm giác về màu sắc. Bảy triệu tế bào này lại chia ra làm 3 nhóm có đặc tính khác nhau. Nhóm đỏ R, nhóm xanh lục G và nhóm xanh dương B, mỗi nhóm nhạy cảm nhất ở bước sóng tương ứng. Trong 3 nhóm trên, con người nhạy cảm nhất với màu xanh lục G, ít nhạy với màu xanh dương B.

Năm 1931 Hội đồng nghiên cứu ánh sáng quốc tế C.I.E đã xác định rõ bước sóng của 3 màu cơ bản:

\* Màu đỏ R:  $\lambda_R = 700\text{nm}$

\* Màu xanh lục G:  $\lambda_G = 546,1\text{ nm}$

\* Màu xanh dương B:  $\lambda_B = 435,8\text{ nm}$

## 2. Đặc điểm chung của các hệ truyền hình màu

Ta đã biết truyền hình đen trắng cần truyền đi bốn tín hiệu:

*\*Tín hiệu hình ảnh:* Có dải thông  $30\text{Hz} \div 6\text{MHz}$  (hệ OIRT), mang những thông tin về hình ảnh mà đài phát hình muốn gửi đi, tín hiệu này được điều chế biên độ AM vào sóng mang hình ảnh.

*\*Tín hiệu âm thanh:* Mang những thông tin về âm thanh, được điều chế tần số FM vào sóng mang âm thanh

*\*Tín hiệu đồng bộ:* Những xung vuông do một bộ tạo xung ở máy phát hình tạo ra. Có nhiệm vụ sắp xếp cho tín hiệu hình ảnh từ máy phát đến máy thu diễn biến theo thứ tự. Gồm xung đồng bộ ngang xuất hiện cuối đường của mỗi hàng ngang, xung đồng bộ dọc xuất hiện cuối mỗi khung ảnh.

Để truyền hình ảnh màu đi, tất cả các hệ truyền hình màu NTSC, SECAM, PAL vẫn truyền 4 thông tin trên đồng thời phải truyền thêm 3 thông tin nữa có liên quan về màu: Hai thông tin về màu và một thông tin về đồng bộ màu.

Như vậy, có thể nói truyền hình màu sử dụng hầu hết các nguyên tắc của truyền hình đen trắng, chỉ cộng thêm tính chất màu sắc của từng điểm một trên hình ảnh.

## 2.1. Yêu cầu chung của các hệ Vô tuyến truyền hình màu

\* Hình ảnh màu thu được ở máy thu hình màu phải sinh động, trung thực về màu sắc

\* Bảo đảm tính tương thích, nghĩa là máy thu hình đen trắng cũng thu được các chương trình của các đài phát hình màu, ngược lại máy thu hình màu cũng phải thu được chương trình của đài phát hình đen trắng. Yêu cầu này hiện nay không cần nữa vì máy thu hình, máy phát hình đen trắng không còn sản xuất nữa.

\*Đài phát hình màu chỉ được sử dụng kênh sóng hiện có của vô tuyến truyền hình đen trắng (VHF hoặc UHF) để thực hiện việc truyền hình màu.

Như thế, đài truyền hình màu ngoài việc truyền tín hiệu đen trắng còn được gọi là tín hiệu độ chói Y, mang những thông tin về hình ảnh đen trắng, còn truyền đi 3 tín hiệu màu cơ bản R, G, B trên các kênh sóng mà truyền hình đen trắng đã chiếm chỗ (VHF và UHF).

## 2.2. Tín hiệu ánh sáng Y

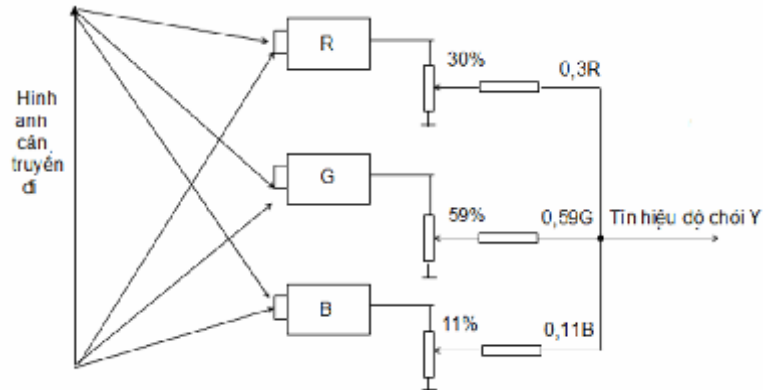
Tín hiệu ánh sáng Y là tổng cộng 3 tín hiệu màu cơ bản RGB theo một tỷ lệ định sẵn. Tín hiệu Y chỉ thay đổi theo độ sáng nên còn gọi là tín hiệu chói. Tín hiệu Y mang những thông tin về hình ảnh đen trắng. Máy thu hình đen trắng khi thu tín hiệu của đài truyền hình màu sẽ thu tín hiệu này. Do độ nhạy của mắt đối với các bức xạ có bước sóng khác nhau là khác nhau. Mắt cảm thụ mạnh nhất ở màu xanh lục, kém nhất ở màu xanh dương. Do đó để tín hiệu Y có biên độ điện áp biến thiên giống sự cảm nhận độ sáng của mắt người, tín hiệu Y được đài truyền hình truyền đi theo tỷ lệ:

$$U_Y = 0,290 U_R + 0,580 U_G + 0,114 U_B$$

$$\text{Lấy tròn số ta có: } U_Y = 0,3 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$$

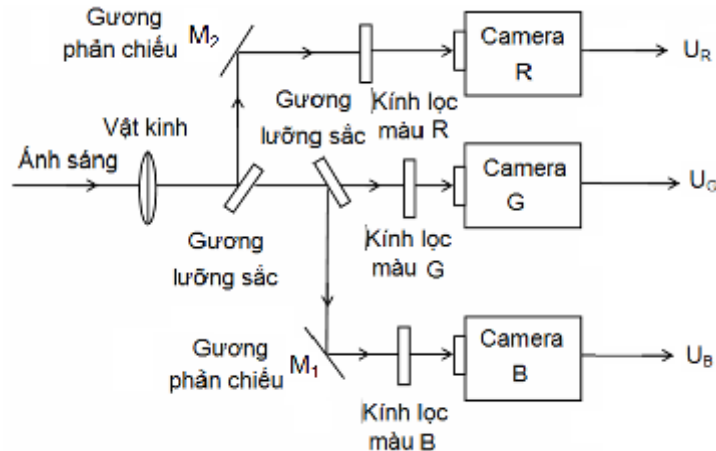
$$U_Y = 1V$$

Như thế, để truyền hình ảnh màu đi, phải phân tích màu sắc của hình ảnh thành ra 3 tín hiệu màu cơ bản RGB, sau đó phân chia các tín hiệu màu theo tỷ lệ trên để có tín hiệu ánh sáng Y (Hình 9.6).



Hình 9.6: Phân tích các màu theo tỷ lệ để có tín hiệu ánh sáng Y

Để có 3 tín hiệu màu cơ bản RGB người ta dùng hệ thống thấu kính và các bộ biến đổi quang điện (camera) như hình 9.7



Hình 9.7: Tạo ra ba tín hiệu màu cơ bản RGB

Hệ thống thấu kính trên gồm:

- *Gương lưỡng sắc*: Phản chiếu những tia sáng có bước sóng trùng với nó, các tia sáng có bước sóng khác được truyền qua gương.
- *Gương phản chiếu M*: Thay đổi phương truyền của tia sáng
- *Kính lọc màu RGB*: Lọc lấy các tia sáng có bước sóng tương ứng.
- *Các camera RGB*: Là các bộ biến đổi quang điện, biến đổi các tia sáng RGB thành điện áp của tín hiệu  $U_R, U_G, U_B$

Hình ảnh cần truyền đi (gồm 3 màu cơ bản RGB) được vật kính thu nhận, hệ thống gương phản chiếu M thay đổi phương truyền để đi đến các thiết bị cần thiết khác trong hệ thống, gương lưỡng sắc phân tích thành 3 màu cơ bản RGB, các camera RGB biến đổi thành điện áp tín hiệu tương ứng.

Gương lưỡng sắc B tiếp nhận tia sáng được phản chiếu từ hình ảnh cần truyền đi, do vật kính đưa tới. Tia này có đủ ba bước sóng của ba màu RGB.

Tia sáng có bước sóng màu xanh dương B được phản chiếu và truyền đến gương  $M_1$ . Tại đây, tia B sẽ bị thay đổi phương truyền tiếp tục đến gương lọc màu xanh dương. Như vậy đến camera B chỉ còn lại tia sáng màu xanh dương, camera B sẽ chuyển đổi tia sáng xanh dương này thành ra điện áp tín hiệu màu xanh dương  $U_B$ .

Tia sáng có bước sóng R và G vẫn tiếp tục qua gương lưỡng sắc B. Trên đường đi gặp gương lưỡng sắc R, màu đỏ bị gương lưỡng sắc R phản chiếu lên gương  $M_2$ , gương này làm thay đổi phương truyền của tia đỏ, đưa tia đỏ đến kính lọc màu đỏ. Như vậy đến camera R chỉ còn lại tia sáng màu đỏ, camera R chuyển đổi tia sáng đỏ này thành điện áp tín hiệu màu đỏ  $U_R$ .

Tia sáng còn lại xanh lục G không bị tác dụng của các gương sẽ đi thẳng vào kính lọc màu xanh lục, sau đó vào camera G để được chuyển đổi thành điện áp tín hiệu màu xanh dương  $U_G$ .

### 2.3. Tín hiệu hiệu số màu

Khi thực hiện việc truyền hình màu, để khối nặng tải tin, khối chiếm thêm kênh sóng, người ta không truyền 3 màu cơ bản RGB mà chỉ truyền đi các tín hiệu hiệu số màu là R-Y, B-Y và G-Y.

Trong thực tế các hệ truyền hình màu chỉ truyền đi hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y, còn G-Y sẽ được máy thu hình màu tạo ra:

$$\text{Từ phương trình } Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

Chuyển Y sang vế phải ta được:

$$0 = (0,3R + 0,59G + 0,11B) - Y$$

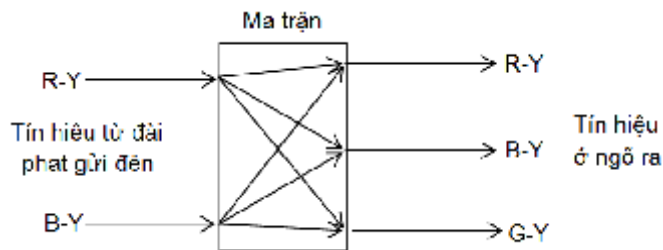
$$0 = 0,3(R - Y) + 0,59(G - Y) + 0,11(B - Y)$$

$$\Rightarrow (G - Y) = -\frac{0,3}{0,59}(R - Y) - \frac{0,11}{0,59}(B - Y)$$

$$G - Y = -0,51(R - Y) - 0,19(B - Y)$$

Người ta không truyền đi G - Y vì nó chứa ít thông tin về độ màu hơn hai tín hiệu hiệu số màu kia.

Để máy thu tạo ra tín hiệu hiệu số màu G - Y, hai tín hiệu hiệu số màu R - Y và B - Y được đưa vào một mạch điện gọi là ma trận có ở máy thu hình, ngõ ra của ma trận ta có 3 tín hiệu hiệu số màu (Hình 9.8)

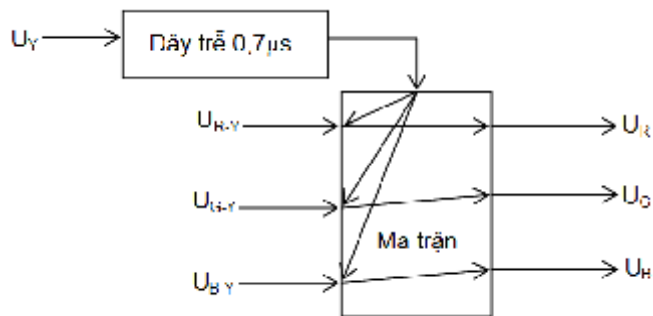


Hình 9.8: Phương pháp tạo ra tín hiệu G-Y của máy thu hình

## 2.4. Tạo ba tín hiệu màu cơ bản

Tuy đài truyền hình gửi đi các tín hiệu hiệu số màu nhưng để tái tạo lại hình ảnh, máy thu hình màu cần phải có 3 tín hiệu màu cơ bản RGB. Ba tín hiệu hiệu số màu do máy thu thu được sẽ được chuyển đổi trở lại thành 3 màu cơ bản RGB theo hai phương pháp sau:

### 2.4.1. Dùng ma trận



Hình 9.9: Phương pháp tạo ra ba tín hiệu màu RGB dùng ma trận

Để tạo ra ba tín hiệu màu cơ bản, người ta dùng một ma trận, ở ngõ vào của ma trận có 4 loại tín hiệu:

\**Tín hiệu độ chói Y*: Do không qua khâu gia công xử lý nào nên đi nhanh hơn các tín hiệu hiệu số màu cỡ  $0,7\mu s$ , nên tín hiệu Y qua một dây trễ  $0,7\mu s$  để đợi các tín hiệu hiệu số màu cùng vào ma trận.

\*3 tín hiệu hiệu số màu: R-Y, B-Y và G-Y

Khi qua ma trận các tín hiệu này được xử lý, ở ngõ ra ta có 3 màu cơ bản RGB dưới dạng biên độ điện áp  $U_R, U_G, U_B$ .

#### 2.4.2. Dùng các transistor khuếch đại sắc

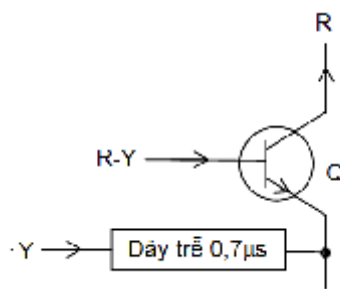
Ở khối khuếch đại hình ảnh, biên độ điện áp của ba tín hiệu màu cơ bản RGB cần phải khuếch đại bằng 3 transistor khuếch đại sắc trước khi đưa vào Cathode của ba súng điện tử đèn hình màu. Ta dùng ngay 3 transistor này để vừa khuếch đại vừa tách lấy tín hiệu màu nguyên thủy (Hình 9.10).

$$\text{Ta có : } (R - Y) + Y = R$$

$$(G - Y) + Y = G$$

$$(B - Y) + Y = B$$

Từ đó kỹ thuật vô tuyến truyền hình tiến hành phục hồi ba tín hiệu màu cơ bản RGB ở máy thu bằng sơ đồ nguyên lý được vẽ ở hình 9.11

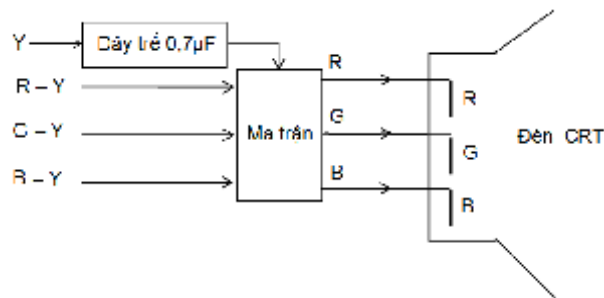


Hình 9.11: Phương pháp tạo tín hiệu màu R bằng transistor

Cực B của transistor Q nhận tín hiệu hiệu số màu, cực E nhận tín hiệu Y qua dây trễ  $0,7\mu s$ . Do tính phi tuyến của transistor, tại ngõ ra (cực C) ta có tín hiệu màu cơ bản tương ứng. Hình 9.11 được minh họa cho tín hiệu hiệu số màu R - Y, các tín hiệu hiệu số màu khác cũng tương tự.

Ba tín hiệu màu cơ bản RGB thu được sẽ đưa vào 3 súng điện tử R,G,B để tái tạo lại ảnh màu ở máy thu hình màu (Hình 9.12).





Hình 9.12 : Đưa ba tín hiệu màu cơ bản RGB vào phân cực đèn CRT

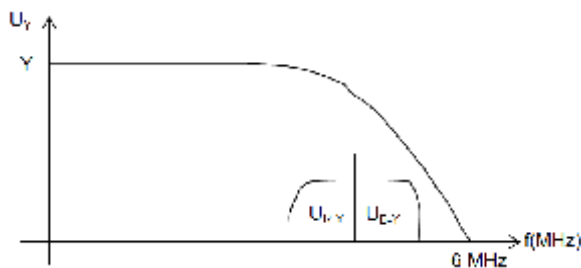
Do mắt người cảm nhận màu sắc kém hơn nhiều so với hình ảnh đen trắng, nên dải thông tần dùng cho màu sắc chỉ cần tối đa 1,5MHz.

### 2.5..Sóng mang màu phụ (sub carrier):

Trong tín hiệu hỗn hợp truyền hình màu, tần số trực tiếp mang hai tín hiệu hiệu số màu đến máy thu được gọi là sóng mang màu phụ. Hai tín hiệu hiệu số màu được điều chế vào sóng mang màu phụ bằng nhiều phương pháp khác nhau. Mỗi hệ truyền hình màu chọn cho mình một hoặc hai sóng mang màu phụ, dùng một phương pháp điều chế tương ứng tùy từng hệ. Điều khác biệt quan trọng này làm cho 3 hệ truyền hình màu NTSC, SECAM, PAL không thu được tín hiệu màu của nhau.

Riêng tín hiệu độ chói Y, các hệ truyền hình màu đều dùng sóng cực ngắn VHF hoặc UHF làm sóng mang, đều dùng phương pháp điều chế biên độ AM để điều chế tín hiệu độ chói Y vào sóng mang, nên các hệ truyền hình màu đều thu được tín hiệu đen trắng của nhau.

Để máy thu hình đen trắng thu được tín hiệu của đài phát màu và ngược lại nhằm đáp ứng tính tương thích, người ta đem phổ của tín hiệu màu lồng vào tín hiệu đen trắng (Hình 9.13)



Hình 9.13: Phổ của tín hiệu màu được lồng vào tín hiệu đen trắng

### 3. Hệ truyền hình màu NTSC

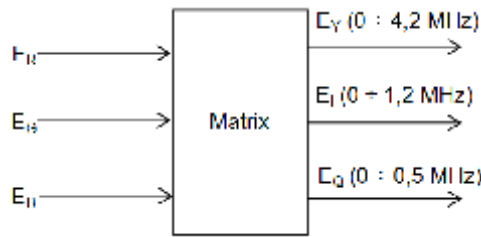
#### 3.1 Đặc điểm

Hệ truyền hình màu NTSC (National Television Systems Committee - Ủy ban hệ thống truyền hình quốc gia) do Hoa kỳ thiết kế năm 1953. Đây là hệ truyền hình màu đầu tiên trên thế giới, làm cơ sở cho các hệ truyền hình màu khác xuất hiện sau này. Hệ truyền hình màu NTSC chính thức phát sóng vào năm 1954 trên kênh sóng của hệ FCC.

*Hệ truyền hình màu NTSC truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y ký hiệu I (Inphase) và Q (Quadrature), bằng cách điều biên nén SAM (Supperess Amplitude Modulation) trên một sóng mang màu phụ. Trong đó I và Q lệch pha nhau  $90^\circ$  (điều biên nén vuông góc).*

#### 3.2. Tín hiệu độ chói Y và tín hiệu hiệu số màu I, Q

Hệ NTSC dùng một ma trận để chuyển đổi 3 thông tin đầu tiên  $E_R, E_G, E_B$  thành ra các thông tin về độ chói  $E_Y$ , hai tín hiệu hiệu số màu  $E_I$  và  $E_Q$  mang các thông tin về màu, như sau: (Hình 9.14)



Hình 9.14: Tạo tín hiệu độ chói Y và tín hiệu hiệu số màu I, Q

##### 3.2.1. Tín hiệu độ chói Y

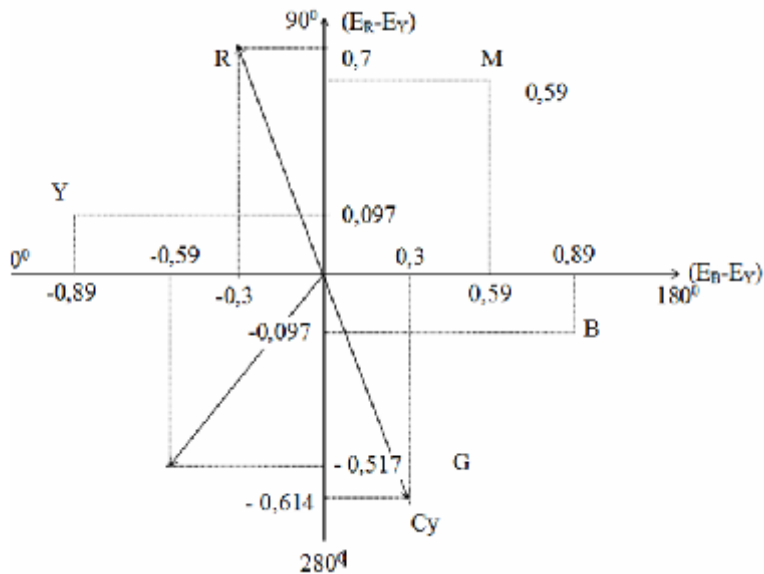
Tín hiệu độ chói  $E_Y$  mang các thông tin về hình ảnh đen trắng. Nó là tổng hợp 3 màu cơ bản RGB theo tỷ lệ:

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B$$

Hệ NTSC sử dụng hệ FCC nên Y có dải thông tần từ 30Hz đến 4,2 MHz

##### 3.2.2. Tín hiệu màu $E_I$ và $E_Q$ :

Một màu hoàn toàn được xác định bằng một điện áp của tín hiệu chói  $E_Y$  và hai điện áp của tín hiệu sắc ( $E_{R-Y}$ ) và ( $E_{B-Y}$ ). Như vậy ta có thể biểu diễn một màu bất kỳ bằng hệ trục tọa độ vuông góc có trục tung là  $E_R-E_Y$  và trục hoành là  $E_B-E_Y$  (Hình 9.15)



Hình 9.15: Đồ thị tín hiệu màu  $E_I$  và  $E_Q$

Ta có: Màu trắng  $E_R - E_Y = 0$  và  $E_B - E_Y = 0$  nằm tại gốc tọa độ.

$$\text{Màu đỏ } R \begin{cases} (E_B - E_Y) = 0,7 \\ (E_R - E_Y) = -0,3 \end{cases}$$

$$\text{Màu xanh lục } G \begin{cases} (E_B - E_Y) = -0,59 \\ (E_R - E_Y) = -0,59 \end{cases}$$

$$\text{Màu xanh dương } B \begin{cases} (E_B - E_Y) = -0,11 \\ (E_R - E_Y) = 0,89 \end{cases}$$

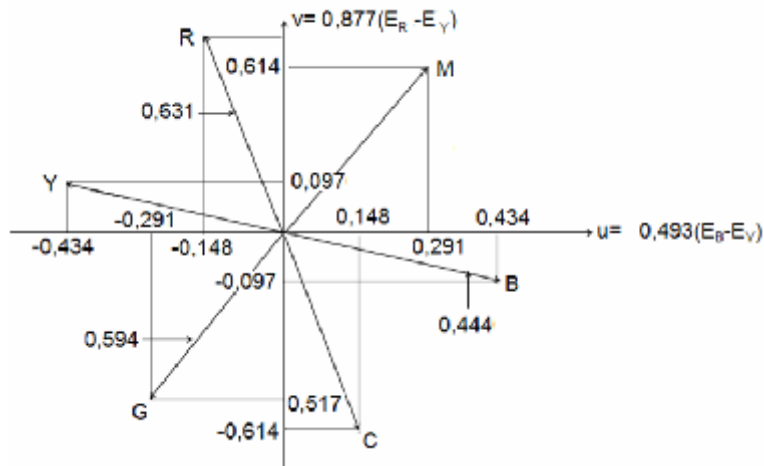
Để có thể chèn hai tín hiệu hiệu số màu vào tín hiệu chói Y chỉ có biên độ đỉnh đỉnh 1Volt, hệ NTSC nén tín hiệu hiệu số màu  $E_R - E_Y$  xuống 0,877 và nén  $E_B - E_Y$  xuống 0,493. Tín hiệu mới bây giờ là u và v như sau:

Đối với một màu bất kỳ:

$$m \begin{cases} u = 0,493(E_B - E_Y) \\ v = 0,877(E_R - E_Y) \end{cases}$$

Tọa độ màu ở hình 3.2 bị thay đổi chút ít như hình 9.16

Từ tọa độ màu ta thấy khoảng biến thiên của u và v được thay đổi như sau:



Hình 9.16: Tọa độ màu sau khi thay đổi

Khoảng biến thiên của  $u$  là  $\pm 0,434$  và khoảng biến thiên của  $v$  là  $\pm 0,614$  xấp xỉ với tín hiệu chói  $E_Y$ . Như vậy, tọa độ các màu :

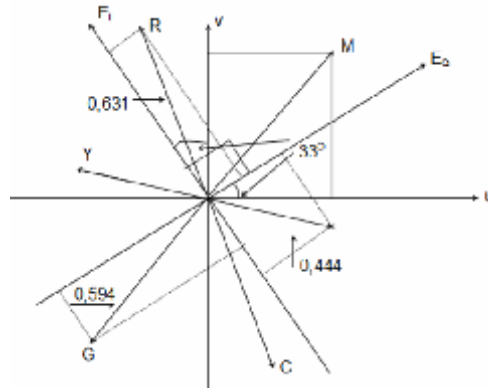
$$R \begin{cases} u = 0,493x - 0,3 = -0,148 \\ v = 0,877x \cdot 0,7 = 0,614 \end{cases}$$

$$G \begin{cases} u = 0,493x - 0,59 = -0,291 \\ v = 0,877x - 0,59 = -0,517 \end{cases}$$

$$B \begin{cases} u = 0,493x \cdot 0,89 = 0,434 \\ v = 0,877x - 0,11 = -0,097 \end{cases}$$

Vì tín hiệu truyền hình màu hệ NTSC được truyền đi theo hệ FCC, mà dải thông tần hình ảnh của hệ FCC chỉ có 4,2 MHz. Do đó để giảm tối đa sự phá rối của tín hiệu màu vào tín hiệu chói, hệ truyền hình màu NTSC tìm cách thu hẹp dải thông của các tín hiệu màu càng nhiều càng tốt. Kết quả nghiên cứu cho thấy chỉ có các màu nằm theo hướng  $E_Q$  lệch pha  $33^\circ$  so với trục  $u$  (trục B-Y) là mắt người phân tích kém nhất và dải tần tương ứng chỉ cần 0,5MHz. Còn các hướng khác, dải thông tương ứng xấp xỉ 1,5MHz.

Hệ NTSC đã xoay hệ trục  $u, v$  nói trên đi  $33^\circ$  và xác định tọa độ màu bằng  $E_I$  và  $E_Q$  (Hình 9.17)



Hình 9.17: Xác định tọa độ màu bằng  $E_I$  và  $E_Q$

Theo hệ trục mới này, trục I Q sẽ nhanh pha hơn hệ trục R-Y và B-Y  $33^\circ$ . Theo phép xoay trục ta có:  $E_I = v \cos 33^\circ - u \sin 33^\circ$  (1)

$$E_Q = v \sin 33^\circ - u \cos 33^\circ \quad (2)$$

Thay  $v = 0,877 (E_R - E_Y)$

$$u = 0,493 (E_B - E_Y)$$

$$\cos 33^\circ = 0,8367, \sin 33^\circ = 0,5446$$

vào hai phương trình (1) và (2) ta có:

$$E_I = 0,8367 \times 0,877 (E_R - E_Y) - 0,5446 \times 0,493 (E_B - E_Y)$$

$$E_Q = 0,5446 \times 0,877 (E_R - E_Y) - 0,8367 \times 0,493 (E_B - E_Y)$$

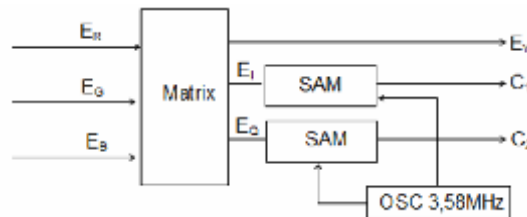
Như vậy tín hiệu màu của hệ NTSC :

$$E_I = 0,74 (E_R - E_Y) - 0,27 (E_B - E_Y)$$

$$E_Q = 0,48 (E_R - E_Y) - 0,41 (E_B - E_Y)$$

### 3.3./Điều chế hai tín hiệu màu $E_I$ và $E_Q$ vào sóng mang màu phụ

Trước khi chèn vào tín hiệu chói Y, hai tín hiệu hiệu số màu  $E_I$  và  $E_Q$  được điều biên nén vào một sóng mang màu phụ có tần số 3,58MHz (Hình 9.18).

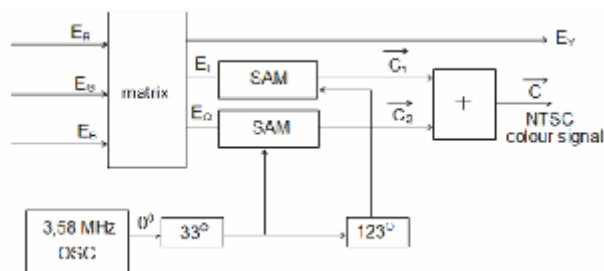


Hình 9.18: Sơ đồ khối điều chế hai tín hiệu màu  $E_I$  và  $E_Q$  vào sóng mang màu phụ

Ba tín hiệu màu cơ bản  $E_R$ ;  $E_G$ ;  $E_B$  được đưa vào một ma trận, tại ngõ ra ta có tín hiệu chói  $E_Y$  và hai tín hiệu màu  $E_I$ ;  $E_Q$ . Hai tín hiệu màu  $E_I$ ;  $E_Q$  được điều biên nén lên sóng mang màu phụ 3,58 MHz.

### 3.3.1. Điều chế vuông góc (quadrature)

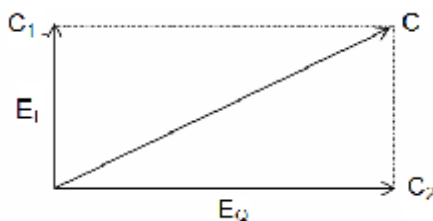
Sau khi thực hiện điều biên nén SAM, ta có dạng sóng biến điệu SAM, trong đó sóng mang màu phụ 3,58 MHz bị biến đổi theo hai tín hiệu sắc I và Q. Để chúng không bị lẫn lộn vào nhau, người ta cho sóng mang màu phụ biến điệu theo  $E_I$  sớm pha  $90^\circ$  so với sóng mang màu phụ biến điệu theo  $E_Q$ . Nghĩa là sóng mang màu phụ vẫn có tần số 3,58 MHz nhưng lệch pha nhau  $90^\circ$  (Hình 9.19)



Hình 9.19: Sơ đồ khối điều chế vuông góc

Bộ tạo sóng 3,58 MHz tạo ra một dao động hình sin. Đây chính là sóng mang màu phụ của hệ NTSC. Trước hết sóng 3,58 MHz được làm sớm pha  $33^\circ$ , tín hiệu màu  $E_I$  sẽ thực hiện điều biên nén sóng mang này. Sóng 3,58 MHz lại tiếp tục làm sớm pha thêm  $90^\circ$  nữa ( $123^\circ$  so với pha ban đầu) để được tín hiệu màu  $E_Q$  thực hiện việc điều biên nén. Hai sóng  $C_1$  và  $C_2$  lệch pha nhau  $90^\circ$  này được đưa vào bộ cộng để nhập chung thành một sóng biến điệu duy nhất.  $C = C_1 + C_2$  chính là tín hiệu màu của hệ NTSC.

Như vậy, nhờ việc cộng hai sóng hình sin  $C_1$  và  $C_2$  ta có một sóng điện hình sin duy nhất có biên độ  $C = \sqrt{E_I^2 + E_Q^2}$



### 3.3.2. Sóng mang màu phụ hệ NTSC

Sóng mang màu phụ hệ truyền hình màu NTSC có nhiệm vụ mang 2 tín hiệu hiệu số màu I và Q đến máy thu hình màu. Để đáp ứng tính tương thích, sóng mang màu phụ nằm trong dải tần của tín hiệu chói  $E_Y$ , vì vậy tải màu cũng có thể gây nhiễu trên màn hình đen trắng. Tần số tải màu càng lớn thì càng khó cảm nhận ảnh hưởng của nó trên màn hình. Cho nên phải chọn tải màu cao; nhưng phải nằm trong tần số của tín hiệu chói.

Qua thực nghiệm cho thấy nếu chọn tải màu bằng một bội số nguyên của tần số quét ngang  $f_{SC} = n f_H$  thì nhiễu do tải màu gây ra rất dễ cảm nhận. Ngược lại nếu chọn  $f_{SC}$  bằng một bội số lẻ của một nửa tần số quét ngang thì ảnh hưởng của tải màu trên màn ảnh rất khó cảm nhận. Vì vậy tần số tải màu được chọn là một bội số lẻ của tần số quét ngang:  $f_{SC} = (2n + 1) \frac{f_H}{2}$  (1)

Ngoài ra, vì tải màu và sóng âm thanh FM nằm chung trong tín hiệu hình màu đều có dạng hình sin nên sẽ gây ảnh hưởng với nhau dưới các dạng nhiễu:

$f_{SC} + FM$  tiếng không gây tác hại vì nằm ngoài dải tần của kênh sóng.

$f_{SC} - FM$  tiếng nằm trong dải tần của  $E_Y$  nên sẽ gây tác hại dưới dạng tạp.

Muốn vô hiệu hóa dạng tạp này ta phải chọn:  $FM - f_{SC} = (2n' - 1) \frac{f_H}{2}$  (2)

Cộng (1) và (2) ta có:  $FM = (n + n') f_H = N f_H$ .

Như vậy ta phải chọn FM tiếng bằng bội số nguyên của  $f_H$ .

Khi ứng dụng vào hệ FCC điều này không thực hiện được vì hệ FCC có tần số quét ngang là  $f_H = 15.750\text{Hz}$  và tần số FM tiếng là 4,5 MHz.

Nếu chọn  $N = 286$  thì  $FM = 286 \times 15.750 \text{ Hz} = 4,5045 \text{ MHz}$ , không trùng hợp với FM của hệ FCC đã được tiêu chuẩn hóa. Hệ NTSC phải giải quyết bằng cách thay đổi tần số quét ngang  $f_H$  và tần số quét dọc  $f_V$  của hệ:

$$f_H = \frac{4,5}{286} = 15.734 \text{ Hz}$$

$$f_V = f_H \times \frac{2}{525} = 59,94 \text{ Hz}$$

Từ đó ta có tần số sóng mang màu phụ của hệ NTSC là:

$$f_{SC} = 455 \times \frac{f_H}{2} = 455 \times \frac{15734,265}{2} = 3,579545 \text{ MHz} \approx 3,58 \text{ MHz}$$

Châu Âu phát hệ NTSC trên sóng hệ OIRT (6,5MHz) hoặc CCIR (5,5 MHz), nên điều kiện FM tiếng bằng bội số tần số quét ngang được bảo đảm mà không cần thay đổi tần số quét ngang và quét dọc. Chỉ thay đổi tần số sóng mang màu phụ:

$$f_{SC} = 567 \times \frac{15625}{2} = 4,4296875 \approx 4,43 \text{ MHz}$$

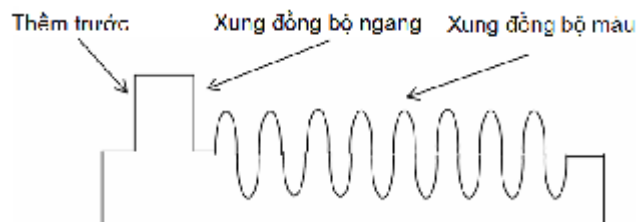
Ta có thêm một hệ NTSC nữa, gọi là hệ NTSC sửa đổi hoặc là NTSC 4,43MHz.

### 3.3.3. Tín hiệu đồng bộ màu (burst):

Do điều biên nén, sóng mang màu phụ bị suy giảm ở máy phát, không đến được máy thu. Vì vậy để thực hiện việc tách sóng nhằm tách lấy hai tín hiệu hiệu số màu, máy thu hình NTSC phải tạo ra một dao động hình sin có tần số và pha giống tần số và pha của sóng mang màu phụ ở đài phát, đài phát hình phải truyền thêm một thông tin về pha của sóng mang màu phụ 3,58 MHz. Thông tin này được gọi là tín hiệu đồng bộ màu.

Xung đồng bộ màu còn gọi là xung lóe màu (Burst) là những dao động hình sin, có từ 8 đến 11 chu kỳ. Nhiệm vụ là đồng bộ và đồng pha cho mạch tạo dao động hình sin 3,58 MHz ở máy thu.

Xung đồng bộ màu nằm ở thêm sau của xung xóa ngang, lệch pha  $180^\circ$  so với pha ban đầu của sóng mang màu phụ. (Hình 9.20)



Hình 9.20: Xung đồng bộ màu

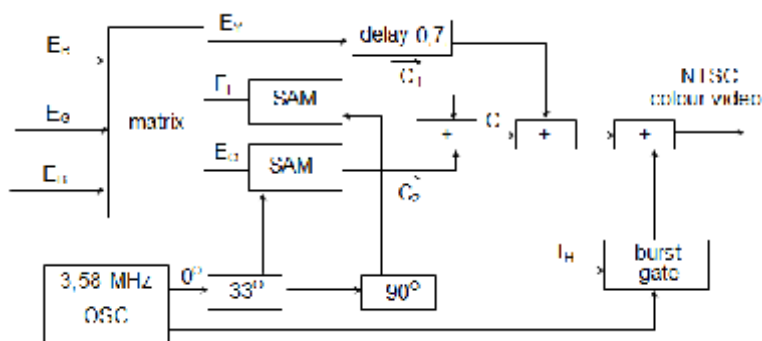
### 3.4. Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ NTSC

Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu NTSC được vẽ ở hình 9.21

Ở đài phát, người ta phải mã hóa tín hiệu màu. Hai tín hiệu sắc  $E_I$  và  $E_Q$  đều được điều biên nén trên một sóng mang màu phụ 3,58MHz.  $E_Q$  và  $E_I$  lần lượt lệch pha  $33^\circ$  và  $123^\circ$  so với pha gốc  $0^\circ$ . Hai sóng điều biên nén của  $E_I$  và  $E_Q$  ( $C_1$  và  $C_2$ ) sau đó được nhập chung lại để có một sóng  $C = C_1 + C_2$  duy nhất.



Tín hiệu độ chói  $E_Y$  đi trực tiếp, còn tín hiệu màu C phải qua một quá trình tạo, do đó tín hiệu độ chói đi nhanh hơn, Ta phải cho tín hiệu độ chói  $E_Y$  qua một dây trễ  $0,7\mu s$  để đợi tín hiệu màu cùng đi vào bộ cộng thứ hai.



Hình 9.21: Bộ lập mã màu hệ NTSC

Tần số sóng mang màu phụ 3,58 MHz có pha  $0^0$  được đảo pha  $180^0$  sau đó đưa vào cổng lóa (burst gate). Cổng này thường đóng và chỉ mở ra một dòng một lần khi xuất hiện xung có tần số  $f_H$  rơi vào thời điểm sườn sau của xung đồng bộ ngang. Khi cổng mở khoảng từ 8 đến 11 chu kỳ, sóng mang màu phụ có tần số 3,58 MHz pha là  $180^0$  đi xuyên qua cổng, nhập chung với tín hiệu chói và nằm tại thêm sau của xung đồng bộ ngang là thời gian không có thông tin nào của hình.

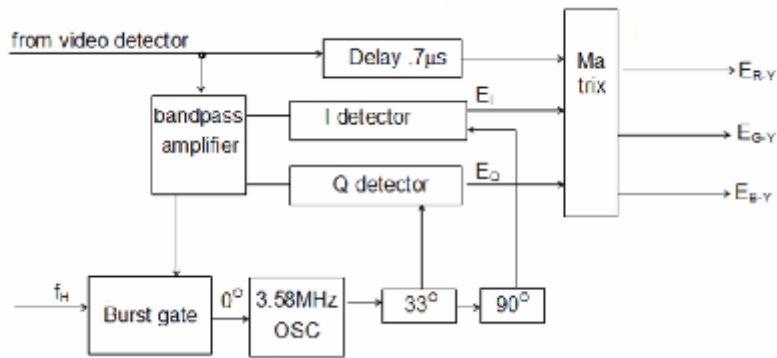
Ở ngõ ra của bộ cộng ta có được tín hiệu hỗn hợp truyền hình màu của hệ NTSC, chứa 7 thông tin sau:

- \*Bốn thông tin đầu tiên là của truyền hình đen trắng bao gồm: Thông tin về độ chói Y, thông tin về âm thanh, đồng bộ dọc và đồng bộ ngang.
- \*Hai thông tin về màu  $E_I$  và  $E_Q$  nằm trong sóng điều biên nén vuông góc.
- \*Một thông tin về lóa màu giúp cho máy thu thực hiện việc tách sóng màu.

### 3.5. Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ NTSC

Sơ đồ khối bộ giải mã hệ truyền hình màu NTSC được vẽ ở hình 9.22

Phần đầu của máy thu hình màu hoàn toàn giống một máy thu hình đen trắng hệ FCC. Nghĩa là sau phần tách sóng hình ảnh (Video Detector), ngoài 4 thông tin về truyền hình đen trắng (tín hiệu độ chói  $E_Y$ , FM âm thanh, đồng bộ ngang, đồng bộ dọc) còn có thêm 3 thông tin về màu ( $E_I$   $E_Q$  và đồng bộ màu).



Hình 9.22: Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ NTSC

Máy thu hình đen trắng khi thu chương trình của đài phát hình màu sẽ thu và xử lý 4 thông tin đầu.

Thông tin về độ chói  $E_Y$  do máy thu hình thu được sẽ chia làm hai đường:

Một đường đi qua dây trễ  $0,7\mu s$  để đợi  $E_Y$  và  $E_Q$  cùng đi tới ma trận.

Một đường đi vào khối khuếch đại băng thông (Bandpass Amplifier). Đây là một bộ khuếch đại lọc lựa ở tần số 3,58 MHz vì vậy ở ngõ ra của bộ khuếch đại chỉ còn lại sóng điều biên nén 3,58 MHz mang hai thông tin về màu  $E_I$  và  $E_Q$  mà thôi.

Sóng mang màu phụ lại chia làm hai đường đi vào hai bộ tách sóng điều biên nén để tách lấy hai tín hiệu màu  $E_I$  và  $E_Q$ , đưa vào mạch ma trận cùng với tín hiệu độ chói  $E_Y$  đang đợi sẵn. Tại ngõ ra của ma trận ta có 3 tín hiệu hiệu số màu  $E_{R-Y}$   $E_{G-Y}$   $E_{B-Y}$ .

Ba tín hiệu hiệu số màu trên được các mạch điện gia công, xử lý lấy ra 3 tín hiệu màu cơ bản RGB.

#### 4. Hệ truyền hình màu PAL

Theo thứ tự hệ SECAM ra đời trước hệ PAL, nhưng chúng ta vẫn phân tích hệ PAL trước vì hệ PAL có nhiều điểm tương đồng với hệ NTSC.

##### 4.1. Đặc điểm

Sau hơn 10 năm khai thác hệ NTSC ở Mỹ và Nhật, cho thấy hệ NTSC rất nhạy với méo pha và méo biên độ. Trong đó méo pha đưa đến sai sắc màu. Các nhà sản xuất máy thu hình hệ NTSC phải đưa vào thêm một núm điều chỉnh sắc màu (Tint hoặc Hue) để điều chỉnh pha của tín hiệu màu khi bị sai pha. Điều này làm cho việc sử dụng máy thu hình màu càng thêm phức tạp và bất tiện.

Hệ truyền hình màu PAL ra đời nhằm mục đích khắc phục những khuyết điểm trên của hệ truyền hình màu NTSC. Có thể nói hệ PAL chính là hệ NTSC được cải tiến. Hệ truyền hình màu PAL là hệ truyền hình màu được sử dụng nhiều nhất trên thế giới.

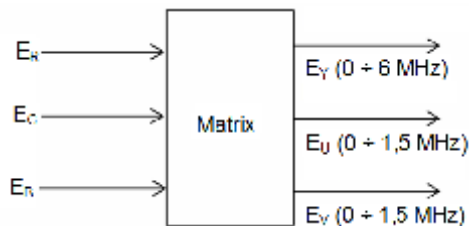
Hệ truyền hình màu PAL (Phase Alternation Line - Đảo pha xen dòng) do nhà khoa học người Đức ông Walter Bruch phát minh năm 1962. Ý tưởng cốt lõi của nhà phát minh ra hệ PAL là đảo ngược trục (R-Y) đi  $180^\circ$ , cứ cách dòng thì đảo một dòng. Khi đề ra nguyên tắc này Walter Bruch đã dựa trên định luật cơ bản do Georges Henri de France (cha đẻ của hệ truyền hình màu SECAM) xây dựng nên: “*Thông tin về màu của hai dòng kề nhau là giống nhau, nếu có sai thì không đáng kể và mắt người không thể phân biệt được*”.

Hệ truyền hình màu PAL có đặc điểm chính:

*Truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y ký hiệu U và V bằng cách điều biên nén SAM (Supperess Amplitude Modulation) trên một sóng mang màu phụ. Trong đó U và V lệch pha nhau  $90^\circ$  (điều biên nén vuông góc) và tín hiệu V được đảo pha xen dòng.*

#### 4.2. Tín hiệu độ chói (Y) và tín hiệu hiệu số màu U,V

Để tạo các thông tin về độ chói  $E_Y$  và hai tín hiệu sắc  $E_U$  và  $E_V$  (U và V viết tắt từ tiếng Đức), hệ PAL dùng một ma trận nhằm chuyển đổi 3 thông tin đầu tiên  $E_R, E_G, E_B$  như hình 9.23.



Hình 9.23: Tạo tín hiệu độ chói (Y) và tín hiệu hiệu số màu U,V

##### 4.2.1. Tín hiệu độ chói Y

Tín hiệu độ chói  $E_Y$  mang các thông tin về hình ảnh đen trắng. Nó là tổng hợp 3 màu cơ bản RGB theo tỷ lệ:

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B$$

Tín hiệu độ chói được phát đi theo tiêu chuẩn của hệ OIRT có dải thông tần  $0 \div 6\text{MHz}$ .

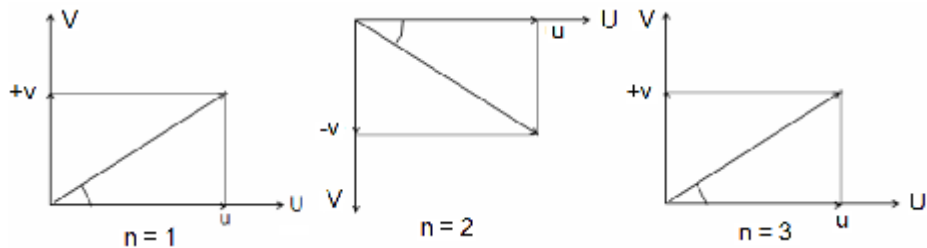
#### 4.2.2. Tín hiệu hiệu số màu

Hai tín hiệu màu được định nghĩa là:

$$u = 0,493 (E_B - E_Y)$$

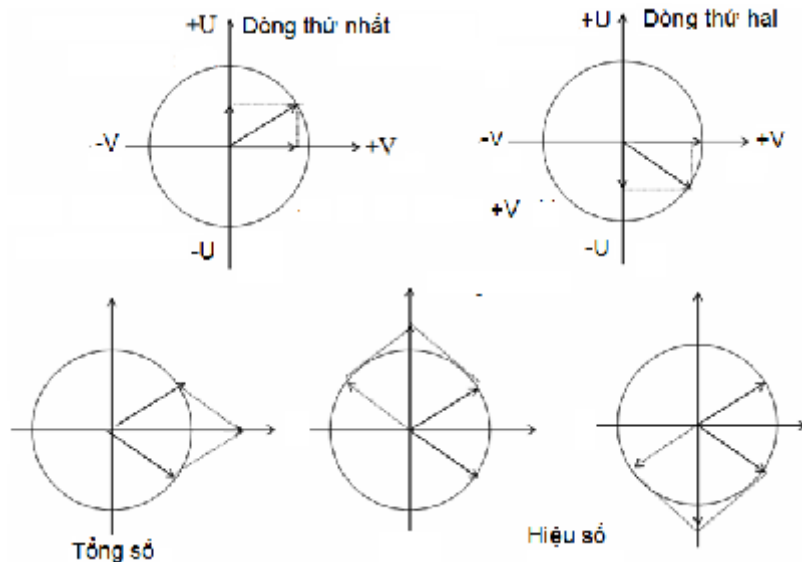
$$v = 0,877 (E_R - E_Y)$$

Hai hệ số nén 0,493 và 0,877 chính là của hệ NTSC. Định nghĩa của hệ PAL như vậy cũng chính là của hệ NTSC, chỉ khác là hệ PAL không xoay trục đi  $33^\circ$  và cứ cách một dòng lại đảo pha tín hiệu v (Hình 9.24)



Hình 9.24: Đảo pha cách dòng trục V

Hình 9.25 cho ta việc cộng và trừ hai tín hiệu màu u và v của hai dòng liên tiếp nhau



Hình 9.25: Cộng và trừ hai tín hiệu màu u và v của hai dòng liên tiếp nhau

Như vậy, việc cộng hai tín hiệu màu của hai dòng kề nhau cho ta 2u. Việc trừ tín hiệu màu của hai dòng kề nhau cho ta -2v và +2v.

Ta sẽ gặp lại khi phân tích bộ giải mã màu hệ PAL

### 4.3. Phương pháp sửa sai pha của hệ truyền hình màu PAL

Hệ truyền hình màu PAL có hai hệ, PAL không dùng dây trễ và PAL dùng dây trễ. Hệ truyền hình màu PAL không dùng dây trễ không có ưu điểm gì hơn hệ truyền hình màu NTSC. Tất cả máy thu hình hệ PAL đều có dùng dây trễ. Mục đích của dây trễ là sửa sai pha cho hệ PAL.

Việc sửa sai pha có hai bước, phối hợp giữa đài phát hình và máy thu hình.

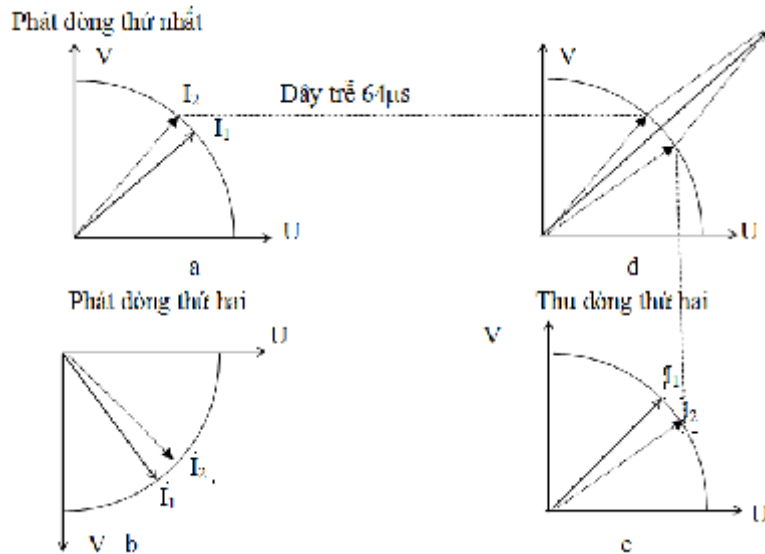
**Bước thứ nhất:** Ở phía đài phát hình hệ PAL sẽ thay đổi cực tính của tín hiệu  $v$  theo mỗi dòng (pha tải màu thay đổi  $180^\circ$  sau mỗi dòng).

**Bước thứ hai:** Ở máy thu hình, chuyển mạch điện tử đảo pha cực tính tải màu. Chuyển mạch điện tử trong máy thu phải hoạt động đồng pha với phía đài truyền hình.

Ta khảo sát hai dòng kế nhau:  $(2n + 1)$  và  $n$ : (Hình 9.26 abcd)

Gọi  $I_1$  tượng trưng cho màu sắc của dòng thứ nhất (dòng  $(2n + 1)$ ), có pha là  $\varphi$  biểu thị cho sắc thái của màu, nhưng do sai pha một góc  $\alpha$  nên dịch sang  $I_2$  (Hình 9.26a)  $I_1$  và  $I_2$  có cùng độ bão hòa màu nhưng khác nhau về sắc độ.

Dòng phát tiếp theo do trục  $V$  bị đảo ngược  $180^\circ$  và cũng bị méo pha nên  $I_1$  cũng dịch sang  $I_2$  (Hình 9.26b).



Hình 9.26: Phương pháp sửa sai pha của hệ PAL

Khi thu dòng phát thứ nhất (dòng  $(2n - 1)$ ), nhờ qua một dây trễ bằng thời gian  $64\mu\text{s}$  của một dòng quét nên tín hiệu do máy thu thu được sẽ giữ lại cho đến dòng tiếp theo  $(2n)$ .

Ở máy thu khi thu dòng thứ hai trục V sẽ được một chuyển mạch điện tử trong máy thu đảo pha  $180^\circ$  đưa về vị trí đối xứng so với U (Hình 9.26c).

Như vậy, khi thu dòng thứ hai (Hình 9.26d) máy thu hình sẽ nhận được hai tín hiệu:

\*Tín hiệu của dòng thứ nhất do dây trễ  $64\mu\text{s}$  giữ lại. Đây là tín hiệu sai pha của dòng thứ nhất.

\*Tín hiệu của dòng thứ hai đã được đài phát đảo pha và máy thu đưa về vị trí đối xứng với U.

Hai tín hiệu trên được cộng lại cho ta một vector tổng. Vector tổng có biên độ là tổng của hai vector bị sai pha của dòng thứ nhất và dòng thứ hai, có pha là pha ban đầu  $\varphi$ .

Như vậy, các pha sai biệt của hai vector có trị số bằng nhau nhưng ngược dấu nhau, trong các điều kiện này chúng sẽ khử nhau. Kết quả ở máy thu hình màu hệ PAL ta có được màu sắc trung thực như ở đài phát hình gửi đi. Việc sai pha được khử tự động nên hệ PAL không cần dùng núm điều chỉnh Tint như hệ NTSC nữa. Nguyên lý là hai tín hiệu bị sai pha cộng lại thành một tín hiệu đúng pha.

#### **4.4.Điều chế hai tín hiệu màu $E_U$ và $E_V$ vào sóng mang màu phụ**

##### **4.4.1.Sóng mang màu phụ hệ truyền hình màu PAL**

Hệ PAL cũng chọn tần số tải màu là một bội số lẻ của tần số quét ngang:

$$f_{sc} = (567 + 0,5) \frac{f_H}{2} + \Delta f_V \quad (1)$$

Hệ PAL phát hình trên kênh sóng của hệ OIRT nên ta có:

$$f_V = 50\text{Hz}$$

$$f_H = n \frac{f_V}{2} = 625 \times 25 \text{ Hz} = 15.625 \text{ Hz}$$

Trong đó: n: Số dòng quét ngang của hệ OIRT có 625 dòng.

$\Delta f_V$ : Ước số của tần số quét dọc,  $\Delta f_V$  được chọn là 25Hz.

Thay các số liệu vào (1) ta có tần số sóng mang màu phụ của hệ PAL là:

$$f_{SC} = (567 + 0,5) \frac{15725\text{Hz}}{2} + 25\text{Hz} = 4,433618\text{MHz} \approx 4,43 \text{ MHz}$$

Sóng mang màu phụ  $f_{SC}$  sẽ mang hai tín hiệu màu u và v đến máy thu hình.

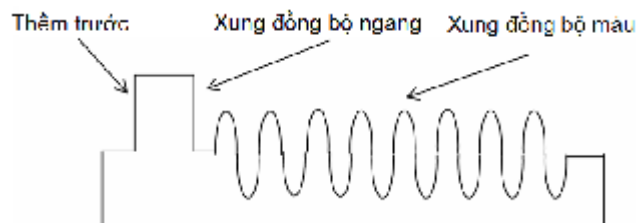
#### 4.4.2. Tín hiệu đồng bộ màu hệ truyền hình màu PAL

Hệ PAL dùng phương pháp điều biên nén hai tín hiệu màu vào sóng mang màu phụ như hệ NTSC. Vì vậy sóng mang màu phụ 4,43 MHz cũng bị suy giảm ở đài phát. Muốn thực hiện việc tách sóng nhằm tách lấy hai tín hiệu màu, máy thu phải tạo ra một dao động hình sin có tần số và pha giống tần số và pha của sóng mang màu phụ ở đài phát.

Ngoài ra, chuyển mạch điện tử ở mạch lập mã màu để đảo pha cách dòng tín hiệu v. Giải mã màu để chọn pha  $-135^\circ$  và  $+135^\circ$  khi tách sóng điều biên nén, phải hoạt động đồng pha nhau.

Để có thể thực hiện được điều này, đài phát hình hệ PAL phải truyền thêm một thông tin về pha của sóng mang màu phụ 4,43 MHz và thông tin về pha của chuyển mạch điện tử ở đài phát hình. Thông tin này được gọi là tín hiệu đồng bộ màu.

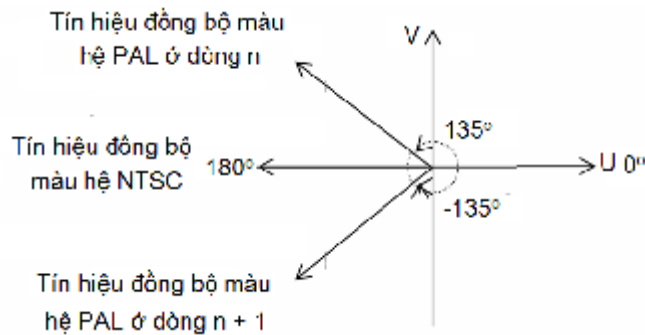
Xung đồng bộ màu là dao động hình sin, có từ 8 đến 11 chu kỳ. (Hình 9.27)



Hình 9.27: Tín hiệu đồng bộ màu hệ PAL

Khác với tín hiệu đồng bộ màu của hệ NTSC, pha của tín hiệu đồng bộ màu hệ PAL thay đổi theo từng dòng (Hình 9.28)

Xung đồng bộ màu nằm ở thêm sau của xung xóa ngang, có pha thay đổi theo từng dòng. Ở những dòng mà thành phần tải màu mang tín hiệu v không đảo pha, pha của xung tín hiệu đồng bộ màu là  $135^\circ$ . Còn những dòng mà tín hiệu thành phần tải màu mang tín hiệu v đảo pha, pha của xung tín hiệu đồng bộ màu là  $-135^\circ$ .

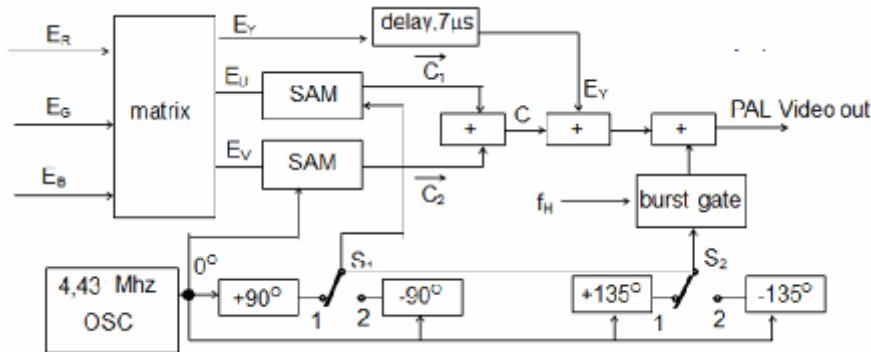


Hình 9.28: Pha của tín hiệu đồng bộ màu hệ PAL

#### 4.5. Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu PAL

Hệ truyền hình màu PAL dùng phương pháp điều biên nén vuông góc như hệ truyền hình màu NTSC. Nó chỉ khác hệ truyền hình màu NTSC là góc pha của sóng mang màu phụ. Ta có sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu PAL như hình 9.29

Từ sơ đồ ta thấy hai chuyển mạch điện tử  $S_1$  và  $S_2$  đồng trục. Hai chuyển mạch này hoạt động đồng thời với nhau: Khi  $S_1$  ở vị trí 1 thì  $S_2$  cũng ở vị trí 1. Nghĩa là khi pha của sóng mang màu phụ là  $+90^\circ$  thì pha của lóe màu là  $+135^\circ$  còn khi pha của sóng mang màu phụ là  $-90^\circ$  thì pha của lóe màu là  $-135^\circ$



Hình 9.29: Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ PAL

Bộ tạo sóng hình sin 4,43MHz tạo ra sóng mang màu phụ gọi là tải màu, nó mang hai tín hiệu số màu đến máy thu. Sóng mang có pha lần lượt như sau:

Pha góc  $0^\circ$  được dùng để điều biên nén tín hiệu màu u (hệ NTSC là  $33^\circ$ )



Pha  $+90^\circ$  và  $-90^\circ$  lần lượt từng dòng một để điều biên nén tín hiệu màu v. Dòng thứ nhất tải màu có pha  $+90^\circ$  thì dòng tiếp theo tải màu có pha  $-90^\circ$  (NTSC luôn luôn là  $123^\circ$ ).

Pha của đồng bộ màu (lóa màu) là  $+135^\circ$  và  $-135^\circ$  lần lượt từng dòng một tùy theo dòng đang truyền đi có pha của v là  $+90^\circ$  hay  $-90^\circ$  (hệ NTSC luôn luôn là  $-180^\circ$ ).

#### 4.6. Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL

Hình 9.30 là sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL

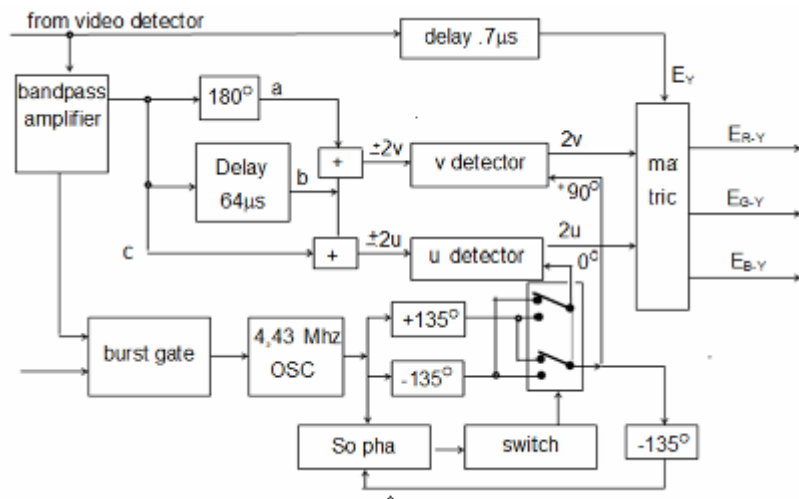
Từ khối tách sóng hình ảnh, tín hiệu hình ảnh chia làm hai đường. Một đường mang các thông tin về độ chói  $E_Y$  có dải thông tần 0 đến 6MHz (hệ OIRT) đi thẳng vào bộ trễ  $0,7\mu s$  để đợi các tín hiệu màu.

Một đường đi đến bộ khuếch đại băng thông (bandpass amplifier). Đây là một bộ khuếch đại lọc lựa 4,43MHz, vì vậy tín hiệu màu nằm trong sóng mang màu phụ 4,43MHz đã được điều biên nén sẽ được lọc ra.

Sóng điều biên nén vuông góc này lại chia làm 3 đường:

\* Đường thứ nhất đi vào bộ đảo pha  $180^\circ$  ra ở điểm a trên sơ đồ khối, mạch này đảo pha tín hiệu để có tín hiệu  $-E_{PAL}$

\* Đường thứ nhì đi vào dây trễ một dòng  $64\mu s$  ra ở điểm b trên sơ đồ khối (Điểm b sẽ có tín hiệu  $E_{PAL}$  của dòng trước đó)



Hình 9.30: Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL

\* Đường thứ nhì đi thẳng đến điểm c (Tín hiệu  $E_{PAL}$  của dòng hiện tại).

Như thế ta có một tín hiệu  $-E_{PAL}$  và hai tín hiệu  $+E_{PAL}$  nhưng có một tín hiệu  $+E_{PAL}$  bị trễ đi một dòng (mang các thông tin của dòng trước đó)

Tín hiệu lấy ra ở điểm a cộng với tín hiệu lấy ra ở điểm b (dùng một bộ cộng). Tín hiệu lấy ra ở điểm b đem cộng với tín hiệu lấy ra ở điểm c (dùng một bộ cộng khác). Ta có kết quả sau:

	Dòng n: u v	Dòng n + 1: u -v	Tổng	Dòng n + 2: u v	Dòng n + 3: u -v
a	-u -v	-u +v	2v	-u -v	-u +v
b		u v		u -v	u v
c	u v	u -v	-2u	u v	u -v

Từ bảng trên ta thấy:

Ở ngõ ra của mạch cộng (a + b) cứ một dòng là +2v thì dòng tiếp theo là -2v

Ở ngõ ra của mạch cộng (b + c) tất cả mọi dòng luôn luôn là +2u

Hai tín hiệu trên sẽ đưa vào bộ tách sóng u và v để lấy ra hai tín hiệu màu.

Theo nguyên lý của việc tách sóng điều biên nén, máy thu phải tạo ra một dao động hình sin có tần số 4,43 MHz để thay thế tải màu bị suy giảm ở máy phát. Dao động này phải có pha thích hợp để thực hiện việc tách sóng. Sóng mang màu phụ đưa vào mạch tách sóng lấy tín hiệu v sẽ lần lượt là  $+90^\circ$  và  $-90^\circ$ , tùy theo sóng điều biên nén có biên độ là +2v hay -2v. Sóng mang màu phụ đưa vào mạch tách sóng lấy tín hiệu u luôn luôn là  $0^\circ$

Để thực hiện được việc trên, trước hết cổng lóa màu (Burst gate) tách ra thông tin của lóa màu (đồng bộ màu) với pha lần lượt là  $+135^\circ$  và  $-135^\circ$  cho mỗi dòng. Xung đồng bộ màu được tách ra sẽ kích thích bộ tạo sóng mang màu phụ 4,43 MHz ở máy thu hình màu, nhờ vậy sóng điện tạo ra có pha là pha của lóa màu ( $+135^\circ$  và  $-135^\circ$  cho mỗi dòng).

Dao động hình sin này lại đi vào hai mạch làm trễ pha  $135^\circ$  ( $-135^\circ$ ) và sớm pha  $135^\circ$  ( $+135^\circ$ ) để đưa vào chuyển mạch điện tử của hệ PAL.

Giả sử dòng đang truyền đi là u và +v, pha của lóa màu (cũng là pha của dao động do máy thu tạo ra) sẽ là  $+135^\circ$ . Ngõ vào của mạch tách sóng V sẽ là sóng

điều biên nên có biên độ  $-2v$  và pha là  $-90^{\circ}$ . Ngõ vào của mạch tách sóng U sẽ là sóng điều biên nên có biên độ  $2u$  và pha là  $0^{\circ}$ .

Lúc này chuyển mạch tại máy thu được chuyển lên vị trí trên. Dao động hình sin  $4,43$  MHz do máy thu tạo ra đi đến các mạch tách sóng có pha như sau:

$$\text{Pha của mạch tách sóng U: } +135^{\circ} - 135^{\circ} = 0^{\circ}$$

$$\text{Pha của mạch tách sóng V: } +135^{\circ} + 135^{\circ} = +270^{\circ} = -90^{\circ}$$

Nghĩa là pha của sóng mang màu phụ do máy thu tạo ra phù hợp với pha của sóng mang màu phụ của đài phát hình.

Đòng tiếp theo sẽ là  $u$  và  $-v$ , pha của lóe màu (cũng là pha của dao động do máy thu tạo ra) sẽ là  $-135^{\circ}$ . Ngõ vào của mạch tách sóng V sẽ là sóng điều biên nên có biên độ  $+2v$  và pha là  $90^{\circ}$ . Ngõ vào của mạch tách sóng U sẽ là sóng điều biên nên có biên độ  $2u$  và pha là  $0^{\circ}$ .

Lúc này chuyển mạch tại máy thu được chuyển xuống vị trí dưới. Dao động hình sin  $4,43$  MHz do máy thu tạo ra đi đến các mạch tách sóng có pha như sau:

$$\text{Pha của mạch tách sóng U: } +135^{\circ} - 135^{\circ} = 0^{\circ}$$

$$\text{Pha của mạch tách sóng V: } -135^{\circ} - 135^{\circ} = -270^{\circ} = 90^{\circ}$$

Nghĩa là pha của sóng mang màu phụ do máy thu tạo ra phù hợp với pha của sóng mang màu phụ của đài phát hình.

Để chuyển mạch điện tử mở và đóng đúng vị trí, người ta đem so pha của lóe màu (cũng là pha của dao động do máy thu hình tạo ra) với pha của đường tách sóng V sau khi đã làm chậm pha  $-135^{\circ}$ . Nếu chuyển mạch đóng mở đúng vị trí, pha làm chậm  $-135^{\circ}$  của đường tách sóng V sẽ trùng pha với pha của lóe màu, điện áp ra của mạch so pha sẽ là  $0$  Volt. Nếu chuyển mạch đóng mở sai vị trí, pha làm chậm  $-135^{\circ}$  của đường tách sóng V sẽ lệch pha với pha của lóe màu, điện áp ra của mạch so pha sẽ có một giá trị nào đó. Điện áp này được gọi là điện áp sửa sai, giúp sửa sai pha cho dao động hình sin của máy thu tạo ra cho phù hợp, Lúc đó điện áp sửa sai lại bằng  $0$  Volt, việc sửa sai dừng lại.

## **5.Hệ truyền hình màu SECAM**

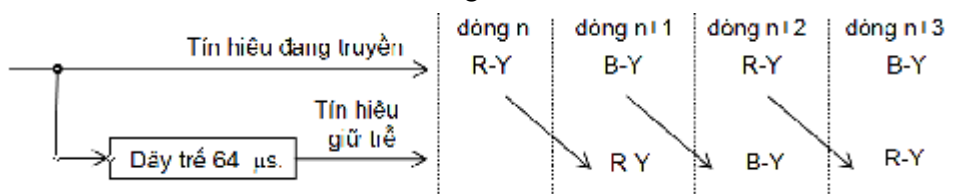
### **5.1.Đặc điểm**

Phương pháp điều biên nén vuông góc giúp ta có thể truyền đi cùng một lúc hai tín hiệu số màu (hệ NTSC và hệ PAL), nhưng lại đưa đến việc sai pha lảm sai sắc màu.

Năm 1957 kỹ sư người Pháp ông Georges Henri de France nhận thấy việc truyền đi hai tín hiệu hiệu số màu cùng một lúc là thừa, do khả năng phân tích về độ nét màu của mắt người rất kém (ta chỉ cần dùng một dải thông tần khoảng từ 0 đến 1,5MHz cho tín hiệu màu) và đưa ra kết luận là tín hiệu của hai dòng kề nhau không khác gì nhau. Do đó Georges Henri de France đề nghị chỉ cần truyền đi một trong hai tín hiệu màu, cứ mỗi dòng truyền đi một tín hiệu màu (truyền lần lượt). Ở máy thu, tại mỗi dòng quét để có đủ hai tín hiệu màu giúp tái tạo lại thông tin về màu, ta có thể mượn một tín hiệu màu còn lại của dòng trên đem xuống để dùng chung cho dòng dưới, đang thu một tín hiệu màu.

Giả sử dòng thứ nhất truyền đi tín hiệu hiệu số màu R-Y thì dòng tiếp theo sẽ truyền đi tín hiệu hiệu số màu B-Y và cứ tuần tự như vậy. Ở máy thu hình màu hệ SECAM, dòng thứ hai tín hiệu màu nhận được là B-Y, muốn tái tạo lại ảnh màu sẽ dùng thêm tín hiệu màu R-Y của dòng thứ nhất.

Sự việc này được thực hiện nhờ một dây trễ một dòng quét 64  $\mu$ s. Như vậy ở máy thu hình màu hệ SECAM luôn luôn có đủ hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y để tái tạo lại ảnh màu một cách trung thực.



Đối với đài phát hình màu hệ SECAM thì vào mỗi thời điểm chỉ có một tín hiệu hiệu số màu được truyền đi, như vậy ta có thể sử dụng phương pháp điều tần sóng mang màu phụ thay thế cho phương pháp điều pha đã gặp khó khăn về pha.

Hệ truyền hình màu SECAM (Séquentiel couleur avec mémoire - lần lượt màu có nhớ) do kỹ sư Georges Henri de France phát minh vào năm 1957, chính thức phát sóng năm 1965 trên kênh sóng CCIR và OIRT. Hệ SECAM được phát triển liên tục từ 1957 đến nay. Hệ SECAM đang dùng là hệ SECAM IIIB.

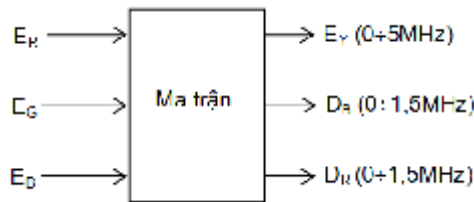
Hệ truyền hình màu SECAM có đặc điểm chính:

*Truyền lần lượt hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y ký hiệu  $D_R$  và  $D_B$  bằng cách điều tần FM (Frequency Modulation) trên hai sóng mang màu phụ.*

## 5.2. Tín hiệu độ chói Y và tín hiệu hiệu số màu $D_R$ $D_B$

### 5.2.1. Tín hiệu độ chói Y

Để tạo các thông tin về độ chói  $E_Y$  và hai tín hiệu hiệu số màu  $D_R, D_B$ , hệ PAL dùng một ma trận để chuyển đổi 3 thông tin đầu tiên  $E_R, E_G, E_B$ : (Hình 9.31)



Hình 9.31: Tạo tín hiệu độ chói  $Y$  và tín hiệu hiệu số màu  $D_R, D_B$

Tín hiệu độ chói  $E_Y$  mang các thông tin về hình ảnh đen trắng. Nó là tổng hợp 3 màu cơ bản RGB theo tỷ lệ:

$$E_Y = 0,3E_R + 0,59 E_G + 0,11 E_B$$

Tín hiệu độ chói của hệ SECAM được phát đi theo tiêu chuẩn của hệ CCIR có dải thông  $0 \div 5$  MHz.

### 5.2.2. Tín hiệu hiệu số màu $D_R, D_B$

Hai tín hiệu hiệu số màu được định nghĩa là:

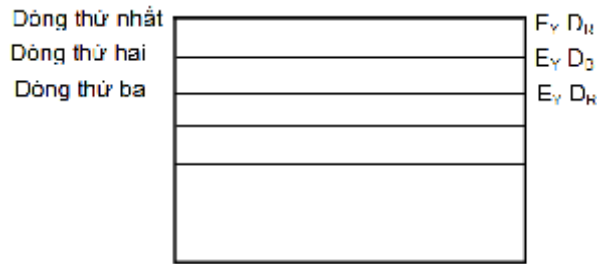
$$D_R = -1,9 (E_R - E_Y)$$

$$D_B = +1,5 (E_B - E_Y)$$

Ta thấy  $D_R$  pha ngược pha với pha ban đầu,  $D_B$  cùng pha với pha ban đầu. Điều này giúp cho việc nhận dạng, ta sẽ gặp khi khảo sát sơ đồ khối bộ lập mã và giải mã màu.

Những hệ số 1,5 và -1,9 có mục đích giữ cho biên độ hai tín hiệu màu bằng nhau để khi biến điệu tần số FM thì sự di tần không chênh lệch nhau lắm. Dấu âm trước 1,9 sẽ làm cho điều tần của R - Y lệch tần số theo phía âm (giảm tần số) còn B-Y lệch tần theo phía dương (tăng tần số). Nhờ đó khả năng ổn định của hệ thống khi truyền đi sẽ vững vàng hơn.

Trong hệ SECAM, dòng nào cũng có tín hiệu độ chói  $E_Y$ . Còn tín hiệu hiệu số màu cứ một dòng truyền  $D_R$  thì dòng kế tiếp là  $D_B$  (Hình 9.32).



Hình 9.32: Truyền làn lượt hai tín hiệu hiệu số màu của hệ SECAM

### 5.3.Sóng mang màu phụ hệ SECAM

#### 5.3.1.Tần số sóng mang màu phụ

Trong hệ truyền hình màu SECAM, hai tín hiệu hiệu số màu  $D_R$  và  $D_B$  được điều chế vào hai sóng mang màu phụ bằng phương pháp điều tần FM. Khác với phương pháp điều biên nén, sóng mang màu phụ của hệ truyền hình màu SECAM đến được máy thu, vì vậy máy thu hình màu hệ SECAM không cần tạo ra sóng mang màu phụ. Sóng mang màu phụ thường xuyên hiện diện như vậy sẽ phá rối ảnh đen trắng (tín hiệu độ chói  $Y$ ). Ngoài ra khi máy thu hình màu lọc lấy sóng mang màu phụ ra, thì các tần số của  $E_V$  trong khoảng dải tần của sóng mang màu phụ điều tần cũng lọt được vào đường đi của các thông tin màu. Kết quả là ở ngõ ra,  $D_R$  và  $D_B$  cũng bị  $E_V$  phá rối. Hiện tượng này này được gọi là sự xuyên lẫn tín hiệu chói và tín hiệu màu.

Hơn nữa, trong điều tần, nhiều tỷ lệ nghịch với quãng di tần, nghĩa là tỷ lệ nghịch với biên độ tín hiệu màu. Cùng một cường độ sáng, biên độ của tín hiệu màu của các màu cũng khác nhau. Nếu chỉ dùng một sóng mang màu phụ, các quãng di tần khác nhau sẽ làm tỷ số tín hiệu trên nhiễu của các màu cũng khác nhau, gây khó chịu khi ta xem hình ảnh thu được.

Do đó trong hệ SECAM, phải dùng hai sóng mang màu phụ để mang hai tín hiệu hiệu số màu đến máy thu. Tần số sóng mang màu phụ phải có độ chính xác cao.

Sóng mang màu phụ điều tần  $D_R$  được chọn:

$$f_{SCR} = 282 f_H = 282 \times 15625 \text{ Hz} = 4,40625 \text{ MHz}$$

Sóng mang màu phụ điều tần  $D_B$  được chọn:

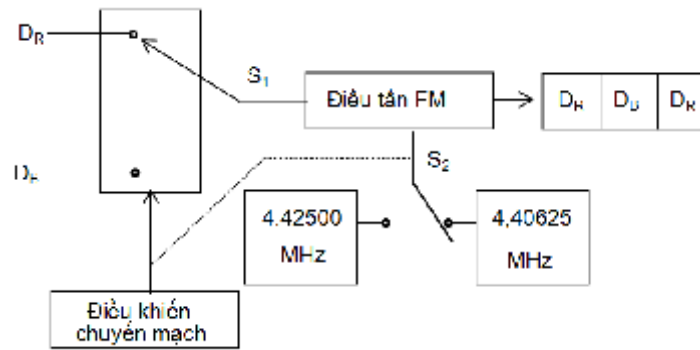
$$f_{SCB} = 272 f_H = 272 \times 15625 \text{ Hz} = 4,25000 \text{ MHz}$$

Như vậy hệ SECAM không chọn sóng mang màu phụ là một bội số lẻ của một nửa tần số quét ngang, vì không thể tự khử nhiễu do tần số sóng FM tiếng luôn luôn thay đổi.

Do không thể chọn tần số tải màu là một bội số lẻ của một nửa tần số quét ngang để khử nhiễu trên màn ảnh đen trắng được nữa, hệ SECAM phải đảo pha từng dòng một để các nhiễu này tự khử.

### 5.3.2. Tín hiệu đồng bộ màu hệ SECAM

Tín hiệu đồng bộ màu hệ SECAM được gọi là tín hiệu nhận dạng màu (Color Identification). Có nhiệm vụ bảo đảm sự hoạt động đồng pha của chuyển mạch điện tử trong khối mã hóa với chuyển mạch điện tử trong khối giải mã (Hình 9.33)

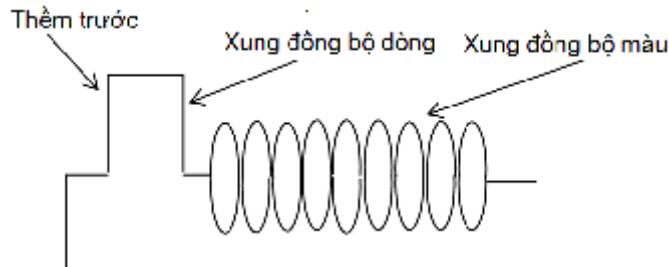


Hình 9.33: Sơ đồ khối điều khiển chuyển mạch của hệ SECAM

Ta biết rằng đài phát hình hệ SECAM phát lần lượt các tín hiệu màu theo phương pháp điều tần, nghĩa là theo phương thức điều tần lựa chọn được, do đó sóng mang luôn luôn chỉ có một sóng xuất hiện. Muốn vậy đài phát phải dùng một chuyển mạch điện tử để đưa hai tín hiệu màu  $D_R$  và  $D_B$  vào bộ điều tần đúng tần số sóng mang màu phụ dành riêng cho nó. Tín hiệu màu của hệ SECAM truyền đi lần lượt cứ một dòng  $f_{SCR}$  rồi lại  $f_{SCB}$ . Tại máy thu phải giữ trữ lại tín hiệu màu của dòng bên trên dùng cho dòng bên dưới. Hai tần số điều tần thu được phải được tách sóng bằng hai mạch tách sóng điều tần khác nhau, do đó máy thu hình phải có một chuyển mạch điện tử để đưa sóng điều tần thu được vào đúng bộ tách sóng dành riêng cho nó.

Hai chuyển mạch ở đài phát hình và máy thu hình phải hoạt động đồng pha với nhau. Muốn vậy đài phát hình phải truyền đi một thông tin nhận dạng gọi là đồng bộ màu. Xung đồng bộ màu của hệ SECAM bao gồm 9 xung, ở các dòng 7

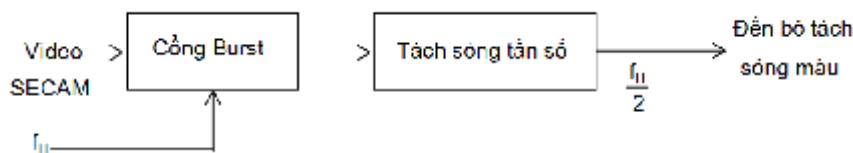
đến 15 (bán ảnh lẻ) và dòng thứ 330 đến 328 (bán ảnh chẵn).(Hình 9.34) Tín hiệu đồng bộ màu không nhất thiết phải truyền đi liên tục vì nó chỉ cần đáp ứng việc giữ đúng pha cho bộ chuyển mạch điện tử bắt nhịp đúng với lúc khởi sự có tín hiệu màu (lúc bắt đầu quét một dòng).



Hình 9.34: Tín hiệu đồng bộ màu hệ SECAM

Ở mỗi dòng, khi đưa vào điều tần với sóng mang màu phụ người ta đưa cả thời gian thêm sau của xung đồng bộ ngang vào. Mức của thêm sau là 0Volt, do đó ở dòng đang truyền đi  $D_R$  tại thời gian thêm sau này sóng  $f_{SCR}$  sẽ có tần số chính là tần số nghi  $f_{OR}$ . Tương tự như vậy ở dòng tiếp theo trong thời gian thêm sau xung đồng bộ ngang sóng  $f_{SCB}$  sẽ có tần số chính là tần số nghi  $f_{OB}$ . Chúng được gọi là lóe màu và đây cũng chính là thông tin để nhận dạng từng dòng, dòng nào là  $f_{SCR}$  dòng nào là  $f_{SCB}$ .

Ở máy thu hình, một cổng lóe màu chỉ mở cổng trong thời gian thêm sau của đồng bộ ngang để lấy ra thông tin lóe màu. Sau đó một tầng tách sóng FM hoạt động ở tần số nghi  $f_{OB}$  (hoặc  $f_{OR}$ ) tách sóng lóe màu lấy ra xung dương (hoặc âm) có tần số là một nửa tần số quét ngang với pha được xác định bởi chính dòng đang truyền là dòng R (hoặc B). Xung  $f_H/2$  này được sửa dạng và trực tiếp đưa vào điều khiển chuyển mạch giúp  $f_{SCR}$  và  $f_{SCB}$  đi đúng đường tách sóng dành cho chúng.(Hình 9.35)

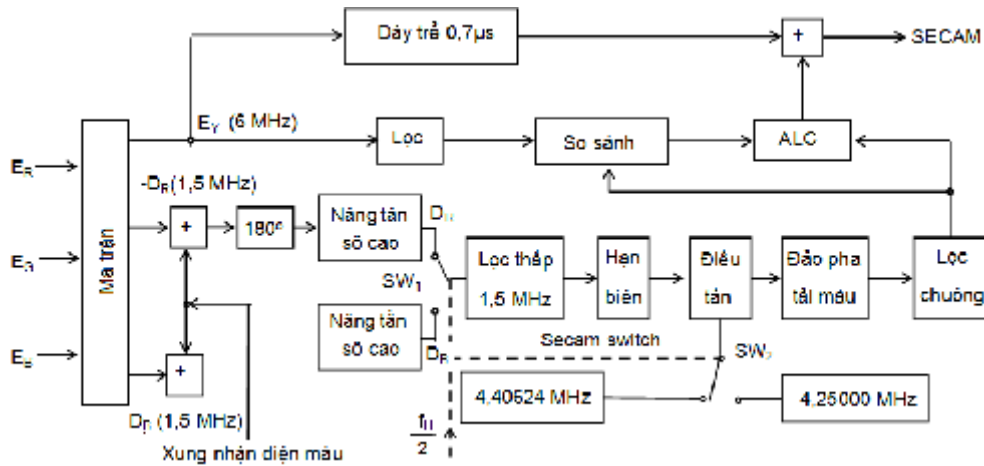


Hình 9.35: Tách xung đồng bộ màu

#### 5.4.Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ SECAM



Bộ mã hóa của hệ truyền hình màu SECAM hoàn toàn khác với bộ mã hóa của hai hệ NTSC và PAL (NTSC và PAL gần giống nhau). (Hình 9.36).



Hình 9.36: Bộ mã hóa của hệ truyền hình màu SECAM

Từ 3 thông tin đầu tiên của ảnh màu  $E_R$   $E_G$   $E_B$  mạch mã trộn chuyển đổi thành tín hiệu chói  $E_Y$  có dải tần  $0 \div 6$  MHz và hai tín hiệu màu  $-D_R$  có dải tần 1,5 MHz và  $E_B$  cũng có dải tần 1,5MHz.

Tín hiệu độ chói  $E_Y$  đi qua một dây trễ  $0,7\mu s$ , đợi các tín hiệu màu cùng đi vào một bộ cộng để cùng nhau tạo ra tín hiệu hình ảnh màu của hệ SECAM. Thông tin nhận dạng từng bán ảnh được nhập chung vào hai tín hiệu màu  $D_R$  và  $D_B$  nhờ hai bộ cộng. Đây là 9 xung âm hình thang, xuất hiện cứ mỗi bán ảnh một lần trong thời gian xóa dọc. Sau đó tín hiệu màu  $-D_R$  được đảo pha  $180^\circ$  để thành  $D_R$  đi vào mạch nâng biên độ tần số cao, còn tín hiệu  $D_B$  đi thẳng vào một bộ nâng biên độ tần số cao khác.

Hai tín hiệu màu  $D_R$  và  $D_B$  sau khi ra khỏi mạch nâng biên độ tiếp tục được đưa vào chuyển mạch điện tử  $SW_1$ , đóng mở theo nhịp  $\frac{f_H}{2}$  để được lựa chọn hoặc  $D_R$  hoặc  $D_B$  theo thứ tự từng dòng một. Mạch lọc dải thông thấp LFP (Low Pass Filter) sẽ loại bỏ các tần số cao hơn 1,5 MHz. Như vậy ở ngõ ra của bộ lọc thông thấp chỉ còn lại hai tín hiệu độ chói màu  $D_R$  và  $D_B$ . Cũng như các mạch điều chế tần số khác, mạch hạn biên (limiter amplitude) hạn chế biên độ của tín hiệu cần gửi đi. Đối với hệ SECAM thì biên độ của  $D_R$  và  $D_B$  không được vượt quá  $\pm 1$  Volt

giúp giới hạn khoảng di tần của mạch điều chế tần số không vượt quá khoảng tần số đã định sẵn.

Hai bộ tạo dao động hình sin làm tải màu gồm 4,40625 MHz làm sóng mang màu phụ cho  $D_R$  và 4,25000 MHz làm sóng mang màu phụ cho  $D_B$  được chuyển mạch điện tử  $SW_2$  đóng mở theo nhịp một nửa tần số quét ngang và cùng nhịp với chuyển mạch  $SW_1$ , đưa vào bộ điều chế tần số đúng tín hiệu màu  $D_R$  hoặc  $D_B$  dành riêng cho chúng.

Như vậy, sóng điều tần luôn luôn chỉ có một sóng xuất hiện hoặc  $f_{FMR}$  hoặc  $f_{FMB}$ , phù hợp với đài phát hình vào thời điểm đó đang phát đi dòng nào. Sóng điều tần của tín hiệu màu đỏ  $f_{FMR}$  và sóng điều tần của tín hiệu màu xanh  $f_{FMB}$  sẽ được đưa vào một bộ đảo pha sóng mang màu để chống nhiễu.

Theo nguyên lý điều tần FM, sau khi được điều chế tần số sóng mang màu phụ có biên độ không đổi theo biên độ của tín hiệu màu. Điều này sẽ gây ra sự phá rối của sóng điều tần vào tín hiệu độ chói  $E_Y$ . Để giảm nhỏ sự phá rối này, người ta phải cho sóng mang màu phụ đi qua một bộ lọc hình chuông ngửa để nén các tần số phá rối xuống.

Phần lớn hình ảnh màu trong thiên nhiên, vùng không màu và vùng có độ bảo hòa màu nhỏ chiếm tỉ lệ khá lớn. Trường hợp này giá trị tín hiệu  $D_R$ ,  $D_B$  sẽ nhỏ, tần số tức thời của tải màu gần bằng tần số tĩnh. Để bảo đảm điều kiện kết hợp thì biên độ tải màu phải nhỏ. Ngược lại, các màu có độ bảo hòa lớn giá trị của tín hiệu  $D_R$ ,  $D_B$  lớn, độ di tần của tải màu cũng lớn (trường hợp này ít xảy ra).

Tần số được chọn để nén là 4,286MHz, ở tần số này biên độ sóng điều chế tần số chỉ còn 10% so với 100% là biên độ của tín hiệu chói  $E_Y$  cũng ở tần số 4,286 MHz. Như vậy, với các màu bảo hòa kém, biên độ của  $D_R$   $D_B$  nhỏ, độ di tần của sóng mang màu phụ điều tần cũng nhỏ, ít phá rối tín hiệu chói.

Biên độ của tín hiệu chói  $E_Y$  chỉ lớn với các màu có độ bảo hòa cao.

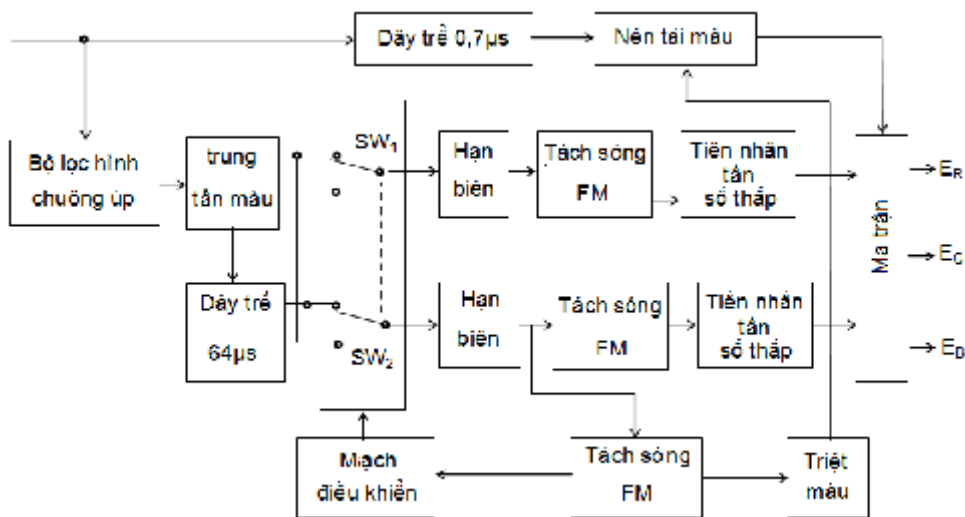
Để biên độ của sóng mang màu phụ điều tần có biên độ như trước khi nén, máy thu hình hệ truyền hình màu SECAM có một mạch lọc hình chuông úp, có độ cong giống như độ cong của bộ lọc hình chuông ngửa để phục hồi lại biên độ khoảng tần số bị nén

Tín hiệu lấy ra sau bộ lọc hình chuông ngửa đi vào bộ tự động điều chỉnh mức ALC (Automatic Level Controll) để tự động giữ mức của sóng điều tần  $f_{FMR}$   $f_{FMB}$  luôn bằng 10% ở tần số 4,286 MHz so với 100% cũng ở tần số 4,286 MHz

nhưng của tín hiệu chói  $E_Y$ . Việc này được thực hiện nhờ khối so sánh (comparator). Sau đó các tín hiệu của SECAM gồm tín hiệu độ chói đã đợi sẵn từ trước, cùng với hai sóng mang màu phụ kể trên đi vào bộ cộng tạo thành tín hiệu hỗn hợp truyền hình màu hệ SECAM.

### 5.5. Sơ đồ khối bộ giải mã hệ SECAM

Bộ giải mã hệ truyền hình màu SECAM có sơ đồ khối như ở hình 9.37



Hình 9.37: Sơ đồ khối bộ giải mã hệ truyền hình màu SECAM

Từ khối tách sóng hình ảnh, tín hiệu hình ảnh chia làm hai đường:

Một đường mang các thông tin về độ chói  $E_Y$  có dải thông tần 0 đến 6MHz (hệ OIRT) đi thẳng vào bộ trễ  $0,7\mu s$  để đợi các tín hiệu màu. Sau đó đi vào bộ triệt màu để loại bỏ tín hiệu màu đang được lồng trong phổ của tín hiệu độ chói.

Đường thứ hai đi vào bộ lọc hình chương úp để bù lại việc đã nén sóng điều tần  $f_{FMR}$  và sóng điều tần  $f_{FMB}$  xuống bởi bộ lọc hình chương giữa trong quá trình mã hóa. Khối khuếch đại trung tần màu sẽ lọc lựa ra khoảng tần số của sóng điều tần màu đỏ  $f_{FMR}$  và sóng điều tần màu xanh  $f_{FMB}$  đồng thời loại bỏ tất cả các tần số không cần thiết bên ngoài khoảng này.

Sau khối trung tần màu, có hai sóng điều tần đó là sóng điều tần màu đỏ  $f_{FMR}$  và sóng điều tần màu xanh  $f_{FMB}$ . Tín hiệu này được chia làm hai đường:

Một đường đi thẳng đến chuyển mạch điện tử (tín hiệu màu trực tiếp của dòng mà đài phát hình đang phát).

Một đường đi qua một dây trễ một dòng  $64 \mu\text{s}$  để lưu trữ thông tin của dòng trước (tín hiệu trễ)

Hai đường trên cùng đi vào hai vé của một chuyển mạch điện tử

Đầu vào của hai bộ chuyển mạch  $S_1$  và  $S_2$  luôn luôn có đủ hai tín hiệu màu  $f_{\text{FMR}}$  và  $f_{\text{FMB}}$ . Giả sử cả hai chuyển mạch đều ở vị trí trên, nếu ở chuyển mạch  $S_1$  là tín hiệu  $f_{\text{FMR}}$  (tín hiệu truyền trực tiếp), thì ở chuyển mạch  $S_2$  sẽ là tín hiệu  $f_{\text{FMB}}$  (tín hiệu truyền qua bộ trễ). Ngược lại, nếu ở chuyển mạch  $S_1$  là tín hiệu điều tần  $f_{\text{FMB}}$  (tín hiệu truyền trực tiếp), thì ở chuyển mạch  $S_2$  sẽ là tín hiệu điều tần  $f_{\text{FMR}}$  (tín hiệu truyền qua bộ trễ).

Chuyển mạch điện tử được điều khiển bằng xung có tần số là một nửa tần số quét ngang, nghĩa là một dòng thì chuyển mạch điện tử đóng lên một dòng thì chuyển mạch điện tử đóng xuống dưới. Giả sử pha của chuyển mạch đúng thì ở ngõ ra của chuyển mạch  $S_1$  là một chuỗi tín hiệu điều tần  $f_{\text{FMR}}$  và ở ngõ ra của chuyển mạch  $S_2$  là một chuỗi tín hiệu điều tần  $f_{\text{FMB}}$

Hai sóng điều tần  $f_{\text{FMR}}$   $f_{\text{FMB}}$  được hạn biên rồi đưa vào hai bộ tách sóng điều tần dành riêng cho mỗi loại sóng điều tần. Một bộ tách sóng hoạt động ở tần số  $4,40625 \text{ MHz}$  dành riêng để tách sóng lấy ra tín hiệu màu  $D_R$ . Một bộ tách sóng hoạt động ở tần số  $4,25000 \text{ MHz}$  dành riêng để tách sóng lấy ra tín hiệu màu  $D_B$ . Hai bộ tách sóng này hoạt động ngược chiều nhau. Ở mạch tách sóng màu đỏ, pha của tín hiệu màu được giữ nguyên. Ở mạch tách sóng màu xanh, pha của tín hiệu màu bị đảo  $180^\circ$ .

Sau khi tách sóng để lấy hai tín hiệu màu  $D_R$  và  $D_B$  ra khỏi sóng mang màu phụ, hai tín hiệu màu này được đưa vào bộ giải nhân (nén biên độ tần số cao của  $D_R$  và  $D_B$  xuống) lấy lại biên độ ban đầu đã bị sửa sai do việc tiền nhân khi thực hiện việc mã hóa.

Hai tín hiệu hiệu số màu do máy thu nhận được cùng với tín hiệu chói  $E_Y$  đang đợi sẵn để cùng vào ma trận. Ma trận sẽ gia công, xử lý các tín hiệu này để cho ba tín hiệu hiệu số màu R-Y, G-Y và B-Y. Ba tín hiệu này lại tiếp tục được xử lý ở 3 transistor khuếch đại sắc nhằm lấy ra 3 màu cơ bản RGB, đưa vào điều chế 3 súng điện tử tạo ra 3 màu cơ bản RGB của đèn hình màu nhằm tái tạo lại hình ảnh.

Kênh đồng bộ màu tách lấy các thông tin về nhân dạng từng dòng để điều khiển chuyển mạch điện tử hoạt động đúng nhịp với chuyển mạch điện tử của đài truyền hình.

### **Tóm tắt chương 9**

Nguyên lý truyền hình màu hiện nay dựa vào các kết quả nghiên cứu đặc điểm hệ thống thị giác của mắt người HVS (Human Vision System) và vào lý thuyết 3 màu cơ bản. Phương pháp tạo tín hiệu màu hoàn chỉnh bao gồm tín hiệu độ chói Y mang thông tin về hình ảnh đen trắng, tín hiệu hiệu số màu mang thông tin về màu được thực hiện đầu tiên ở Hoa kỳ bởi hệ truyền hình màu NTSC, phương pháp này cũng được áp dụng cho cả 2 hệ truyền hình màu còn lại PAL và SECAM.

Ba hệ thống truyền hình màu trên đang được sử dụng đồng thời, mỗi nước chọn một trong ba hệ truyền hình trên để làm hệ truyền hình cho nước mình. Từ năm 1990 dùng hệ truyền hình màu truyền hình màu PAL D/K.

Ánh sáng là một dạng năng lượng điện từ. Về phương diện vật lý, ánh sáng là sóng điện từ có tần số  $3,8 \times 10^{14}$  Hz đến  $7,8 \times 10^{14}$  Hz. Bước sóng 780 nm đến 380 nm. Các nguồn sáng trong tự nhiên thường có phổ liên tục. Năm 1704 Isaac Newton đã phân tích được ánh sáng trắng thành 7 sắc cầu vồng Đỏ, Cam, Vàng, Xanh lục, Lam. Chàm, Tím. Ngược lại, nếu dùng một đĩa Newton, trên đó có đủ 7 màu Đỏ, Cam, Vàng, Xanh lục, Lam. Chàm, Tím và quay với vận tốc khá nhanh, ta có cảm giác đang cảm thụ màu trắng.

Với quan điểm về sinh học, màu được đặc trưng bằng 3 đại lượng: sắc màu, độ chói, độ bảo hòa.

Ba nhà khoa học James Clerk Maxwell, Thomas Young và Hermann von Helmholtz đã đưa ra lý thuyết 3 màu làm cơ sở cho kỹ thuật truyền hình màu. Được phát biểu như sau:

***“ Tất cả các màu trong thiên nhiên đều có thể tạo ra từ 3 màu cơ bản Đỏ (Red), xanh lục (Green) và xanh dương (Blue) ”.***

Màu cơ bản (primary colors) là màu thỏa mãn điều kiện sau: Trộn hai màu bất kỳ, theo tỷ lệ bất kỳ với phương pháp trộn bất kỳ không thể nào tạo ra được màu cơ bản thứ ba. Mỗi màu cơ bản có một màu phụ, màu phụ này khi cộng với màu cơ bản sẽ cho ta màu trắng

Như vậy màu là cảm giác của ta khi quan sát cùng một lúc các bước sóng khác nhau. Sự trộn màu như trên được áp dụng trong việc truyền hình màu. Nghĩa là màu sắc ta cảm thụ được từ ảnh màu của đài truyền hình là do mắt ta trộn lại khi quan sát các màu có bước sóng khác nhau cùng một lúc.

Nhóm đỏ R, nhóm xanh lục G và nhóm xanh dương B, mỗi nhóm nhạy cảm nhất ở bước sóng tương ứng. Trong 3 nhóm trên, con người nhạy cảm nhất với màu xanh lục G, ít nhạy với màu xanh dương B.

Để truyền hình ảnh màu đi, tất cả các hệ truyền hình màu NTSC, SECAM, PAL vẫn truyền 4 thông tin của truyền hình đen trắng trên đồng thời phải truyền thêm 3 thông tin nữa có liên quan về màu: Hai thông tin về màu và một thông tin về đồng bộ màu.

Các hệ vô tuyến truyền hình màu phải đáp ứng những yêu cầu chung sau:

- \* Hình ảnh màu thu được ở máy thu hình màu phải sinh động, trung thực về màu sắc

- \* Bảo đảm tinh tương thích ừa.

- \*Đài phát hình màu chỉ được sử dụng kênh sóng hiện có của vô tuyến truyền hình đen trắng VHF hoặc UHF để thực hiện việc truyền hình màu.

Như thế, đài truyền hình màu ngoài việc truyền tín hiệu đen trắng gọi là tín hiệu độ chói Y, còn truyền đi 3 tín hiệu màu cơ bản R, G, B trên các kênh sóng mà truyền hình đen trắng đã chiếm chỗ. Tín hiệu ánh sáng Y là tổng cộng 3 tín hiệu màu cơ bản RGB theo một tỷ lệ định sẵn. Máy thu hình đen trắng khi thu tín hiệu của đài truyền hình màu sẽ thu tín hiệu này. Do độ nhạy của mắt đối với các bức xạ có bước sóng khác nhau là khác nhau. Mắt cảm thụ mạnh nhất ở màu xanh lục, kém nhất ở màu xanh dương. Do đó để tín hiệu Y có biên độ điện áp biến thiên giống sự cảm nhận độ sáng của mắt người, tín hiệu Y được đài truyền hình truyền đi theo tỷ lệ:  $U_Y = 0,3 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$ .

Để khỏi nặng tải tin, khỏi chiếm thêm kênh sóng, người ta không truyền 3 màu cơ bản RGB mà chỉ truyền đi các tín hiệu hiệu số màu là R-Y, B-Y và G-Y.

Trong thực tế các hệ truyền hình màu chỉ truyền đi hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y, còn G-Y sẽ được máy thu hình màu tạo ra. Người ta không truyền đi G - Y vì nó chứa ít thông tin về độ màu hơn hai tín hiệu hiệu số màu kia.

Để máy thu tạo ra tín hiệu hiệu số màu G - Y, hai tín hiệu hiệu số màu R - Y và B - Y được đưa vào một mạch điện gọi là ma trận có ở máy thu hình, ngõ ra của ma trận ta có 3 tín hiệu hiệu số màu

Tuy đài truyền hình gửi đi các tín hiệu hiệu số màu nhưng để tái tạo lại hình ảnh, máy thu hình màu cần phải có 3 tín hiệu màu cơ bản RGB theo hai phương pháp sau: Dùng ma trận, dùng các transistor khuếch đại sắc.

Ba tín hiệu màu cơ bản RGB thu được sẽ đưa vào 3 súng điện tử R,G,B để tái tạo lại ảnh màu ở máy thu hình màu. Do mắt người cảm nhận màu sắc kém hơn nhiều so với hình ảnh đen trắng, nên dải thông tần của màu chỉ 1,5MHz.

Sóng mang màu phụ trực tiếp mang hai tín hiệu hiệu số màu đến máy thu. Hai tín hiệu hiệu số màu được điều chế vào sóng mang màu phụ bằng nhiều phương pháp khác nhau. Mỗi hệ truyền hình màu chọn cho mình một hoặc hai sóng mang màu phụ, Điều khác biệt quan trọng này làm cho 3 hệ truyền hình màu NTSC, SECAM, PAL không thu được tín hiệu màu của nhau.

Riêng tín hiệu độ chói Y, các hệ truyền hình màu đều dùng sóng cực ngắn VHF hoặc UHF làm sóng mang, đều dùng phương pháp điều chế biên độ AM để điều chế tín hiệu độ chói Y vào sóng mang, nên các hệ truyền hình màu đều thu được tín hiệu đen trắng của nhau.

Người ta đem phổ của tín hiệu màu lồng vào tín hiệu đen trắng Để máy thu hình đen trắng thu được tín hiệu của đài phát màu và ngược lại

Hệ truyền hình màu NTSC do Hoa kỳ thiết kế năm 1953. Đây là hệ truyền hình màu đầu tiên trên thế giới, làm cơ sở cho các hệ truyền hình màu khác.Chính thức phát sóng vào năm 1954 trên kênh sóng của hệ FCC.

*Hệ truyền hình màu NTSC truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y ký hiệu I và Q, bằng cách điều biên nén SAM trên một sóng mang màu phụ. Trong đó I và Q lệch pha nhau  $90^\circ$ .*

Hệ NTSC sử dụng hệ FCC nên Y có dải thông tần từ 30Hz đến 4,2 MHz

Trước khi chèn vào tín hiệu chói Y, hai tín hiệu hiệu số màu  $E_I$  và  $E_Q$  được điều biên nén vào một sóng mang màu phụ có tần số 3,58MHz. Để chúng không bị lẫn lộn vào nhau, người ta cho sóng mang màu phụ biến điệu theo  $E_I$  sớm pha  $90^\circ$  so với sóng mang màu phụ biến điệu theo  $E_Q$ . Nghĩa là sóng mang màu phụ vẫn có tần số 3,58 MHz nhưng lệch pha nhau  $90^\circ$

Tần số tải màu được chọn là một bội số lẻ của tần số quét ngang: tần số sóng mang màu phụ của hệ NTSC là:

$$f_{SC} = 455 \times \frac{f_H}{2} = 455 \times \frac{15734,265}{2} = 3,579545 \text{ MHz} \approx 3,58 \text{ MHz}$$

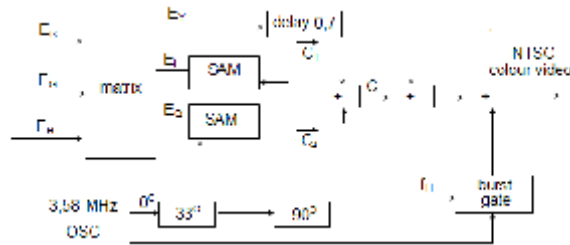
Châu Âu phát hệ NTSC trên sóng hệ OIRT (6,5MHz) hoặc CCIR (5,5 MHz), nên tần số sóng mang màu phụ:

$$f_{SC} = 567 \times \frac{15625}{2} = 4,4296875 \approx 4,43 \text{ MHz}$$

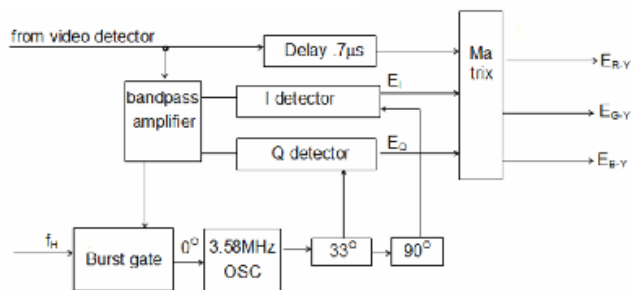
gọi là hệ NTSC sửa đổi hoặc là NTSC 4,43MHz.

Do điều biên nén, sóng mang màu phụ không đến được máy thu. Vì vậy máy thu hình NTSC phải tạo ra một dao động hình sin có tần số và pha giống tần số và pha của sóng mang màu phụ ở đài phát, đài phát hình phải truyền thêm một thông tin gọi là tín hiệu đồng bộ màu.

Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu NTSC được vẽ ở hình sau:



Sơ đồ khối bộ giải mã hệ truyền hình màu NTSC được vẽ ở hình sau:



Hệ truyền hình màu PAL do nhà khoa học người Đức ông Walter Bruch phát minh năm 1962. Ý tưởng cốt lõi của nhà phát minh ra hệ PAL là đảo ngược trục (R-Y) đi 180° cách dòng. Hệ truyền hình màu PAL có đặc điểm chính:



Truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y ký hiệu U và V bằng cách điều biên nén SAM trên một sóng mang màu phụ. Trong đó U và V lệch pha nhau  $90^\circ$  và tín hiệu V được đảo pha xen dòng.

Tín hiệu độ chói được phát đi theo hệ OIRT có dải thông tần 0-6MHz. Hai tín hiệu màu được định nghĩa là:  $u = 0,493 (E_B - E_Y)$  và  $v = 0,877 (E_R - E_Y)$

Tất cả máy thu hình hệ PAL đều có dùng dây trễ. Mục đích của dây trễ là sửa sai pha cho hệ PAL.

Việc sửa sai pha có hai bước, phối hợp giữa đài phát hình và máy thu hình.

**Bước thứ nhất:** Ở phía đài phát hình hệ PAL sẽ thay đổi cực tính của tín hiệu v theo mỗi dòng (pha tải màu thay đổi  $180^\circ$  sau mỗi dòng).

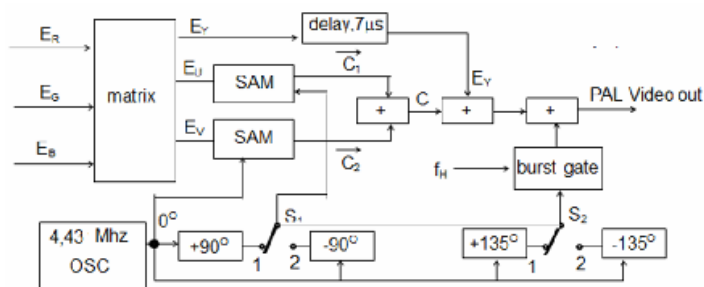
**Bước thứ hai:** Ở máy thu hình, chuyển mạch điện tử đảo pha cực tính tải màu. Chuyển mạch điện tử trong máy thu phải hoạt động đồng pha với phía đài truyền hình.

Hệ PAL cũng chọn tần số tải màu là một bội số lẻ của tần số quét ngang:

$$f_{sc} = (567 + 0,5) \frac{15725\text{Hz}}{2} + 25\text{Hz} = 4,433618\text{MHz} \approx 4,43 \text{ MHz}$$

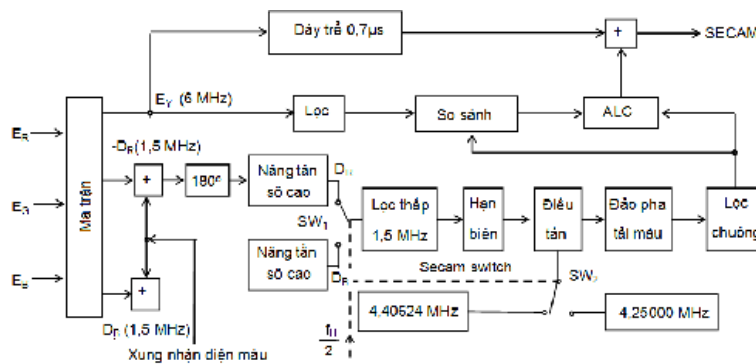
Sóng mang màu phụ 4,43 MHz cũng bị suy giảm ở đài phát. Muốn thực hiện việc tách sóng, máy thu phải tạo ra một dao động hình sin có tần số và pha giống tần số và pha của sóng mang màu phụ ở đài phát. Ngoài ra, chuyển mạch điện tử ở mạch lập mã màu để đảo pha cách dòng tín hiệu v. Giải mã màu để chọn pha  $-135^\circ$  và  $+135^\circ$  khi tách sóng điều biên nén, phải hoạt động đồng pha nhau.

Sơ đồ khối bộ mã hóa hệ truyền hình màu PAL

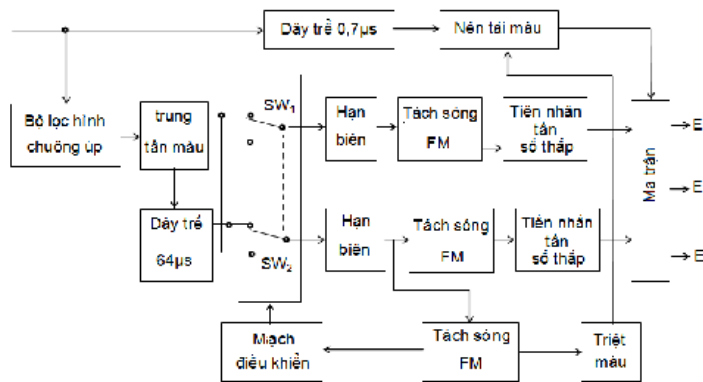


Sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL





Sơ đồ khối bộ giải mã hệ SECAM



### Bài tập ôn tập

- 1/ Trình bày các đặc trưng của màu sắc
- 2/ Trình bày lý thuyết ba màu
- 3/ Màu cơ bản được định nghĩa như thế nào?
- 4/ Trình bày các yêu cầu chung của các hệ truyền hình màu
- 5/ Tại sao các máy thu hình màu khác hệ không thu được tín hiệu màu của nhau
- 6/ Nhiệm vụ của sóng mang màu phụ
- 7/ Tại sao các máy thu hình đều thu được hình ảnh đen trắng của nhau.
- 8/ Trình bày đặc điểm của hệ truyền hình màu NTSC
- 9/ Trình bày đặc điểm của hệ truyền hình màu PAL
- 10/ Trình bày đặc điểm của hệ truyền hình màu SECAM
- 11/ Trình bày phương pháp sửa sai pha của hệ truyền hình màu PAL

12/ Hệ SECAM dùng biện pháp nào để có đủ hai tín hiệu hiệu số màu cho một dòng.

13/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ lập mã màu hệ NTSC

14/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ NTSC

15/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ lập mã màu hệ PAL

16/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ PAL

17/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ lập mã màu hệ SECAM

18/ Vẽ và trình bày nguyên lý hoạt động của sơ đồ khối bộ giải mã màu hệ SECAM

### **Các nhiệm vụ học tập**

\*Sinh viên tìm kiếm những máy thu hình màu một hệ (thường là máy thu hình màu nội địa Nhật hệ NTSC) và tập xác định vị trí của các khối trong máy. Vẽ lại thành sơ đồ nguyên lý một số khối dễ vẽ như: khuếch đại trung tần hình ảnh, nguồn cung cấp, quét dọc, quét ngang, giải mã màu..

\*Sinh viên tìm kiếm tài liệu ở thư viện hoặc khai thác ở internet để tìm hiểu thêm những sơ đồ nguyên lý của các máy thu hình màu một hệ và đa hệ. Tìm hiểu nguyên lý chuyển hệ màu tự động trong các sơ đồ nguyên lý trên.

### **Đề tài sinh viên:**

**Đề tài 1:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và soạn bài thí nghiệm: “*Máy thu hình màu*”

**Đề tài 2:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công chuyển đổi hệ truyền hình màu NTSC thành PAL. Yêu cầu giữ nguyên hệ NTSC cũ.

**Đề tài 3:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công chuyển đổi máy thu hình hệ NTSC thành máy thu hình hai hệ NTSC và PAL. Yêu cầu loại bỏ hệ NTSC cũ.

**Đề tài 4:** Nghiên cứu, tính toán, thiết kế và thi công chuyển đổi máy thu hình hệ NTSC thành máy thu hình hệ PAL.

### **Bài tập đánh giá**

1/Hệ truyền hình màu nào dùng phương pháp truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu?

a/ NTSC

b/ PAL

c/ SECAM

d/ NTSC và PAL

2/Trung tần âm thanh thứ hai của hệ truyền hình màu PAL:

- a/ 3,58 MHz
- b/ 4,43 MHz
- c/ 6,5 MHz
- d/ 4,5 MHz

3/Hệ truyền hình màu nào dùng phương pháp điều tần FM để điều chế hai tín hiệu hiệu số màu vào sóng mang?

- a/ NTSC
- b/ PAL
- c/ SECAM

d/ Không có hệ nào, vì các hệ thường dùng phương pháp điều chế tần số FM cho âm thanh

4/Xét về việc truyền âm thanh, các hệ truyền hình màu NTSC, SECAM, PAL có một điểm chung:

- a/ Dùng phương pháp điều tần FM để điều chế âm thanh vào sóng mang.
- b/ Dùng phương pháp điều biên AM để điều chế âm thanh vào sóng mang.
- c/ Dùng phương pháp điều biên nén SAM để điều chế âm thanh vào sóng mang.

d/ Có thể thu được âm thanh của nhau.

5/Tín hiệu hiệu số màu nào sẽ do máy thu hình tạo ra?

- a/ B-Y
- b/ R-Y
- c/ G-Y

d/ Không có tín hiệu hiệu số màu nào vì tất cả các tín hiệu đều phải do đài phát hình truyền đi.

6/ Các hệ truyền hình màu NTSC, PAL, SECAM không thể thu được hình ảnh màu của nhau vì:

a/ Sử dụng các trung tần hình ảnh khác nhau (NTSC: 45,75MHz, PAL: 38 MHz)

b/ Đã thu được hình ảnh đen trắng của nhau.

c/ Sử dụng các tần số khác nhau làm sóng mang màu phụ (NTSC: 3,58 MHz, PAL: 4,43MHz)

d/ Tần số hình ảnh khác nhau (NTSC:  $30\text{Hz} \div 4,2\text{ MHz}$ , PAL:  $30\text{ Hz} \div 6\text{MHz}$ )

7/ Hệ truyền hình màu PAL sửa sai pha bằng cách:

a/ Dùng một mạch sửa chữa sai pha nằm trong máy phát hình

b/ Đảo pha xen dòng

c/ Dùng một mạch sửa chữa sai pha nằm trong máy thu hình



c/ Dùng mạch AFC

d/ Truyền lần lượt hai tín hiệu hiệu số màu R-Y và B-Y

15/Theo lý thuyết ba màu của Young, Maxwell và Helmholtz thì tất cả các màu sắc trong tự nhiên đều được tạo ra bởi ba màu cơ bản là:

a/ Đỏ, Xanh dương, Vàng

b/ Đỏ, Xanh lục, Xanh dương

c/ Đỏ, Vàng, Cam

d/ Vàng, Xanh lục, Đỏ

16/ Việt Nam đang dùng hệ truyền hình màu nào để truyền hình?

a/ Hệ PAL M

b/ Hệ PAL D/K

c/ Hệ PAL B/G

d/ Hệ PAL N

17/ Tín hiệu hiệu số màu G – Y được tạo ra dựa theo công thức nào sau đây?

$$a/ (G - Y) = -\frac{0,3}{0,59}(B - Y) - \frac{0,11}{0,59}(R - Y)$$

$$b/ (G - Y) = -\frac{0,59}{0,3}(R - Y) - \frac{0,59}{0,11}(B - Y)$$

$$c/ (G - Y) = -\frac{0,3}{0,59}(R - Y) - \frac{0,11}{0,59}(B - Y)$$

$$d/ (G - Y) = -\frac{0,59}{0,3}(B - Y) - \frac{0,59}{0,11}(R - Y)$$

18/Trong Vô tuyến truyền hình màu, tín hiệu chói Y là tổng hợp của 3 màu cơ bản RGB theo tỷ lệ:

$$a/ U_Y = 0,59 U_R + 0,3 U_G + 0,11 U_B$$

$$b/ U_Y = 0,3 U_R + 0,59 U_G + 0,11 U_B$$

$$c/ U_Y = 0,3 U_R + 0,11 U_G + 0,59 U_B$$

$$d/ U_Y = 0,33 U_R + 0,33 U_G + 0,33 U_B$$

19/Ba màu cơ bản RGB khi trộn theo tỷ lệ:  $0,3R + 0,59G + 0,11B$  sẽ cho ta:

a/ Màu trắng

b/ Màu đen

c/ Tất cả các màu sắc trong tự nhiên

d/ Màu đỏ tía

### Tài liệu tham khảo

- 1/Vương Công: *Kỹ thuật xung* NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp 1975
- 2/ Phạm văn Đường: *Khuếch đại điện tử, bán dẫn, Vi điện tử* NXB Khoa học kỹ thuật 1985
- 3/ Phan văn Đường: *Thí nghiệm Vô tuyến điện* 1997
- 4/ Phan văn Đường: *Giáo trình Vô tuyến điện đại cương* 2000
- 5/ Phan văn Hồng: *Vô tuyến truyền hình màu* NXB Trẻ TP Hồ Chí Minh 1992
- 6/ Nguyễn thúc Huy: *Giáo trình Vô tuyến điện tử* NXB Giáo dục 1985
- 7/ Nguyễn kim Sách: *Kỹ thuật truyền hình màu* NXB Khoa học kỹ thuật 1985
- 8/ Nguyễn bình Thành: *Lý thuyết trường điện từ* NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp 1979
- 9/ Đỗ xuân Thụ: *Dụng cụ bán dẫn* NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp 1987
- 10/ Nguyễn Tiên: *Bài giảng Vô tuyến truyền hình màu* 1989 lớp Cao học Điện tử - Tin học: ĐHBK Hà Nội
- 11/ Nhiều tác giả: *Sách tra cứu kỹ thuật truyền hình*: 1992 Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội.
- 12/ Aisberg: *Vô tuyến truyền hình màu ... cũng đơn giản thôi* (tài liệu dịch) 1995 Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật Hà Nội
- 13/ Palinezki Antal: *Cơ sở lý thuyết truyền hình đen trắng và màu* (tài liệu dịch)
- 14/ V Dulin: *Electron devices* Mir Moscow 1980
- 15/ VT Frolkin and LN Popov: *Pulse Circuit* Mir Publishers Moscow 1982
- 16/ J. Wobst: *Colour Television*: 1990 Mir Publishers Moscow
- 17/Malvino: *Electronic Principles* download từ internet
- 18/ *Analog Television* download từ internet



## PHỤ LỤC

### BẢNG TỔNG QUAN VỀ BA HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU

	Hệ NTSC	Hệ SECAM	Hệ PAL
Phương thức truyền	Truyền đồng thời hai tín hiệu hiệu số màu I và Q trên một sóng mang màu phụ	Truyền lần lượt hai tín hiệu màu $D_R$ và $D_Q$ trên hai sóng mang màu phụ	Truyền đồng thời hai tín hiệu màu U và V trên một sóng mang màu phụ. Trong đó tín hiệu màu V đảo pha cách dòng.
Phương pháp điều chế sóng mang màu phụ	Điều biên nén SAM vuông pha.	Điều tần FM	Điều biên nén SAM vuông pha.
Năm và người phát minh	1953 do ủy ban hệ thống truyền hình quốc gia Mỹ	1957 do Kỹ sư Georges Henri de France của Pháp	1962 do Giáo sư Walter Bruch của hãng Telefunken Đức
Tần số sóng mang màu phụ	3,58 MHz	$f_{SCR} : 4,40625 \text{ MHz}$ $f_{SCB} : 4,42500 \text{ MHz}$	4,43 MHz
Tín hiệu độ chói Y	.3R + .59G + .11B	.3R + .59G + .11B	.3R + .59G + .11B

**BẢNG CÁC TIÊU CHUẨN TRUYỀN HÌNH THẾ GIỚI**

Tiêu chuẩn truyền hình	Số dòng	Dải thông của mỗi kênh (MHz)	Dải thông của tín hiệu hình (MHz)	Trung tần âm thanh thứ hai (MHz)	Điều chế tín hiệu hình	Điều chế tín hiệu âm thanh
A	405	5	3	3,5	+AM	AM
B	625	7	5	5,5	-AM	FM
C	625	7	5	5,5	+AM	AM
D	625	8	6	6,5	-AM	FM
E	819	14	10	11,15	+AM	AM
G	625	8	8	5,5	-AM	FM
H	625	8	8	5,5	-AM	FM
I	625	8	8	6	-AM	FM
K	625	8	8	6,5	-AM	FM
K <sub>1</sub>	625	8	8	6,5	-AM	FM
L	625	8	8	6,5	+AM	AM
M	525	6	6	4,5	-AM	FM
N	625	6	6	4,5	-AM	FM

**PHÂN BỐ KÊNH SÓNG VHF CỦA HỆ OIRT**

Kênh số	Tải tần hình ảnh MHz	Tải tần âm thanh MHz	Dải
1	49,25	56,75	<b>VHF<sub>L</sub></b>
2	59,25	65,75	
3	77,25	83,75	
4	85,25	91,75	
5	93,25	99,75	
6	175,25	181,75	<b>VHF<sub>H</sub></b>
7	183,25	189,75	
8	191,25	197,75	
9	199,25	205,75	

10	207,25	213,75	
11	215,25	221,75	
12	223,25	229,75	

Dải thông của mỗi kênh theo hệ OIRT là 8 MHz và khoảng cách giữa tải tần âm thanh và hình ảnh là 6,5 MHz

#### PHÂN BỐ KÊNH SÓNG VHF CỦA HỆ FCC

Kênh số	Tải tần hình ảnh MHz	Tải tần âm thanh MHz	Dải
2	55,25	59,75	<b>VHF<sub>L</sub></b>
3	61,25	65,75	
4	67,25	71,75	
5	77,25	81,75	<b>VHF<sub>H</sub></b>
6	83,25	87,75	
7	175,25	179,75	
8	181,25	185,75	
9	187,25	191,75	
10	193,25	197,75	
11	199,25	203,75	
12	205,25	209,75	
13	211,25	215,75	

Dải thông của mỗi kênh theo hệ FCC là 6 MHz và khoảng cách giữa tải tần âm thanh và hình ảnh là 4,5 MHz

#### PHÂN BỐ KÊNH SÓNG UHF HỆ OIRT

Kênh số	Tải tần hình (MHz)	Tải tần tiếng (MHz)	Kênh số	Tải tần hình (MHz)	Tải tần tiếng (MHz)
21	471,25	477,75	52	719,25	725,75
22	479,25	485,75	53	727,25	733,75
23	489,25	493,75	54	735,25	741,75
24	495,25	501,75	55	743,25	749,75
25	503,25	509,75	56	751,25	757,75

26	511,25	517,75	57	759,25	765,75
27	519,25	525,75	58	767,25	773,75
28	527,25	533,75	59	773,25	781,75
29	535,25	541,75	60	783,25	789,75
30	543,25	549,75	61	791,25	797,75
31	551,25	557,75	62	799,25	805,75
32	559,25	565,75	63	807,25	813,75
33	567,25	573,75	64	815,25	821,75
34	575,25	581,75	65	823,25	829,75
35	583,25	589,75	66	831,25	837,75
36	591,25	597,75	67	839,25	845,75
37	599,25	605,75	68	847,25	853,75
38	607,25	613,75	69	855,25	861,75
39	615,25	621,75	70	863,25	869,75
40	623,25	629,75	71	871,25	877,75
41	631,25	637,75	72	879,25	885,75
42	639,25	645,75	73	887,25	893,75
43	647,25	653,75	74	895,25	901,75
44	655,25	661,75	75	903,25	909,75
45	663,25	669,75	76	911,25	917,75
46	671,25	677,75	77	919,25	925,75
47	679,25	685,75	78	927,25	933,75
48	687,25	693,75	79	935,25	941,75
49	695,25	701,75	80	943,25	949,75
50	703,25	709,75	81	951,25	957,75
51	711,25	717,75			

Khoa công nghệ thông tin DH Sài Gòn

Dtvtk7

# MẠNG TRUYỀN DẪN VÔ TUYẾN WLAN

1. Trần Quốc Đạt
2. Lương Mạnh Hưng
3. Ngô Quang Huân

4. Nguyễn Sỹ Hiệp
5. Nguyễn Văn Linh
6. Nguyễn Việt Hà



# Nội dung chính

- \*. Giới thiệu về mạng WLAN
- \*. Các mô hình WLAN
- \*. Bảo mật trong mạng không dây.

## \* GIỚI THIỆU VỀ MẠNG WLAN

- WLAN là một loại mạng máy tính nhưng việc kết nối giữa các thành phần trong mạng không sử dụng các loại cáp như một mạng thông thường,

- Môi trường truyền thông của các thành phần trong mạng là không khí.

- Các thành phần trong mạng sử dụng sóng điện từ để truyền thông với nhau.

WLAN sử dụng các dải tần **2.4 GHz** và **5-GHz**.

\* Chuẩn 802.11b và 802.11g: 2.4-2.5 GHz.

\* Chuẩn 802.11a: 5.725 – 5.875 GHz .



\*

## CÁC MÔ HÌNH WLAN

- Mạng 802.11 linh hoạt về thiết kế, gồm 3 mô hình mạng sau:

A -Mô hình mạng độc lập(IBSSs) hay còn gọi là mạng Ad hoc

B -Mô hình mạng cơ sở (BSSs)

C -Mô hình mạng mở rộng(ESSs)

## MÔ HÌNH MẠNG AD HOC

- Các nút di động có card mạng wireless tập trung lại trong một không gian nhỏ để hình thành nên kết nối ngang cấp giữa chúng là chúng có thể trao đổi thông tin trực tiếp với nhau , không cần phải quản trị mạng.

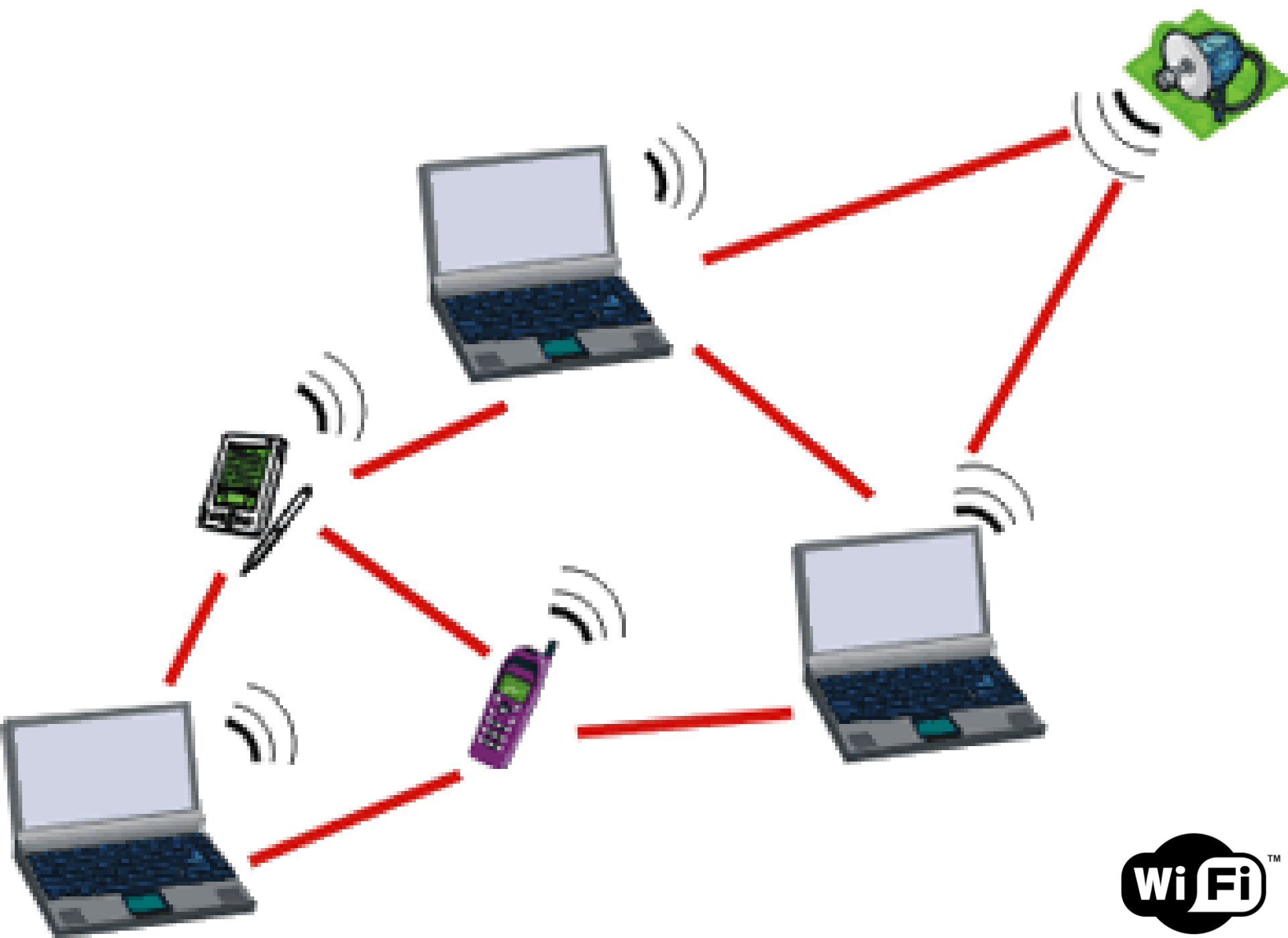


Hình 1-1

### Mô hình mạng Ad-hoc

- Các nodes chia sẻ các thông số chung như: kênh tần số, thiết lập nhận dạng, phương thức mật mã hóa.

base station





Rất thích hợp để sử dụng trong các hội nghị thương mại hoặc trong các nhóm làm việc tạm thời.

- Tuy nhiên chúng có thể có những nhược điểm về vùng phủ sóng bị giới hạn, mọi người sử dụng đều phải nghe được lẫn nhau.

# Mô hình mạng cơ sở

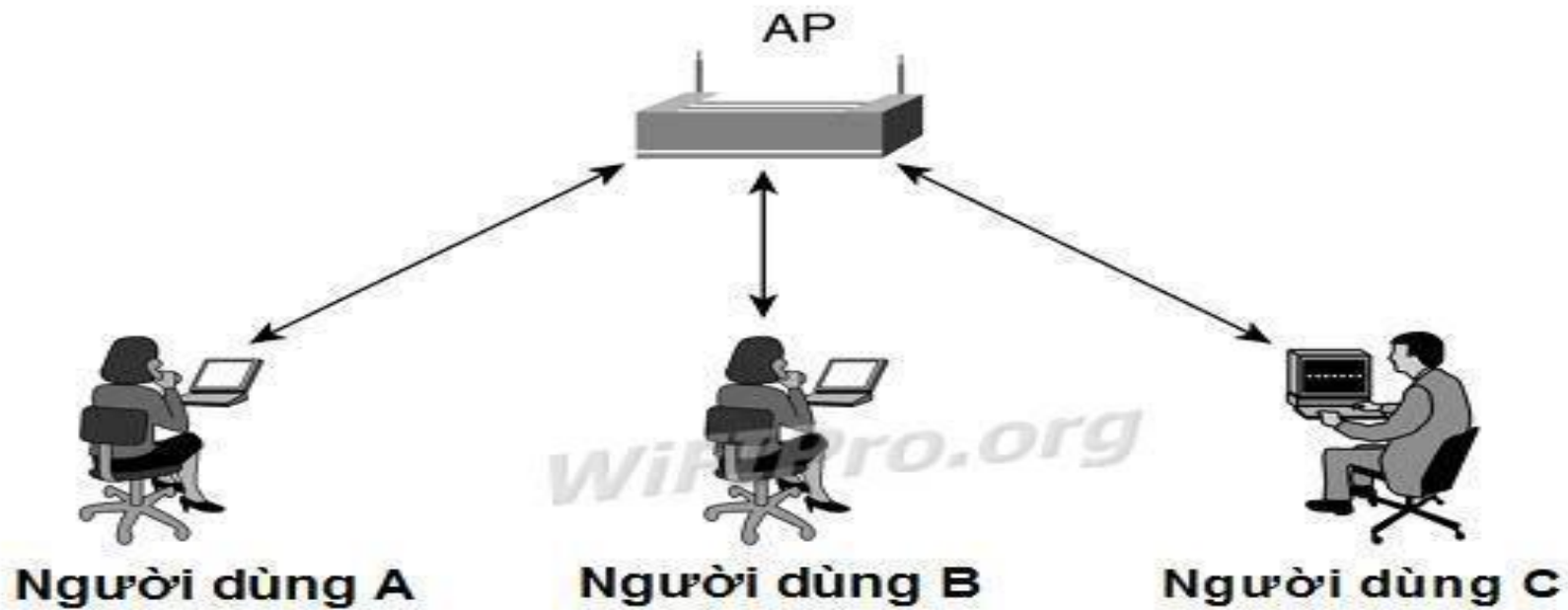
- Bao gồm các điểm truy nhập AP (Access Point) gắn với mạng đường trục hữu tuyến và giao tiếp với các thiết bị di động trong vùng phủ sóng của một cell.
- AP đóng vai trò điều khiển cell và điều khiển lưu lượng tới mạng. Các thiết bị di động không giao tiếp trực tiếp với nhau mà giao tiếp với các AP.
- Các cell có thể chồng lấn lên nhau khoảng 10-15 % cho phép các trạm di động có thể di chuyển mà không bị mất kết nối vô tuyến và cung cấp vùng phủ sóng với chi phí thấp nhất.



Mô hình Mạng cơ sở







Hình 1-2

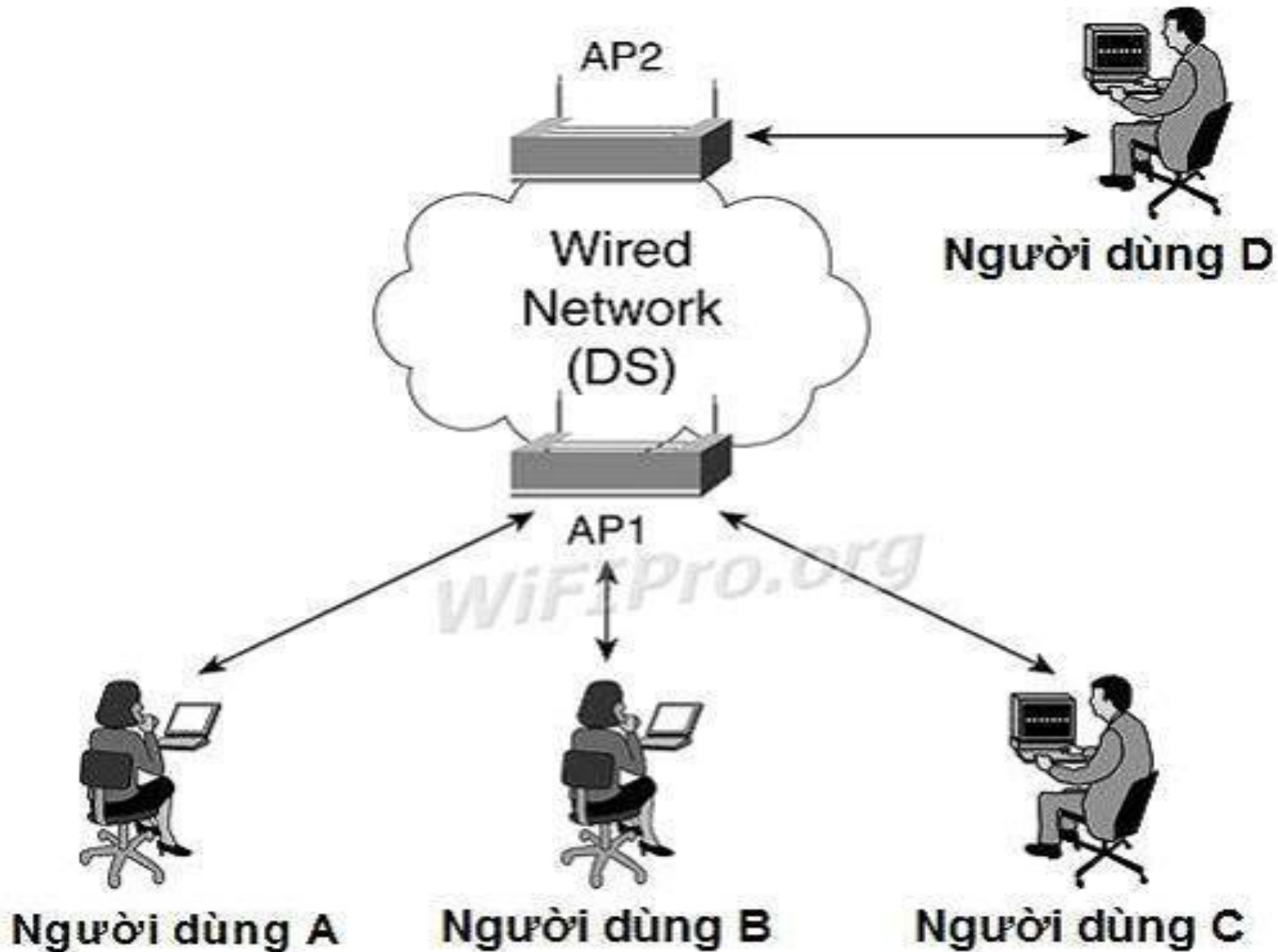
Mô hình mạng cơ sở

- Một điểm truy nhập nằm ở trung tâm có thể điều khiển và phân phối truy nhập cho các nút tranh chấp, giám sát lưu lượng mạng...

# MÔ HÌNH MẠNG MỞ RỘNG

- Mạng 802.11 mở rộng phạm vi di động tới một phạm vi bất kì thông qua ESS. Một ESSs là một tập hợp các BSSs nơi mà các Access Point giao tiếp với nhau để chuyển lưu lượng từ một BSS này đến một BSS khác để làm cho việc di chuyển dễ dàng của các trạm giữa các BSS,

- Access Point thực hiện việc giao tiếp thông qua hệ thống phân phối. Hệ thống phân phối là một lớp mỏng trong mỗi Access Point mà nó xác định đích đến cho một lưu lượng được nhận từ một BSS.



Hình 1-3



# Ưu điểm của WLAN

- Sự tiện lợi: Nó cho phép người dùng truy xuất tài nguyên mạng ở bất kỳ nơi đâu trong khu vực được phủ sóng

- Việc thiết lập hệ thống mạng không dây ban đầu chỉ cần ít nhất 1 access point. Với mạng dùng cáp, phải tốn thêm chi phí và có thể gặp khó khăn trong việc triển khai hệ thống cáp ở nhiều nơi trong tòa nhà.



- Với mạng không dây công cộng, người dùng có thể truy cập Internet miễn phí ở bất cứ đâu.

# Nhược điểm của WLAN

- Bảo mật: Môi trường kết nối không dây là không khí nên khả năng bị tấn công của người dùng là rất cao.
- Phạm vi: mạng chuẩn 802.11g có thể hoạt động tốt trong phạm vi vài chục mét. Nó phù hợp trong 1 căn nhà, với một tòa nhà lớn thì không đáp ứng được. Để đáp ứng cần phải mua thêm Repeater hay access point, dẫn đến chi phí gia tăng.
- Độ tin cậy: Vì sử dụng sóng vô tuyến để truyền thông nên việc bị nhiễu, tín hiệu bị giảm do tác động của các thiết bị khác. Làm giảm đáng kể hiệu quả hoạt động của mạng.
- Tốc độ: Tốc độ của mạng không dây (1- 125 Mbps) rất chậm so với mạng sử dụng cáp(100Mbps đến hàng Gbps).

# \* Bảo mật trong mạng không dây

Khi đã triển khai thành công hệ thống mạng không dây thì bảo mật là vấn đề kế tiếp cần phải quan tâm, công nghệ và giải pháp bảo mật cho mạng Wireless hiện tại cũng đang gặp phải nhiều nan giải. Với sự hỗ trợ của các công cụ thì Attacker dễ dàng phá vỡ sự bảo mật này.

HACKERS INC.



## Các kiểu tấn công trong WLAN

- 1\_ Tấn công Access Point.
- 2\_ Tấn công yêu cầu xác thực lại.
- 3\_ Tấn công dựa trên sự cảm nhận sóng mang lớp vật lý.
- 4\_ Tấn công ngắt kết nối .



## Tấn công Access Point

- Access Point giả mạo được dùng để mô tả những Access Point được tạo ra một cách vô tình hay cố ý làm ảnh hưởng đến hệ thống mạng hiện có.
- Kiểu tấn công này xảy ra khi:
  - + Access Point được cấu hình không hoàn chỉnh .
  - + Access Point giả mạo từ các mạng WLAN lân cận .
  - + Access Point giả mạo do kẻ tấn công tạo ra

## Tấn công yêu cầu xác thực lại

- Chèn các frame yêu cầu xác thực lại vào mạng WLAN bằng cách giả mạo địa chỉ MAC nguồn và đích lần lượt của Access Point và các người dùng.
- Người dùng khi nhận được frame yêu cầu xác thực lại thì nghĩ rằng chúng do Access Point gửi đến.
- Thông thường người dùng sẽ kết nối lại để phục hồi dịch vụ, nhưng kẻ tấn công đã nhanh chóng tiếp tục gửi các gói yêu cầu xác thực lại cho người dùng.

## Tấn công dựa trên cảm nhận sóng mang vật lý

- Kẻ tấn công lợi dụng giao thức chống độn độ làm cho người dùng nghĩ rằng lúc nào trong mạng cũng có 1 máy tính đang truyền thông. Điều này làm cho các máy tính khác luôn luôn ở trạng thái chờ đợi dẫn đến tình trạng ngẽn trong mạng.

## Tấn công ngắt kết nối

- Kẻ tấn công giả mạo Source và Destination MAC đến AP và các client tương ứng.
- Client sẽ nhận các yêu cầu hủy kết nối đến từ AP. Đồng thời kẻ tấn công cũng gửi yêu cầu đến AP.

# Mã hóa

Mã hóa là biến đổi dữ liệu để chỉ có các thành phần được xác nhận mới có thể giải mã được nó.

+ Mã hóa dòng (stream ciphers).

+ Mã hóa khối (block ciphers).

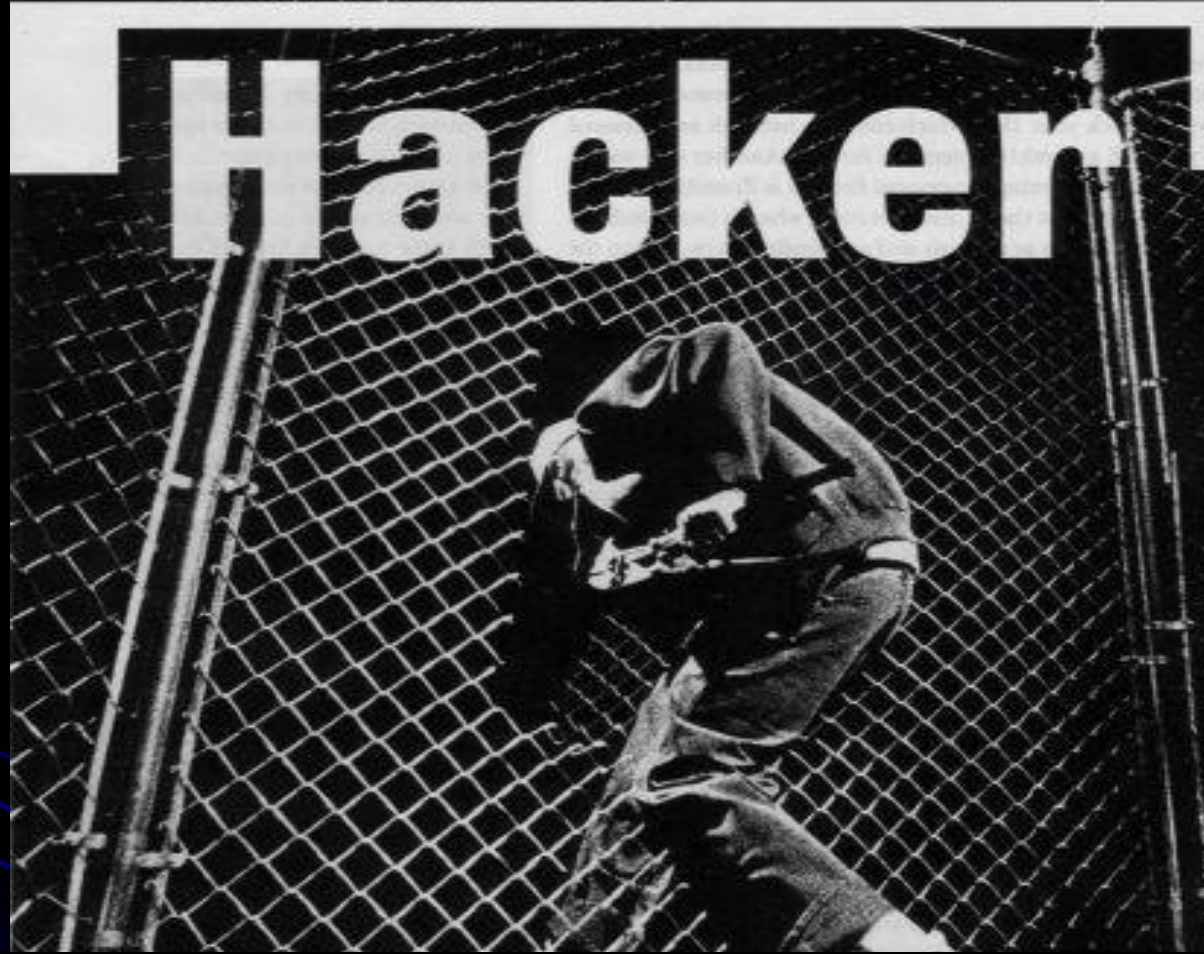


Trong mạng Wireless để bảo mật tối thiểu bạn cần một hệ thống có 2 thành phần sau:

- Authentication - chứng thực cho người dùng: quyết định cho ai có thể sử dụng mạng WLAN.
- Encryption - mã hóa dữ liệu: cung cấp tính bảo mật dữ liệu.

How to Hire a

# Hacker



Mạng Wireless truyền và nhận dữ liệu dựa trên sóng radio, trong bán kính cho phép bất cứ thiết bị nào có hỗ trợ truy cập Wireless đều có thể bắt sóng này. Cho nên rủi ro thông tin bị các attacker đánh cắp hoặc nghe trộm rất cao, có nhiều công cụ hỗ trợ cho việc nhận biết và phân tích thông tin của sóng Wireless sau đó dùng thông tin này để dò khóa WEP (như AirCrack, AirSnort..)

# WEP – Wired Equivalent Privacy

- WEP là một hệ thống mã hóa dùng cho việc bảo mật dữ liệu cho mạng Wireless,, ngăn chặn sự truy cập trái phép từ bên ngoài. Thực tế WEP là một thuật toán được dùng để mã hóa và giải mã dữ liệu.

Đặc tính kỹ thuật của WEP:

- Điều khiển việc truy cập, ngăn chặn sự truy cập của những Client không có khóa phù hợp
- Sự bảo mật nhằm bảo vệ dữ liệu trên mạng bằng cách mã hóa chúng và chỉ cho những Client nào có đúng khóa WEP giải mã



## WPA - Wi-fi Protected Access

WPA được thiết kế nhằm thay thế cho WEP vì có tính bảo mật cao hơn. WPA key hashing là một sự cải tiến dựa trên WEP, là vì nó tự động thay đổi khóa, điều này gây khó khăn rất nhiều cho các Attacker dò thấy khóa của mạng.

Mặt khác WPA cũng cải tiến cả phương thức chứng thực và mã hóa. WPA bảo mật mạnh hơn WEP rất nhiều. Vì WPA sử dụng hệ thống kiểm tra và bảo đảm tính toàn vẹn của dữ liệu tốt hơn WEP

## WPA2 – Wi-fi Protected Access 2

- WPA2 cũng có cấp độ bảo mật rất cao tương tự như chuẩn WPA, nhằm bảo vệ cho người dùng và người quản trị đối với tài khoản và dữ liệu.
- Trên thực tế WPA2 cung cấp hệ thống mã hóa mạnh hơn so với WPA. WPA2 sử dụng rất nhiều thuật toán để mã hóa dữ liệu

## WPA2 – Wi-fi Protected Access 2

-WPA2 cũng có cấp độ bảo mật rất cao tương tự như chuẩn WPA, nhằm bảo vệ cho người dùng và người quản trị đối với tài khoản và dữ liệu.

-Trên thực tế WPA2 cung cấp hệ thống mã hóa mạnh hơn so với WPA, và đây cũng là nhu cầu của các tập đoàn và doanh nghiệp có quy mô lớn. WPA2 sử dụng rất nhiều thuật toán để mã hóa dữ liệu như \*\*IP, RC4, AES.... Những hệ thống sử dụng WPA2 đều tương thích với WPA.



Thanks for watching...

300