

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

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: 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**

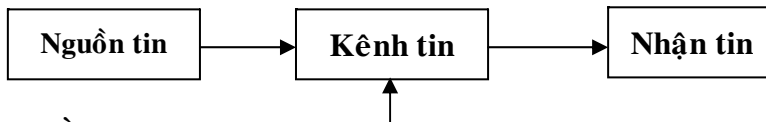
Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

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.

Chương 1. LÝ THUYẾT THÔNG TIN

Hệ thống thông tin được định nghĩa là hệ thống chuyển tải tin tức từ nguồn phát tin đến nơi thu nhận ở một khoảng cách nào đó. Nếu khoảng cách thông tin này lớn hơn so với kích thước của thiết bị (cự ly thông tin xa), ta có một hệ thống viễn thông. Hệ thống thông tin có thể được thực hiện giữa một hay nhiều nguồn phát tin đồng thời đến một hay nhiều nơi nhận tin, do đó ta có kiểu thông tin một đường, đa đường, phương thức thông tin một chiều, hai chiều hay nhiều chiều. Môi trường thông tin có thể ở dạng hữu tuyến hoặc vô tuyến, chẳng hạn dùng dây truyền sóng, cable truyền tin hoặc sóng điện từ vô tuyến.



- **Nguồn tin:**

- + Là tập hợp các tin HT³ dùng để lập các bản tin khác nhau trong sự truyền.

- + Nguồn tin được mô hình hoá toán học bằng bốn quá trình sau:

- Quá trình ngẫu nhiên liên tục.

- Quá trình ngẫu nhiên rời rạc.

- Dãy ngẫu nhiên liên tục.

- Dãy ngẫu nhiên rời rạc.

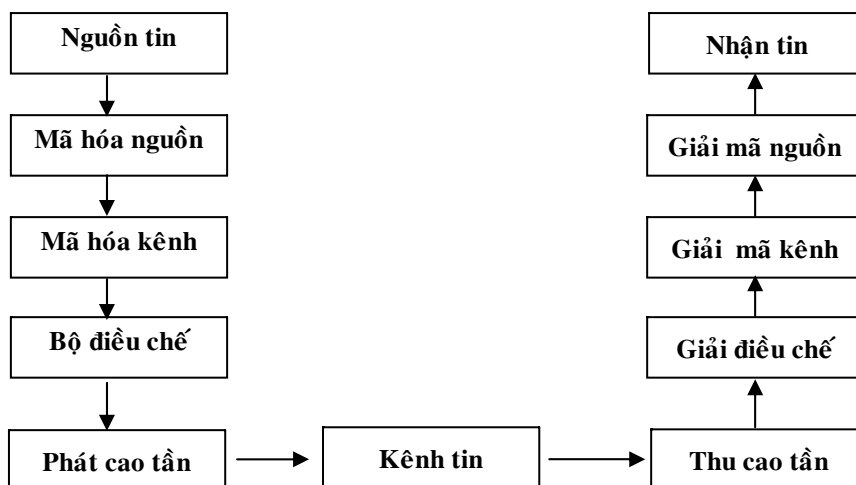
- **Kênh tin:** là nơi diễn ra sự truyền lan của tín hiệu mang tin và chịu tác động của nhiễu.

$$S_0(t) = N_m S_i(t) + N_a(t)$$

- + $S_i(t)$: Tín hiệu vào & $S_0(t)$: tín hiệu ra của kênh tin

- + $N_m(t), N_a(t)$: đặc trưng cho nhiễu nhân, nhiễu cộng.

- **Nhận tin:** là đầu cuối của HT³ làm nhiệm vụ khôi phục tin tức ban đầu.



Hệ thống truyền tin số (rời rạc)

- Hai vấn đề cơ bản của hệ thống truyền tin:
 - + Vấn đề hiệu suất, nói cách khác là tốc độ truyền tin của hệ thống.
 - + Vấn đề độ chính xác, nói cách khác là khả năng chống nhiễu của hệ thống.

1.1 ĐO LƯỜNG THÔNG TIN VÀ MÃ HOÁ NGUỒN

1.1.1 Lượng đo tin tức

Nguồn A có m tín hiệu đẳng xác xuất, một tin do nguồn A hình thành là một dãy n ký hiệu a_i bất kỳ ($a_i \in A$).

- Lượng tin chứa trong một a_i bất kỳ:

$$I(a_i) = \log m \quad (1)$$

- Lượng tin chứa trong một dãy x gồm n ký hiệu:

$$I(x) = n \log m \quad (2)$$

Đơn vị lượng đo thông tin thường được chọn là cơ số 2.

- Khi m ký hiệu của nguồn tin có xác suất khác nhau và không độc lập thống kê với nhau thì

$$I(x_i) = \log (1/p(a_i)) \quad (3)$$

- Lượng trị riêng:

$$I(x_i) = -\log p(x_i) \quad (4)$$

Là lượng tin ban đầu được xác định bằng xác suất tiên nghiệm.

- Lượng tin còn lại của x_i sau khi đã nhận được y_j được xác định bằng xác suất hậu nghiệm.

$$I(x_i / y_j) = -\log p\left(\frac{x_i}{y_j}\right) \quad (5)$$

- Lượng tin tương hỗ:

$$I(x_i / y_j) = I(x_i) - I(x_i / y_j) = \log \frac{p\left(\frac{x_i}{y_j}\right)}{p(x_i)} \quad (6)$$

- Đặc tính của lượng tin:

$$+ I(x_i) \geq I(x_i; y_j) \quad (7)$$

$$+ I(x_i) \geq 0 \quad (8)$$

$$+ I(x_i, y_j) = I(x_i) + I(y_j) - I(x_i; y_j) \quad (9)$$

Khi cặp x_i, y_j độc lập thống kê với nhau thì $I(x_i; y_j) = 0$

Ta có:

$$I(x_i; y_j) = I(x_i) + I(y_j) \quad (10)$$

- **Lượng tin trung bình:** là lượng tin tức trung bình chứa trong m ký hiệu bất kỳ của nguồn đã cho.

$$I(x) = -\sum_x p(x) \log p(x) \quad (11)$$

- **Lượng tin tương hỗ trung bình:**

$$I(X, Y) = \sum_{XY} p(x, y) \log \frac{p(x/y)}{p(x)} \quad (12)$$

- **Lượng tin riêng trung bình có điều kiện:**

$$I(Y/X) = -\sum_{XY} p(x, y) \log(y/x) \quad (13)$$

1.1.2 Entropy và tốc độ thông tin

Entrôpi nguồn rời rạc: là một thông số thống kê cơ bản của nguồn. Về ý nghĩa vật lý độ bất ngờ và lượng thông tin trái ngược nhau, nhưng về số đo chúng bằng nhau:

$$H(X) = I(X) = -\sum p(x) \log p(x) \quad (1)$$

- **Đặc tính của Entrôpi $H(X)$:**

+ $H(X) \geq 0$

+ $H(X) = 0$ khi nguồn tin chỉ có một ký hiệu

+ $H(X)$ max khi xác suất xuất hiện các ký hiệu của nguồn bằng nhau.

- **Entrôpi đồng thời:** là độ bất định trung bình của một cặp (x, y) bất kỳ trong tích XY .

$$H(XY) = -\sum_{-XY} p(x, y) \log p(x, y) \quad (2)$$

- **Entrôpi có điều kiện:**

$$H(X/Y) = -\sum_{-XY} p(x, y) \log p(x/y) \quad (3)$$

- **Tốc độ thiết lập tin của nguồn:**

$$R = n_0 \cdot H(X) \text{ (bps)} \quad (1)$$

+ $H(X)$; entropi của nguồn.

+ n_0 : số ký hiệu được lập trong một đơn vị thời gian

- **Thông lượng của kênh C** là lượng thông tin tối đa kênh cho qua đi trong một đơn vị thời gian mà không gây sai nhầm. C (bps)

- **Thông thường $R < C$** , để R tiến tới gần C ta dùng phép mã hoá thống kê tối ưu để tăng Entrôpi.

+ **Thông lượng kênh rời rạc không nhiễu:**

$$C = R_{\max} = n_0 \cdot H(X)_{\max} \quad (\text{bps}) \quad (2)$$

Độ dư của nguồn:

$$r = 1 - \frac{H(X)}{H(X)_{\max}} \quad (3)$$

Dùng phương pháp mã hóa tối ưu để giảm độ dư của nguồn đến không hoặc sử dụng độ dư của nguồn để xây dựng mã hiệu chống nhiễu.

+ Thông lượng kênh rời rạc có nhiễu:

$$R = n_0 I(X;Y) = n_0 [H(X) - H(X/Y)] \quad (\text{bps}) \quad (4)$$

Tốc độ lập tin cực đại trong kênh có nhiễu:

$$C = R_{\max} = n_0 [H(X) - H(X/Y)]_{\max} \quad (\text{bps}) \quad (5)$$

1.1.3 Mã hóa nguồn rời rạc không nhớ

Khi một nguồn rời rạc không nhớ tạo ra M ký tự gần như bằng nhau, $R = r \log M$, tất cả các ký tự đều chứa cùng một lượng tin và việc truyền tin hiệu quả có thể thực hiện ở dạng M -ary với tốc độ tin hiệu bằng với tốc độ ký tự r . Nhưng khi các ký tự có xác suất khác nhau, $R = rH(X) < r \log M$, việc truyền tin hiệu quả đòi hỏi quá trình mã hoá nguồn được thực hiện dựa trên lượng tin biến đổi của mỗi ký tự. Trong phần này ta sẽ xét đến việc mã hoá nhị phân.

Bộ mã hoá nhị phân, chuyển các ký tự đến từ nguồn thành những từ mã chứa các chữ số nhị phân được tạo ra với tốc độ bit cố định r_b . Xét ở ngõ ra, bộ mã hoá giống như một nguồn nhị phân với entropy $\Omega(p)$ và tốc độ thông tin $r_b \Omega(p) \leq r_b \log 2 = r_b$. Rõ ràng, mã hoá không tạo ra thông tin thêm và cũng không huỷ hoại thông tin để cho mã hoàn toàn có thể giải đoán được. Do vậy, thiết lập phương trình về tốc độ truyền tin giữa ngõ vào và ngõ ra của bộ mã hoá, ta có: $R = rH(X) = r_b \Omega(p) \leq r_b$ hay $r_b/r \geq H(X)$.

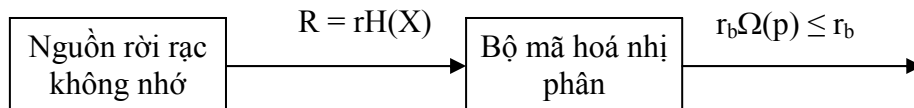
Đại lượng r_b/r là một thông số quan trọng được gọi là độ dài mã trung bình. Về mặt vật lý, độ dài mã trung bình là số chữ số nhị phân trung bình trên mỗi ký tự nguồn. Về mặt toán học ta có trung bình thống kê:

$$\bar{N} = \sum_{i=1}^M P_i N_i$$

Định lý mã hoá nguồn của Shannon phát biểu rằng giá trị cực tiểu của \bar{N} nằm trong khoảng:

$$H(X) \leq \bar{N} < H(X) + \varepsilon$$

Trong đó ε là một đại lượng mang dấu dương.



1.2 TRUYỀN TIN TRÊN KÊNH RÒI RẠC

1.2.1 Lượng tin tương hỗ

Xét hệ thống truyền tin như trong hình bên. Một nguồn rời rạc chọn các ký tự từ bảng chữ các X để truyền qua kênh. Lý tưởng, kênh truyền phải tái tạo tại đích ký tự được phát tại nguồn. Tuy nhiên, nhiễu và các suy hao truyền khác làm khác đi ký tự nguồn và kết quả là thu được bảng ký tự Y tại đích. Ta muốn đo lượng tin truyền đi trong trường hợp này.

Nhiều loại xác suất ký tự khác nhau được sử dụng liên quan đến hai nguồn trên, một số được định nghĩa như sau:

$P(x_i)$ là xác suất mà nguồn chọn ký tự truyền x_i

$P(y_i)$ là xác suất ký tự y_i được nhận tại đích.

$P(x_i y_i)$ là xác suất để x_i được phát và y_i được nhận.

$P(x_i/y_i)$ là xác suất có điều kiện khi truyền đi x_i và nhận được y_i

$P(y_i/x_i)$ là xác suất có điều kiện khi y_i được nhận và ký tự truyền đi là x_i .

Lượng tin tương hỗ được định nghĩa như sau:

$$I(x_i; y_j) = \log \frac{P(x_i | y_j)}{P(x_i)} \text{ bit}$$

Lượng tin tương hỗ thể hiện lượng tin truyền đi khi phát x_i và thu được y_i .

Ngoài ra, người ta còn định nghĩa lượng tin tương hỗ trung bình. Đại lượng này đặc trưng cho lượng tin nguồn trung bình đạt được trên mỗi ký tự được nhận.

$$I(X; Y) = \sum_{i,j} P(x_i y_j) I(x_i; y_j)$$

Qua một vài phép biến đổi ta được:

$$I(X; Y) = H(X) - H(X | Y)$$

Trong đó:

$$H(X | Y) = \sum_{i,j} P(x_i y_j) \log \frac{1}{P(x_i | y_j)}$$

Là lượng tin mất đi trên kênh nhiễu.

1.2.2 Dung lượng kênh thông tin rời rạc

Dung lượng kênh được định nghĩa là lượng tin cực đại được truyền qua trên mỗi ký tự kênh:

$$C_s = \max_{P(x_i)} I(X; Y) \text{ (bit/symbol)}$$

Ngoài ra, người ta còn đo dung lượng kênh theo tốc độ tin. Nếu gọi s là tốc độ ký tự tối đa cho phép bởi kênh thì dung lượng trên mỗi đơn vị thời gian được tính như sau:

$$C = sC_s \text{ (bit/sec)}$$

Định lý cơ bản của Shannon đối với một kênh truyền có nhiễu được phát biểu như sau:

Nếu một kênh có dung lượng kênh C và một nguồn có tốc độ tin $R \leq C$ thì tồn tại một hệ thống mã hoá để ngõ ra của nguồn có thể được phát qua kênh với một tần số lỗi rất nhỏ. Ngược lại, nếu $R > C$ thì không thể truyền tin mà không có lỗi.

1.3 MÃ HOÁ NGUỒN TIN

1.3.1 Mã hiệu

1) Mã hiệu và các thông số cơ bản của mã hiệu:

- Cơ số của mã (m) là số các ký hiệu khác nhau trong bảng chữ của mã. Đối với mã nhị phân m= 2.
- Độ dài của mã n là số ký hiệu trong một từ mã. Nên độ dài các từ mã như nhau ta gọi là mã đều, ngược lại là mã không đều.
- Độ dài trung bình của bộ mã:

$$\bar{n} = \sum_{i=1} p(x_i)n_i \quad (1)$$

+ p(x_i): xác suất xuất hiện tin x_i của nguồn X được mã hóa.

+ n_i : độ dài từ mã tương ứng với tin x_i.

+ N: Tổng số từ mã tương ứng với tổng số các tin của x_i

- Tổng hợp các tổ hợp mã có thể có được: N₀=2ⁿ., nếu:

+ N < N₀ ta gọi là mã vớ.

+ N > N₀ ta gọi là mã đầy

2) Điều kiện thiết lập mã hiệu:

- Điều kiện chung cho các loại mã là quy luật đảm bảo sự phân tích các tổ hợp mã.

- Điều kiện riêng cho các loại mã:

+ Đối với mã thống kê tối ưu: độ dài trung bình tối thiểu của mã.

+ Đối với mã sửa sai: khả năng phát hiện và sửa sai cao.

3) PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN MÃ.

a- Các bảng mã:

Tin	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
Từ mã	00	01	100	1010	1011

Mặt tạo độ mã:

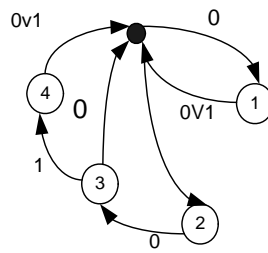
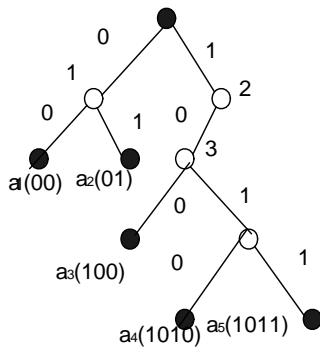
$$b_i = \sum_{K=1}^n \sigma_K 2^{K-1} \quad (1)$$

σ_K = 0 hay 1;

K: số thứ tự của ký hiệu trong từ mã

b- Đồ hình mã:

Cây mã



Đồ hình kết cấu

c- Hàm cấu trúc của mã:

$$G(n_i) = \begin{cases} 2 & \text{Khi } n_i = 2 \\ 1 & \text{Khi } n_i = 3 \\ 2 & \text{Khi } n_i = 4 \end{cases}$$

4) Điều kiện để mã phân tách được :

• Mã có tính Prêphic

- Bất kỳ dãy các từ mã nào của bộ mã cũng không được trùng với một dãy từ mã khác của cùng bộ mã.
- Mã có tính prêphic nếu bất kỳ tổ hợp mã nào cũng không phải là prêphic của một tổ hợp nào khác cùng bộ mã. Điều kiện để mã có tính prêphic:

$$\sum_{j=1}^n 2^{-j} G(j) \leq 1$$

- Mã hệ thống có tính phêphic được xây dựng từ một mã prêphic nào đó bằng cách lấy một số tổ hợp của mã prêphic gốc làm tổ hợp sơ đẳng và các tổ hợp còn lại làm tổ hợp cuối. Ghép các tổ hợp sơ đẳng với nhau và nối một trong các tổ hợp cuối vào thành tổ hợp mã mới gọi là mã hệ thống có tính prêphic.

• Ví dụ: Lấy bộ mã prêphic 1,00,010,011

- Các tổ hợp sơ đẳng: 1,00,010
- Một tổ hợp cuối: 011

• Gọi :

- n_1, n_2, \dots, n_i là độ dài các tổ hợp sơ đẳng
- $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ là độ dài các tổ hợp cuối
- Số có thể có được các dãy ghép bằng các tổ hợp sơ đẳng có độ dài n_j bằng :

$$g(n_j) = g(n_j - n_1) + g(n_j - n_2) + \dots + g(n_j - n_i) \quad (1)$$

Trong đó: $n_j \geq 1$; $g(0) = 1$; $g(n_j < 0) = 0$

- Nếu chỉ dùng một tổ hợp cuối λ , hàm cấu trúc mã sẽ là:

$$G(n_j) = g(n_j - \lambda) \quad (2)$$

+ Từ (1) và (2) ta có công thức truy chứng tính $G(n_j)$

$$G(n_j) = G(n_j - n_1) + G(n_j - n_2) + \dots + G(n_j - n_i) \quad (3)$$

Trong đó: $n_j \geq \lambda + 1$; $G(n_j = \lambda) = 1$; $G(n_j < \lambda) = 0$

+ Từ (1) ta có: $n_1=1, n_2=2, n_3=3$ và $\lambda = 3$

$$\Rightarrow g(n_j) = g(n_j - 1) + g(n_j - 2) + g(n_j - 3)$$

$$g(n_j=1) = g(0) + g(-1) + g(-2) = 1 \rightarrow \text{có 1 dãy 1}$$

$$g(n_j=2) = g(1) + g(0) + g(-1) = 2 \rightarrow \text{có 2 dãy: 00 và 11}$$

$$g(n_j=3) = g(2) + g(1) + g(0) = 4 \rightarrow \text{có 4 dãy: 111, 100, 001, 010}$$

+ Từ (3) ta có:

$$G(n_j) = G(n_j - 1) + G(n_j - 2) + G(n_j - 3)$$

Trong đó: $n_j = \lambda + 1 = 4$; $G(n_j=3) = 1$; $G(n_j < 3) = 0$

$$G(4) = G(3) + G(2) + G(1) = 1 \rightarrow \text{có 1 dãy 1011}$$

$$G(5) = G(4) + G(3) + G(2) = 2 \rightarrow \text{có 2 dãy: 11011 và 00011}$$

$$G(6) = G(5) + G(4) + G(3) = 4 \rightarrow \text{có 4 dãy: 111011, 100011, 001011, 010011}$$

$$G(7) = G(6) + G(5) + G(4) = 7$$

+ Ta có thể tìm $G(n_j)$ từ công thức (2) :

$$G(n_j) = g(n_j - 3)$$

$$G(4) = g(4 - 3) = g(1) = 1$$

$$G(5) = g(5 - 3) = g(2) = 2$$

$$G(6) = g(6 - 3) = g(3) = 4$$

- Nếu dùng nhiều tổ hợp cuối để ghép $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$, cách ghép các dãy tổ hợp sơ đẳng với một trong các tổ hợp cuối có nhiều cách.

$$G(n_j) = g(n_j - \lambda_1) + g(n_j - \lambda_2) + \dots + g(n_j - \lambda_k) \quad (4)$$

- Ví dụ: Với bộ mã ở trên ta lấy

+ Hai tổ hợp sơ đẳng : 1, 00 $\Rightarrow n_1=1, n_2=2$

+ Hai tổ hợp cuối: 010, 011 $\Rightarrow \lambda_1 = \lambda_2 = 3$

+ Từ (1) ta tính được số có thể có được các dãy ghép bằng các tổ hợp sơ đẳng có độ dài n_j bằng:

$$g(n_j) = g(n_j - 1) + g(n_j - 2)$$

Trong đó $n_j \geq 1, g(0) = 1, g(-1) = 0$

$$g(1) = g(0) + g(-1) = 1 \Rightarrow \text{1 dãy : 1}$$

$$g(2) = g(1) + g(0) = 2 \Rightarrow \text{2 dãy : 11 và 00}$$

$$g(3) = g(2) + g(1) = 3 \Rightarrow \text{3 dãy : 111, 100, 001}$$

$$g(4) = g(3) + g(2) = 5 \Rightarrow \text{5 dãy : 1111, 0000, 1100, 0011, 1001}$$

+ Từ (2) ta có:

$G(n_j) = 2g(n_j-3)$ trong đó $n_j \geq 4$; $G(3) = 1$; $G(<3) = 0$

$G(4) = 2g(1) = 2 \times 1 = 2 \Rightarrow 1010$ và 1011

$G(5) = 2g(2) = 2 \times 2 = 4 \Rightarrow 11010, 00010, 11011, \text{ và } 00011$

$G(6) = 2g(3) = 2 \times 3 = 6 \Rightarrow 111010, 100010, 001010, 111011, 100011, \text{ và } 001011$

$G(7) = 2g(4) = 2 \times 5 = 10$

1.3.2 Các loại mã thống kê tối ưu (TKTU)

1) Một số định lý cơ bản của mã TKTU

- Định lý giới hạn về độ dài trung bình của từ mã: \bar{n}

$$H(U) \leq \bar{n} \leq H(U) + 1 \quad (1)$$

\Rightarrow mã thống kê có hai đặc điểm sau:

- Các ký hiệu khác nhau của bộ chữ phải đồng xác suất.
- Xác suất xuất hiện các ký hiệu trong từ mã không phụ thuộc sự có mặt của các ký hiệu ra trước.

- Tiêu chuẩn mã kinh tế tối ưu:

$$\rho = \frac{H(U)}{\bar{n}} \quad (2) \quad H(U): \text{Entropy của nguồn}$$

\bar{n} : độ dài trung bình của từ mã.

$\Rightarrow \rho$ càng tiến tới 1 tính kinh tế của mã càng cao.

- Mã thống kê có tính prefixic.

- $2^{-n_i} \leq p(u_i) \quad (3) \ \& \ \sum_{i=1}^N 2^{-n_i} \leq 1 \quad (4)$

2) Mã Thống kê tối ưu Sannon:

Các bước thực hiện mã thống kê tối ưu Sannon:

Bước 1: Liệt kê các tin của nguồn U_i và các xác suất p_i tương ứng theo xác suất giảm dần.

Bước 2: Ứng với mỗi hàng u_i, p_i ghi một số P_i theo biểu thức:

$$P_i = p_1 + p_2 + \dots + p_{i-1}$$

Bước 3: Đổi các số thập phân P_i thành các số nhị phân

Bước 4: Tính độ dài từ mã:

$$2^{-n_i} \leq p(u_i) \leq 2^{1-n_i} \quad (2)$$

Bước 5: Từ mã (n_i, b_i) sẽ là n_i ký hiệu nhị phân (kể từ số lẻ trở đi) của số nhị phân P_i

Ví dụ: lập mã cho nguồn U có sơ đồ thống kê:

U_i	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7
p_i	0,34	0,23	0,19	0,1	0,07	0,06	0,01

U_i	p_i	P_i	Số nhị phân P_i	n_i	Từ mã
U_1	0,34	0	0,0000	2	00
U_2	0,23	0,34	0,0101	3	010
U_3	0,19	0,57	0,1001	3	100
U_4	0,1	0,76	0,1100	4	1100
U_5	0,07	0,86	0,11011	4	1101
U_6	0,06	0,93	0,11101	5	11101
U_7	0,01	0,99	0,1111110	7	1111110

+ P_i được tính theo bước 2: $i = 1 \rightarrow P_1 = p_0 = 0$

$$i = 2 \rightarrow P_2 = p_1 = 0,34$$

$$i = 3 \rightarrow P_3 = p_1 + p_2 = 0,57$$

+ Đổi P_i sang số nhị phân:

$ \begin{array}{r} P_i = 0,34 \\ \underline{\times 2} \\ 0,68 \rightarrow 0 \\ \underline{\times 2} \\ 1,36 \rightarrow 1 \\ \underline{- 1} \\ 0,36 \\ \underline{\times 2} \\ 0,72 \rightarrow 0 \\ \underline{\times 2} \\ 1,44 \rightarrow 1 \\ \text{Khi đó } P_i = 0,34 \\ \rightarrow 0,0101 \end{array} $	$ \begin{array}{r} P_i = 0,86 \\ \underline{\times 2} \\ 1,72 \rightarrow 1 \\ \underline{- 1} \\ 0,72 \\ \underline{\times 2} \\ 1,44 \rightarrow 1 \\ \underline{- 1} \\ 0,44 \\ \underline{\times 2} \\ 0,88 \rightarrow 0 \\ \underline{\times 2} \\ 1,76 \rightarrow 1 \\ \underline{- 1} \\ 0,76 \\ \underline{\times 2} \\ 1,52 \rightarrow 1 \\ \text{Khi đó } P_i = 0,86 \rightarrow 0,11011 \end{array} $
---	--

+ Tính n_i theo (2)

$$n_i = 1 \Rightarrow 2^{-1} = 0,5 > p_i = 0,34 \Rightarrow \text{bị loại}$$

$n_i = 2 \Rightarrow 2^{-2} = 0,25 < p_i = 0,34 < 3^{1-2} = 0,5 \Rightarrow$ thỏa mãn \Rightarrow vậy ta lấy $n_i = 2$ suy ra từ mã: 00

$$n_i = 3 \Rightarrow 2^{-3} = 0,125 < p_i = 0,23 < 0,25 \Rightarrow \text{lấy } n_i = 3 \Rightarrow 010$$

• Tính kinh tế của mã:

$$H(U) = -\sum_{i=1}^7 p_i \log_2 p_i = -[0,34 \log_2 0,34 + \dots + 0,01 \log_2 0,01] \approx 2,37$$

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^7 p_i n_i = (0,34 \times 2) + (0,23 \times 3) + \dots + (0,01 \times 7) = 2,99$$

$$\Rightarrow p = \frac{H(U)}{\bar{n}} = \frac{2,37}{2,99} = 0,81$$

3) Mã thống kê tối ưu Fano:

Các bước thực hiện mã hoá mã thống kê tối ưu Fano:

Bước 1: Liệt kê các tin n_i trong một cột theo thứ tự p_i giảm dần.

Bước 2: Chia làm 2 nhóm có tổng xác suất gần bằng nhau nhất. Ký hiệu mã dùng cho nhóm đầu là 0, thì nhóm thứ 2 là 1.

Bước 3: Mỗi nhóm lại chia thành hai nhóm nhỏ có xác suất gần bằng nhau nhất (ký hiệu 0 và 1). Quá trình cứ tiếp tục cho đến khi chỉ còn một ký hiệu thì kết thúc.

U_i	p_i	1	2	3	4	5	Từ mã
U_1	0,34	0	0				00
U_2	0,23	0	1				01
U_3	0,19	1	0				10
U_4	0,1	1	1	0			110
U_5	0,07	1	1	1	0		1110
U_6	0,06	1	1	1	1	0	11110
U_7	0,01	1	1	1	1	1	11111

- Thực hiện bước 2:

- Cách 1:

$$p_1 + p_2 = 0,34 + 0,23 = 0,57$$

$$p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 = 0,43$$

$$\text{Độ chênh lệch : } 0,14$$

- Cách 2:

$$p_1 + p_2 + p_3 = 0,76$$

$$p_4 + p_5 + p_6 + p_7 = 0,24$$

$$\text{Độ chênh lệch : } 0,52$$

Vậy cách chia thứ nhất có xác suất gần bằng nhau hơn cách chia thứ hai, nên ta chọn cách chia thứ nhất. Quá trình cứ thế tiếp diễn.

- Thực hiện bước 3:

- Cách 1:

$$p_3 = 0,19$$

$$p_4 + p_5 + p_6 + p_7 = 0,24$$

$$\text{Độ chênh lệch : } -0,05$$

- Cách 2:

$$p_3 + p_4 = 0,29$$

$$p_5 + p_6 + p_7 = -0,14$$

Độ chênh lệch : 0,15

Vậy ta chọn cách thứ nhất.

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^7 p_i n_i = (0,34 \times 2) + (0,23 \times 2) + (0,19 \times 2) + (0,1 \times 3) + (0,07 \times 4) + (0,06 \times 5) + (0,01 \times 5) = 2,41$$

$$\rho = \frac{H(U)}{\bar{n}} = \frac{2,37}{2,41} = 0,98$$

⇒ có thể vẽ cây mã cho TKTƯ Fano.

- Nhận xét về mã thống kê tối ưu Fano:

Ưu: Với cách chia nhóm đồng xác suất, sự lập mã TK tối ưu đồng thời cũng là mã prêphic.

Khuyết: Không cho phép lập mã duy nhất, nghĩa là có nhiều mã tương đương về tính kinh tế.

Ví dụ: đối với nguồn tin dưới đây ít nhất có hai cách chia có tính kinh tế như sau:

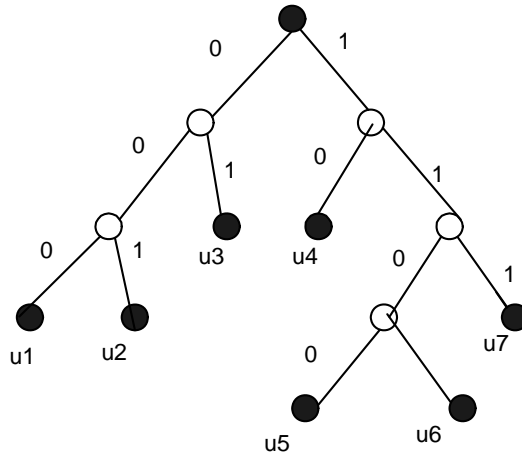
U_i	p_i	Cách chia 1	Từ mã	Cách chia 2	Từ mã
U_1	0,19	0 0	0 0	0 0 0	0 0 0
U_2	0,19	0 1 0	0 1 0	0 0 1	0 0 1
U_3	0,19	0 1 1	0 1 1	0 1	0 1
U_4	0,19	1 0	1 0	1 0	1 0
U_5	0,08	1 1 0	1 1 0	1 1 0 0	1 1 0 0
U_6	0,08	1 1 1 0	1 1 1 0	1 1 0 1	1 1 0 1
U_7	0,08	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1

$$\bar{n}_1 = \sum_{i=1}^7 p_i n_i = (0,19 \times 2) + (0,19 \times 3) + (0,19 \times 3) + (0,19 \times 2) + (0,08 \times 3) + (0,08 \times 4) + (0,08 \times 4) = 2,46$$

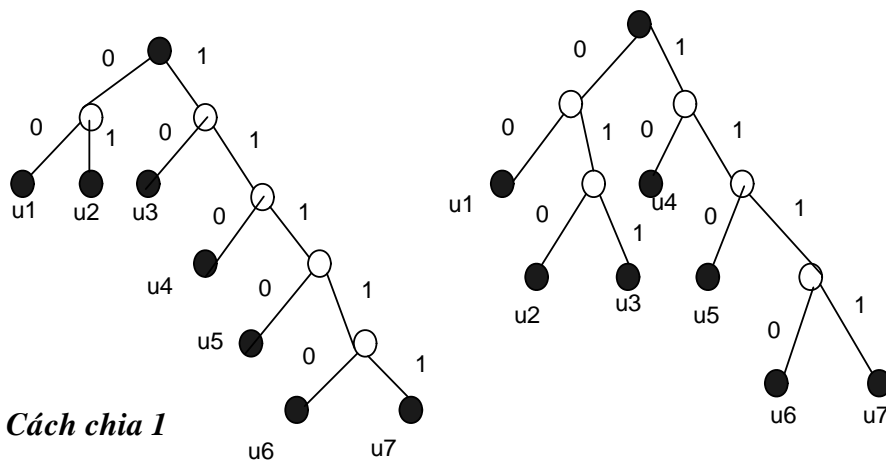
$$\bar{n}_2 = \sum_{i=1}^7 p_i n_i = (0,19 \times 3) + (0,19 \times 3) + (0,19 \times 2) + (0,19 \times 2) + (0,08 \times 4) + (0,08 \times 4) + (0,08 \times 3) = 2,46$$

Cùng một bộ mã nên $H(u_1) = H(u_2)$ suy ra $\rho_1 = \rho_2$.

- Để khắc phục nhược điểm của mã thống kê tối ưu Fano ta nghiên cứu mã thống kê tối ưu Huffman.



Cách chia 2



Cách chia 1

4) Mã TK tối ưu Huffman:

Theo Hópman để có một bộ mã Prephic có độ dài từ mã tối thiểu, điều kiện cần và đủ là thỏa mãn 3 tính chất sau:

- 1- Tính thứ tự độ dài các từ mã: $p_i \geq p_j$ với $i < j$ thì $n_i \leq n_j$.
- 2- Tính những từ cuối: có độ dài bằng nhau, chỉ khác nhau về trọng số của ký hiệu cuối cùng.
- 3- Tính liên hệ giữa những từ cuối và từ trước cuối.
 - Các bước thực hiện mã hóa TK tối ưu Hópman.

Bước 1: Các nguồn tin được liệt kê trong cột theo thứ tự xác suất xuất hiện giảm dần.

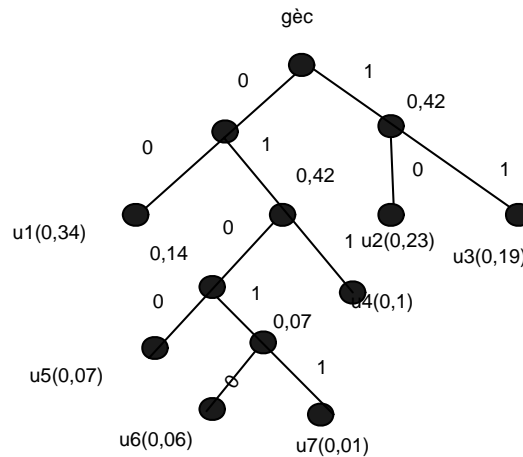
Bước 2: Hai tin cuối có xác suất bé nhất được hợp thành tin phụ mới có xác suất bằng tổng xác suất các tin hợp thành.

Bước 3: Các tin còn lại (N-2) với tin phụ mới được liệt kê trong cột phụ thứ nhất theo thứ tự xác suất giảm dần.

Bước 4: Quá trình cứ thế tiếp tục cho đến khi hợp thành một tin phụ có xác suất xuất hiện bằng 1.

u_i	p_i									Từ mã
								0	1	
u_1	0,34							0	1	00
u_2	0,23	0	0,42					0	1	10
u_3	0,19	1						0	1	11
u_4	0,10			0	0,24			0	1	011
u_5	0,07			0	0,14			0	1	0100
u_6	0,06	0	0,07					0	1	01010
u_7	0,01	1						0	1	01011

- Từ mã được đọc ngược từ đầu ra về đầu vào. Cũng có thể dùng cây mã để xác định mã Hốp nam:



- Tính kinh tế: $\rho = 0,98$

Mặc dù tối ưu hơn so với mã Sannon và Fano, nhưng khi bộ mã nguồn có nhiều tin thì bộ mã trở nên công kênh. Khi đó người ta kết hợp 2 phương pháp mã hóa: Mã Hốp man + mã đều.

u_i	P_i	Mã Hố p man				Mã đều	Từ mã
u_1	0,5			0	1		0
u_2	0,25		0	0,51			10
u_3	0,0315		1	1		00	11000
u_4	0,0315	0,125				01	11001
u_5	0,031	0				10	11010
u_6	0,031					11	11011
u_7	0,0157		0,25			000	111000
u_8	0,0157					001	111001
u_9	0,0157					010	111010
u_{10}	0,0157	0,125				011	111011
u_{11}	0,0156	1				100	111100
u_{12}	0,0156					101	111101
u_{13}	0,0155					110	111110
u_{14}	0,0155					111	111111

$$H(u) = - \sum_{i=1}^4 p_i \log_2 p_i =$$

$$-[0,5 \log_2 0,5 + 0,25 \log_2 0,25 + 0,125 \log_2 0,125] =$$

$$\bar{n} = \sum_{i=1}^4 p_i n_i = (0,5 \times 1) + (0,25 \times 2) + ((0,125 \times 5) + 0,125 \times 6) = 0,5 + 0,5 + 0,625 + 0,75 = 2,375$$

$$\rho = \frac{H(u)}{\bar{n}} = \frac{2,375}{2,375}$$

1.4 MÃ HOÁ KÊNH TRUYỀN (MÃ PHÁT HIỆN VÀ SỬA SAI)

1.4.1 Khái niệm mã phát hiện và sửa sai

- Dạng sai lầm của mã hiệu được truyền tùy thuộc tính chất thống kê của kênh:
 - sai độc lập dẫn đến sai ngẫu nhiên: 1 hoặc 2 sai.
 - Sai tương quan dẫn đến sai chùm (sai cụm)

⇒ Người ta thống kê: sai ngẫu nhiên xảy ra 80%, sai chùm xảy ra 20%.

- Xác suất xuất hiện một từ mã n ký hiệu có t sai bất kỳ:

$$p(n,t) = C_n^t p_s^t (1-p_s)^{n-t} \quad (1)$$

1) Cơ chế phát hiện sai của mã hiệu

- Số từ mã có thể có: $N_0 = 2^n$
- Số từ mã mang tin: $N = 2^k$.

- Số từ mã không dùng đến: $2^n - 2^k$ (số tổ hợp cấm)
- Để mạch có thể phát hiện hết i lỗi thì phải thỏa mãn điều kiện:

$$2^k \leq \frac{2^n}{1 + E_\Sigma} \quad (2)$$

Trong đó $E_\Sigma = E_1 + E_2 + \dots + E_i$ (3)

E_1, E_2, \dots, E_i là tập hợp các vector sai 1, 2... i lỗi.

- Để phát hiện và sửa hết sai 1 lỗi ta có:

$$2^k \leq \frac{2^n}{n+1} \quad (4)$$

2) Khả năng phát hiện và sửa sai:

- Trọng số Hamming của vector t : ký hiệu, $w(t)$ được xác định theo số các thành phần khác không của vector.

Ví dụ: $t_1 = 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1 \Rightarrow w(t_1) = 4$

- Khoảng cách giữa 2 vector t_1, t_2 : ký hiệu, $d(t_1, t_2)$ được định nghĩa là số các thành phần khác nhau giữa chúng.

Ví dụ: $t_2 = 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1 \Rightarrow d(t_1, t_2) = 3$ chúng khác nhau ở vị trí 0, 1 và 3

- Khoảng cách Hamming giữa 2 vector mã t_1, t_2 bằng trọng số của vector tổng $t_1 \oplus t_2$:

$$d(t_1, t_2) = w(t_1 \oplus t_2).$$

$$t_1 = 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1$$

$$\oplus t_2 = 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1$$

$$t_1 \oplus t_2 = 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0 \Rightarrow w(t_1 \oplus t_2) = 3 = d(t_1, t_2)$$

- Điều kiện để một mã tuyến tính có thể phát hiện được t sai:

$$d \geq t+1 \quad (5)$$

ví dụ: $\begin{cases} t = 1 \rightarrow d \geq 2; t = 2 \rightarrow d \geq 3 \\ t = 5 \rightarrow d \geq 6 \end{cases}$

- Điều kiện để một mã tuyến tính có thể phát hiện và sửa được t sai: $d \geq 2t + 1$ (6)

$$t = 1 \rightarrow d \geq 3; t = 2 \rightarrow d \geq 5; t = 5 \rightarrow d \geq 11$$

3) Hệ số sai không phát hiện được:

Ví dụ: đối với bộ mã (5,2) có trọng số Hamming $w = 2$ ta xác định được hệ số sai không phát hiện được:

$$p' = C_2^1 p q C_3^1 p q^2 + C_2^2 p^2 C_3^2 p^2 q \quad (7)$$

nếu $p = 10^{-3} \Rightarrow p' \approx 6p^2 = 6 \cdot 10^{-6}$ nghĩa là có 10^6 bit truyền đi, 10^3 bit bị sai thì có 6 bit sai không phát hiện được.

4) Phương trình đường truyền – Vector sai – cơ chế sửa lỗi:

- Gọi từ mã phát đi là T.
- Gọi từ mã nhận được là R
- Gọi từ mã sai do đường truyền gây ra là E.

⇒ phương trình đường truyền: $R = T \oplus \oplus E$

$$T = R \oplus \oplus E \quad (8)$$

$$E = T \oplus \oplus R$$

Đối với mã nhị phân 3 phương trình trên tương đương nhau.

- Vector sai: $E = (e_0, e_1, \dots, e_n)$ (9)

Ví dụ: $E = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0) \rightarrow$ sai ở vị trí 0, 3, 5

Trong các hệ thống truyền số liệu có 2 cơ chế sửa lỗi:

Cơ chế ARQ: cơ chế yêu cầu phát lại số liệu một cách tự động (khi phát hiện sai)
. cơ chế này có 3 dạng cơ bản:

- Cơ chế ARQ dừng & chờ (stop and wait ARQ)
- Cơ chế ARQ quay ngược N vector (N go back ARQ).
- Cơ chế ARQ chọn lựa viết lặp lại.

Các cơ chế này đã được học trong môn “Truyền số liệu”.

- Cơ chế FEC (Forward Error Control): phát hiện và tự sửa sai sử dụng các loại mã sửa lỗi.
- Khi có sai đơn (1 sai) người ta thường dùng các loại mã như: mã khối tuyến tính, mã Hamming, mã vòng...
- Khi có sai chùm (> 2 sai) người ta thường dùng các loại mã như: mã BCH, mã tích chập, mã Trellis, mã Turbo, mã Turbo Block, mã tổng hợp GC...

1.4.2 Mã khối tuyến tính

1) Định nghĩa:

- Khi các bits mang tin và các bits kiểm tra được phân thành từng khối tách bạch, sự mã hóa & giải mã có thể tiến hành theo từng khối bằng các từ mã riêng rẽ & sử dụng các phép tính của đại số tuyến tính.
- Định nghĩa: mã khối độ dài n & k bits mang tin được gọi là mã khối tuyến tính $C(n,k)$ nếu và chỉ nếu 2^k từ mã lập thành không gian vector n chiều 2^n trên trường Galois sơ cấp GF(2)

2) Phương pháp tạo mã khối tuyến tính:

- Vì mã khối tuyến tính $C(n,k)$ có không gian con tuyến tính k chiều của không gian vector n chiều, nên tồn tại k từ mã độc lập tuyến tính g_0, g_1, \dots, g_{k-1} trong C, sao cho mỗi từ mã trong C là tổ hợp tuyến tính của k từ mã đó:

$$t = u_0g_0 + u_1g_1 + \dots + u_{k-1}g_{k-1} \quad (1)$$

Trong đó $u_i = 0$ hoặc 1 với $1 \leq i \leq k-1$

- Gọi G là ma trận sinh:

$$G(k,n) = \begin{pmatrix} g_0 \\ g_1 \\ \dots \\ g_{k-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g_{00} & g_{01} & \dots & g_{0,n-1} \\ g_{10} & g_{11} & \dots & g_{1,n-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ g_{k-1,0} & g_{k-1,1} & \dots & g_{k-1,n-1} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Trong đó: $g_i = (g_{i0}, g_{i1}, \dots, g_{i,n-1})$ với $0 \leq i \leq k-1$

- Gọi u là thông báo cần mã hóa:

$$U = u_0, u_1, \dots, u_{k-1}, \quad (3)$$

Với $u_i = 0$ hoặc 1 và $0 \leq i \leq k-1$

- Gọi t là từ mã phát đi: $t = t_0 t_1 \dots t_{n-1}$ (4)

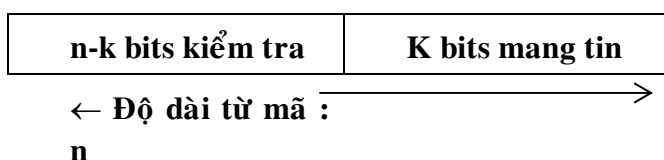
Với $t_j = 0$ hoặc 1 và $0 \leq j \leq n-1$

- Khi biết ma trận sinh G ta có thể tạo được từ mã phát đi:

$$t = u.G = [u_0 \ u_1 \ \dots \ u_{k-1}] \begin{bmatrix} g_0 \\ g_1 \\ \dots \\ g_{k-1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Từ mã phát đi t từ (5) chưa phải là mã khối tuyến tính.

- Mã khối tuyến tính hệ thống có cấu trúc:



⇒ Khi đó ta cần tìm ma trận sinh dạng chính tắc G :

$$\tilde{G}(k,n) = \begin{pmatrix} g_0 \\ g_1 \\ \dots \\ g_{k-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} P_{00} P_{01} \dots P_{0,n-k-1} & 1 & 0 & \dots & 0 \\ P_{10} P_{11} \dots P_{1,n-k-1} & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{k-1,0} P_{k-1,1} \dots P_{k-1,n-k-1} & 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Trong đó $p_{ij} = 0$ hoặc 1 và

$$G(k,n) = [p(k,n-k), I_K] \quad (7)$$

Khi đó $t = u.G$ sẽ là mã hóa khối tuyến tính.

- Theo 6 & 8 các số hạng của t là:

$$t_{n-k+i} = u_i \text{ với } 0 \leq i \leq k-1 \quad (9)$$

$$t_j = u_0 p_{0j} + u_1 p_{1j} + u_2 p_{2j} + \dots + u_{k-1} p_{k-1,j} \quad (10)$$

Từ (9) ta thấy k bits bên phải của từ mã t trùng với k bits thông tin u_0, u_1, \dots, u_{k-1} và (n-k) bits bên trái là các bits kiểm tra.

Ví dụ: xét mã khối tuyến tính C(7,4) có thông báo cần mã hóa $u = (u_0, u_1, u_2, u_3)$ & từ mã phát đi tương ứng $t = (t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6)$

- Cho G(4,7) dạng không chính tắc ta đi tìm G(4,7) dạng chính tắc:

$$G(4,7) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 1101000 \\ 0110100 \\ 0011010 \\ 0001101 \end{array} & \begin{array}{l} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \end{array} \end{array} \Rightarrow \tilde{G}(4,7) = \begin{array}{l|l} \begin{array}{l} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{array} & \begin{array}{l} 1^1=1 \\ 2^1=2 \\ 3^1=1+3 \\ 4^1=1+2+4 \end{array} \end{array}$$

- Cho tin cần phát đi: $u = (u_0, u_1, u_2, u_3) = (1 \ 0 \ 1 \ 1)$ ta tìm từ mã phát đi theo 2 công thức 5 & 8 từ đó rút ra nhận xét

$$\tilde{t} = u \cdot \tilde{G} = (u_0, u_1, u_2, u_3) \begin{array}{l|l} & \begin{array}{l} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{array} \end{array}$$

$$t_0 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 0 = u_0 = 1$$

$$t_1 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 0 = u_0 + u_1 = 1+0 = 1$$

$$t_2 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 0 = u_1 + u_2 = 0+1 = 1$$

$$t_3 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 1 = u_0 + u_2 + u_3 = 1+1+1 = 1$$

$$t_4 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 1 = u_1 + u_3 = 0+1 = 1$$

$$t_5 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 0 = u_2 = 1$$

$$t_6 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 1 = u_3 = 1$$

Vậy ta có từ mã phát đi $t = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$ không có dạng mã khối tuyến tính.

$$\tilde{t} = u \cdot \tilde{G} = (u_0, u_1, u_2, u_3) \begin{array}{l|l} & \begin{array}{l} 1101000 \\ 0110100 \\ 1110010 \\ 1010001 \end{array} \end{array}$$

$$t_0 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 1 = u_0 + u_2 + u_3 = 1 + 1 + 1 = 1$$

$$t_1 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 0 = u_0 + u_1 + u_2 = 1 + 0 + 1 = 0$$

$$t_2 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 1 = u_1 + u_2 + u_3 = 0 + 1 + 1 = 0$$

$$t_3 = u_0 \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 0 = u_0 = 1$$

$$t_4 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 0 = u_1 = 0$$

$$t_5 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 0 = u_2 = 1$$

$$t_6 = u_0 \cdot 0 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 1 = u_3 = 1$$

Vậy ta có từ mã phát đi: $\tilde{t} = (1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1)$ có dạng mã khối tuyến tính.

- Cho $u = 0\ 0\ 0\ 0 \rightarrow 1\ 1\ 1\ 1$ ta sẽ lập được tổ hợp 16 mã phát đi tương ứng với các tin cần phát.
- Với mọi ma trận $G(k,n)$ với k hàng độc lập tuyến tính sao cho mọi vector thuộc không gian có cơ sở là hàng của G trực giao với H và ngược lại, nghĩa là $G.H^T = 0$ (11). H chính là ma trận kiểm tra.
 \Rightarrow Định lý: Vector t gồm n số hạng là một từ mã của mã khối tuyến tính $C(n,k)$ sinh ra bởi H nếu và chỉ nếu $t.H^T = 0$ (12)
- Khi đó ma trận H dạng chính tắc sẽ có dạng:

$$\tilde{H}[(n-k) \times n] = [I_{n-k} P^T] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & p_{00} & \dots & p_{k-1,0} \\ 0 & 1 & \dots & 0 & p_{01} & \dots & p_{k-1,1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & p_{0, n-k-1} & \dots & p_{k-1, n-k-1} \end{pmatrix} \quad (13)$$

Từ mã phát đi tương ứng dạng mã khối tuyến tính sẽ là:

$$t = [t_0\ t_1\ \dots\ t_{n-k-1}\ u_0\ u_1\ \dots\ u_{k-1}] \quad (14) \text{ nên từ (12) ta có:}$$

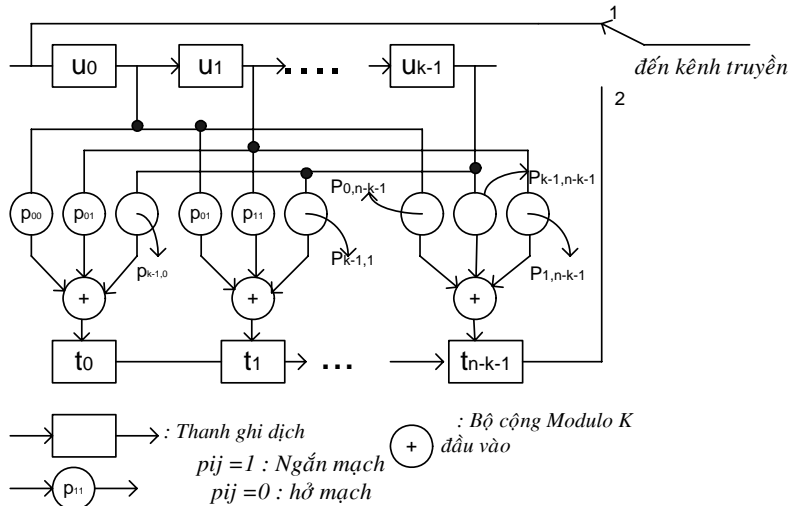
$$t_j + u_0 p_{0j} + u_1 p_{1j} + \dots + u_{k-1} p_{k-1,j} = 0$$

$$\text{với } 0 \leq j \leq n-k-1 \quad (15)$$

- Ví dụ: từ $G(4,7)$ ta hoán vị hàng thành cột ta sẽ được ma trận kiểm tra dạng chính tắc:

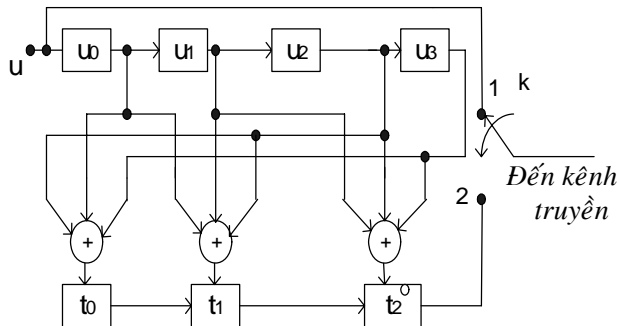
$$\tilde{H}[3,7] = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Kết luận:** để tiến hành tạo mã khối tuyến tính gồm 2 bước:
Bước 1: Xác định ma trận sinh G hoặc P , hoặc ma trận kiểm tra H hoặc ma trận P^T .
Bước 2: Dựa vào công thức $t = U.G$ hoặc $t.H^T = 0$ để thiết lập các từ mã tương ứng với các thông báo u đã biết.
- Ta có sơ đồ mã hóa mã khối tuyến tính dựa trên phương trình 9 và 10 như sau:



Sơ đồ khối mã hóa khối tuyến tính có cấu trúc hệ thống

Thông báo $u = (u_0 \ u_1 \ \dots \ u_{k-1})$ được dịch vào thanh ghi thông báo đồng thời được đưa đến kênh truyền (khóa K ở vị trí 1 trong K nhịp). Sau khi thông báo được dịch toàn bộ vào thanh ghi thông báo, $(n-k)$ bits kiểm tra cũng được tạo ra từ ngõ ra của $(n-k)$ bộ cộng modulo -2 nhiều đầu vào. Sau đó ở nhịp thứ $(k+1)$ khóa k ở vị trí 2, nên các bits kiểm tra cũng được dịch nối tiếp theo các bits thông báo ra kênh truyền. Phức tạp của bộ mã hóa tỷ lệ với độ dài của từ mã. Mạch mã hóa khối tuyến tính $C(7,4)$ như sau:



3) Phương pháp giải mã mã khối tuyến tính:

+ Gọi từ mã phát đi : $t = (t_0 \ t_1 \ \dots \ t_{n-1})$ (1)

+ Gọi từ mã thu được: $r = (r_0 \ r_1 \ \dots \ r_{n-1})$ (2)

+ Vector sai : $e = (e_0 \ e_1 \ \dots \ e_{n-1})$ (3)

Trong đó $e_i = 1$ nếu $t_i \neq r_i$ và $e_i = 0$ nếu $t_i = r_i$

- Để phát hiện sai ta dùng thuật toán thử Syndrome:

$$S = r.H^T = (s_0 \ s_1 \ \dots \ s_{n-k-1}) \quad (4)$$

gồm $n-k$ thành phần

+ $S=0$ nếu và chỉ nếu r là từ mã phát ($r \equiv t$) hoặc là tổ hợp tuyến tính của các từ mã (gọi là vector sai không phát hiện được).

+ $S \neq 0$ thì r không phải là từ mã phát đi ($r \neq t$) và do đó có sai ($e \neq 0$)

- Từ ma trận kiểm tra $H(n-k, n)$ thành phần của Syndrome như sau:

$$S_0 = r_0 + r_{n-k}p_{00} + r_{n-k-1}p_{01} + \dots + r_{n-i}p_{k-1,0}$$

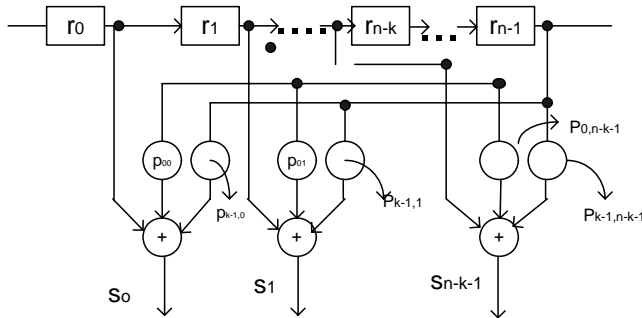
$$S_1 = r_1 + r_{n-k}p_{01} + r_{n-k-1}p_{11} + \dots + r_{n-i}p_{k-1,1}$$

.....

(5)

$$S_{n-k-1} = r_{n-k-1} + r_{n-k}p_{0,n-k-1} + r_{n-k+i}p_{11} + \dots + r_{n-i}p_{k-1,n-k-1}$$

Từ (5) tương tự như mạch mã hóa, ta có mạch tính Syndrome như sau:



Ví dụ: Tính Syndrome của mã khối tuyến tính C(7,4) với ma trận H đã cho với vector thu

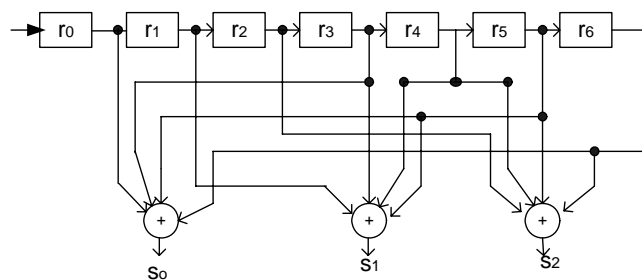
$$r = (r_0 \ r_1 \ r_2 \ r_3 \ r_4 \ r_5 \ r_6)$$

$$S = r \cdot H^T = \begin{pmatrix} r_0 & r_1 & r_2 & r_3 & r_4 & r_5 & r_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} = (S_0 \ S_1 \ S_2)$$

$$S_0 = r_0 \cdot 1 + r_1 \cdot 0 + r_2 \cdot 0 + r_3 \cdot 1 + r_4 \cdot 0 + r_5 \cdot 1 + r_6 \cdot 1 = r_0 + r_3 + r_5 + r_6$$

$$S_1 = r_0 \cdot 0 + r_1 \cdot 1 + r_2 \cdot 0 + r_3 \cdot 1 + r_4 \cdot 1 + r_5 \cdot 1 + r_6 \cdot 0 = r_1 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$S_2 = r_0 \cdot 0 + r_1 \cdot 0 + r_2 \cdot 1 + r_3 \cdot 0 + r_4 \cdot 1 + r_5 \cdot 1 + r_6 \cdot 1 = r_2 + r_4 + r_5 + r_6$$



Mạch tính Syndrome của mã hệ thống tuyến tính C(7,4)

Khi xác định được một giá trị Syndrome $S = (S_0, S_1, \dots, S_{n-k-1})$ ta có đến 2^k vector sai tương ứng, nhưng ta chỉ chọn các vector sai nào có trọng số nhỏ nhất là vector sai có nhiều khả năng nhất. Trong thực tế khi tìm được Syndrome ta thấy S trùng với cột nào của ma trận kiểm tra H thì có sai ở vị trí tương ứng. Ví dụ: “ 1 1 1 ” trùng với cột thứ sáu tính từ trái sang của ma trận H, ta kết luận vector nhận được r sai ở vị trí r_5 . ta chỉ việc đổi trị số của r_5 từ 0 sang 1 hoặc ngược lại là được vector nhận được đúng ($r=t$)

$$\begin{array}{r}
 r = 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1 \\
 \oplus e = 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 \\
 \hline
 t = 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1 \\
 \downarrow
 \end{array}$$

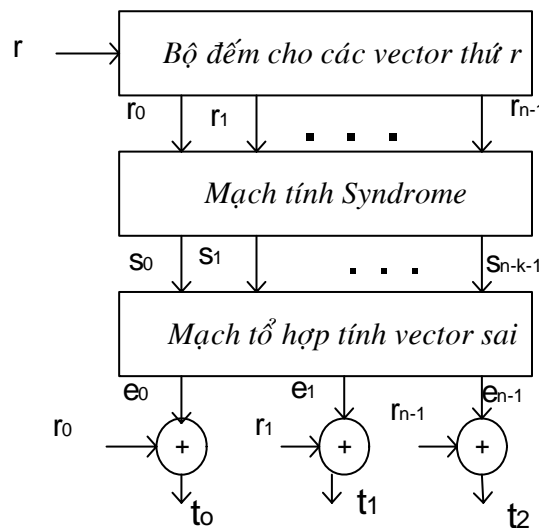
đảo bit tại r_5

Để giải mã khối tuyến tính khi nhận được vector thu r ta tiến hành 3 bước:

Bước 1: Tính Syndrome $S = r.H^T$

Bước 2: Tìm phần tử dẫn e_i trùng với $r.H^T$, phần tử dẫn này được giả thiết là vector sai gây bởi kênh truyền.

Bước 3: Giải mã tín hiệu thứ r : $t = r + e$



Bộ giải mã tổng quát cho mã khối tuyến tính

1.4.3 MÃ HAMMING

Mã hamming là lớp mã khối đầu tiên nhằm vào việc sửa sai mã khối và các biến thể của nó được sử dụng rộng rãi trong việc truyền thông số hóa và lưu trữ số liệu.

Với mọi số nguyên dương $m \geq 3$, tồn tại mã Hamming với các thông số sau:

- Chiều dài từ mã: $n = 2^m - 1$.
- Chiều dài phần tin: $k = 2^m - m - 1$.
- Chiều dài phần kiểm tra: $m = n - k$
- Khả năng sửa sai: $t = 1$ ($d_{\min} = 3$)
- Ma trận kiểm tra H với các cột là một vector m chiều khác không.
- Dưới dạng cấu trúc hệ thống $H = [I_m, Q]$

Trong đó I_m là ma trận đơn vị $m \times m$ và ma trận Q gồm $2^m - m - 1$ cột, mỗi cột là vector m chiều có trọng số là 2 hoặc lớn hơn. Ví dụ: với $m = 3$, ma trận kiểm tra của mã (7,4) được viết dưới dạng.

$$H(3,7) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

- Trong thực tế để việc tạo và giải mã Hamming một cách đơn giản người ta đổi vị trí các cột trong ma trận H. Khi đó các bit kiểm tra xen kẽ với các bit mang tin chứ không còn tính chất khối, từ (1) ta có:

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

- Để việc tạo mã đơn giản ta chọn các bit kiểm tra x, y, z ở các vị trí tương ứng 2^i với $i = 0, 1, 2, \dots$, nghĩa là các vị trí thứ nhất, thứ hai & thứ tư của các ký hiệu từ mã:

$$t = (x, y, u_0, z, u_1, u_2, u_3) \quad (3)$$

- Để tạo mã:

$$t \cdot H^T = (x, y, u_0, z, u_1, u_2, u_3) \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} = 0$$

$$x \cdot 0 + y \cdot 0 + u_0 \cdot 0 + z \cdot 1 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 1 = 0$$

$$\Rightarrow z = u_1 + u_2 + u_3$$

$$x \cdot 0 + y \cdot 1 + u_0 \cdot 1 + z \cdot 1 + u_1 \cdot 0 + u_2 \cdot 1 + u_3 \cdot 1 = 0$$

$$\Rightarrow y = u_0 + u_2 + u_3$$

$$x \cdot 1 + y \cdot 0 + u_0 \cdot 1 + z \cdot 1 + u_1 \cdot 1 + u_2 \cdot 0 + u_3 \cdot 1 = 0$$

$$\Rightarrow x = u_0 + u_1 + u_3$$

Ví dụ: Tin cần phát đi:

$$U = (u_0, u_1, u_2, u_3) = (1 \ 0 \ 1 \ 1)$$

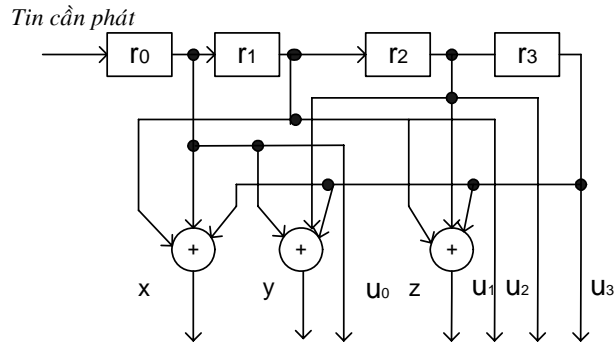
$$x = u_0 + u_1 + u_3 = 1 + 0 + 1 = 0$$

$$y = u_0 + u_2 + u_3 = 1 + 1 + 1 = 1$$

$$z = u_1 + u_2 + u_3 = 0 + 1 + 1 = 0$$

\Rightarrow Vậy từ mã phát đi sẽ là: $t = (0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1)$ không có dạng mã khối.

- Sơ đồ tạo mã Hamming (7,4) tương tự như sơ đồ tạo mã khối tuyến tính (7,4) nhưng đơn giản hơn.



Sơ đồ tạo mã Hamming (7,4)

- Giải mã Hamming cũng giống như giải mã khối tuyến tính nhưng đơn giản hơn nhờ sử dụng ma trận kiểm tra H có dạng 2. Khi đó việc xác định vị trí ký hiệu sai tương đối thuận tiện.

Ví dụ: Phí thu nhận được từ mã: $r = (r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6)$ ta tính Syndrome:

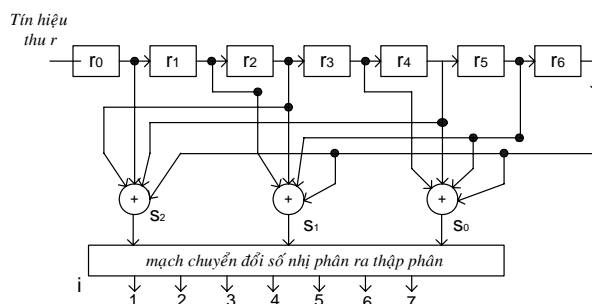
$$s = r.H^T = (r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6) \begin{matrix} 001 \\ 010 \\ 011 \\ 100 \\ 101 \\ 110 \\ 111 \end{matrix} = (S_0, S_1, S_2)$$

$$s_0 = r_0 \cdot 0 + r_1 \cdot 0 + r_2 \cdot 0 + r_3 \cdot 1 + r_4 \cdot 1 + r_5 \cdot 1 + r_6 \cdot 1 = r_3 + r_4 + r_5 + r_6$$

$$s_1 = r_0 \cdot 0 + r_1 \cdot 1 + r_2 \cdot 1 + r_3 \cdot 0 + r_4 \cdot 0 + r_5 \cdot 1 + r_6 \cdot 1 = r_1 + r_2 + r_5 + r_6$$

$$s_2 = r_0 \cdot 1 + r_1 \cdot 0 + r_2 \cdot 1 + r_3 \cdot 0 + r_4 \cdot 1 + r_5 \cdot 0 + r_6 \cdot 1 = r_0 + r_2 + r_4 + r_6$$

Khi đó ta có sơ đồ giải mã hamming (7.4) như sau:



Sơ đồ giải mã Hamming (7,4)

Ví dụ: tín hiệu thu được:

$$r = (r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6)$$

$$(0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1)$$

Khi đó

$$s_0 = r_3 + r_4 + r_5 + r_6 = 1+0+1+1=1$$

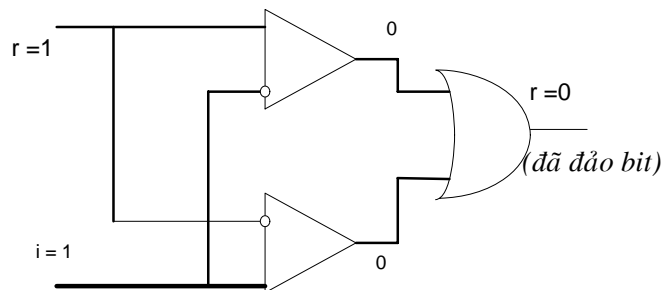
$$s_1 = r_1 + r_2 + r_5 + r_6 = 0+1+1+1=1$$

$$s_2 = r_0 + r_2 + r_4 + r_5 = 0+1+0+1=0$$

$S=(1\ 1\ 0)$, nếu đổi ra thập phân là 6. ta nhận thấy S trùng với cột số 6 của ma trận H của ma trận H, có nghĩa ký hiệu sai là ký hiệu thứ 6(r) đầu ra thứ 6 của sơ đồ giải mã sẽ có $i=1$. Ta chỉ cần đảo bit thứ 6 theo thuật toán:

$$r = i\bar{r} \oplus \bar{i}r \quad (3)$$

$$r = \begin{cases} \bar{r} & \text{nếu } i = 1 \\ r & \text{nếu } i = 0 \end{cases}$$



CHƯƠNG 2

MẠNG VÀ CHUYỂN MẠCH

2.1 Nhập môn về kỹ thuật chuyển mạch:

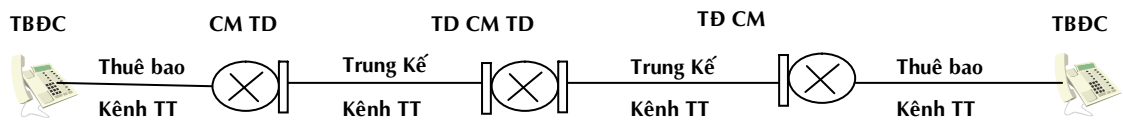
2.1.1 Phạm vi và mục tiêu

Thông qua chương này sinh viên có thể nắm bắt được những vấn đề liên quan đến mạng chuyển mạch trong mạng viễn thông như sau:

- Tổng quan về mạng chuyển mạch và công nghệ chuyển mạch.
- Kỹ thuật chuyển mạch kênh
- Kỹ thuật chuyển mạch gói
- Hệ thống chuyển mạch trong mạng Viễn thông

2.1.2 Giới thiệu tổng quan về mạng chuyển mạch và công nghệ chuyển mạch:

Hệ thống thông tin hay mạng viễn thông thực hiện quá trình truyền dẫn các tín hiệu từ nguồn đến đích. Các thành phần cơ bản cấu thành hệ thống viễn thông được minh họa trên hình H2.1 dưới đây:



Chú giải:

TBĐC: Thiết bị đầu cuối

TD: Thiết bị truyền dẫn

CM: hệ thống chuyển mạch

Kênh TT: Kênh thông tin

Hình 2.1 Khai triển tuyến truyền tin.

Hệ thống viễn thông là tổng hợp các phương tiện kỹ thuật dành cho mục đích truyền tin trong phạm vi của mạng. Các thành phần cơ bản cấu thành mạng bao gồm các thiết bị đầu cuối, các kênh thông tin và các hệ thống chuyển mạch (tổng đài). Chức năng của hệ thống viễn thông là truyền tải thông tin từ thiết bị đầu cuối phát (nguồn) tới thiết bị đầu cuối (đích). Thông tin được truyền đi theo tuyến truyền tin mà nó cấu thành từ tập hợp các phương tiện kỹ thuật đảm bảo cho việc truyền tin cho trước. Trong tuyến truyền tin bao gồm các thành phần: thiết bị đầu cuối phát, thiết bị thu, các kênh thông tin kết nối giữa các điểm đầu cuối với nút cũng như kết nối các nút mà chúng được trang bị các hệ thống chuyển mạch nhằm kết nối các kênh yêu cầu trong thời gian cần truyền đi thông tin từ nguồn đích.

Kênh thông tin là một tập hợp các phương tiện kỹ thuật như mạng đường dây và trang thiết bị nối ở hệ thống chuyển mạch cần thiết cho việc truyền tải tin giữa hai điểm riêng biệt của kênh. Kênh có thể là kênh vật lý hay kênh ghép kênh (kênh logic). Tùy thuộc tốc độ dòng bit (hay độ rộng băng tần trong mạng analogue) mà kênh có thể được phân thành hai loại kênh là kênh băng hẹp ($\leq 2\text{Mb/s}$) và kênh băng rộng ($> 2\text{Mb/s}$).

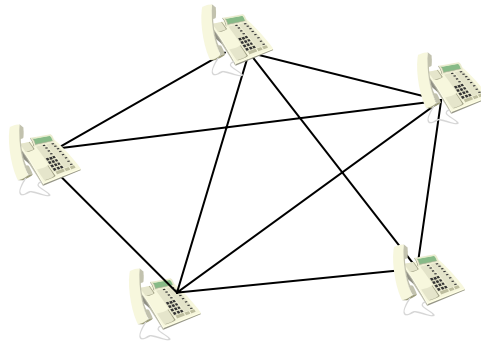
Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Tuyến nối là một tập hợp các kênh thông tin và thiết bị chuyển mạch đảm bảo cho việc kết nối giữa các thiết bị đầu cuối phát và thu tin.

Hệ thống chuyển mạch (tổng đài, node chuyển mạch) là thiết bị có chức năng thu, xử lý và phân phối các thông tin chuyển tới. Hệ thống chuyển mạch được đặt ở vị trí nút mạng. Hệ thống chuyển mạch bao gồm tập hợp các phương tiện kỹ thuật để thực hiện việc thu, xử lý và phân phối các thông tin chuyển tới từ các kênh thông tin kết nối các hệ thống chuyển mạch. Như vậy khả năng của hệ thống chuyển mạch bao gồm tất cả các kiểu nút được sử dụng trong mạng viễn thông ví dụ như: các tổng đài cơ quan, tổng đài nội hạt, tổng đài liên tỉnh và tổng đài quốc tế....

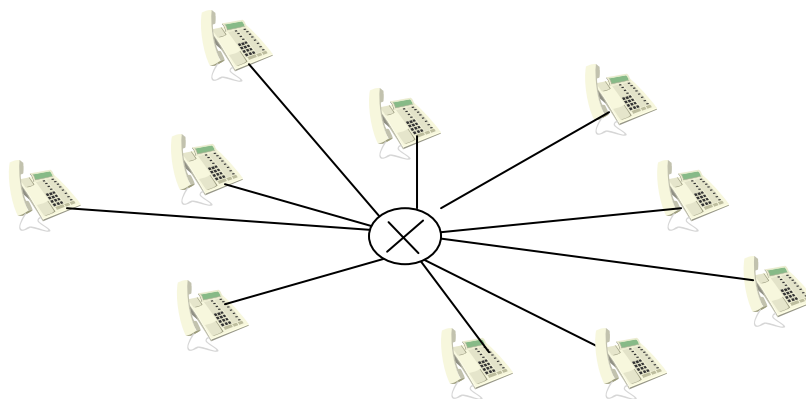
Cần chỉ rõ rằng với chức năng của hệ thống chuyển mạch trong mạng viễn thông, nó đã trở thành một thành phần phức tạp nhất, tập trung cao nhất hàm lượng công nghệ hiện đại, hàm lượng chất xám và hàm lượng các chức năng xử lý thông tin.

Kỹ thuật chuyển mạch và công nghệ chuyển mạch xuất hiện ngay sau khi A.Gbell phát minh ra máy điện thoại vào năm 1876. Trên hình H.2.2 minh họa trường hợp nếu việc kết nối N máy điện thoại (Nếu có ý chỉ máy điện thoại cùng với con Người sử dụng thì gọi là thuê bao) thực hiện cho phương pháp kết nối cách trực tiếp từng cặp thì cần phải có $N(N-1)/2$ đường dây.



Hình 2.2 Kết nối từng cặp trực tiếp

Khi N là một số đủ lớn thì thực tế không thể thực hiện được phương án trên. Số lượng đường dây có thể giảm được tới N nếu sử dụng khái niệm hệ thống chuyển mạch như minh họa trên hình H.2.3

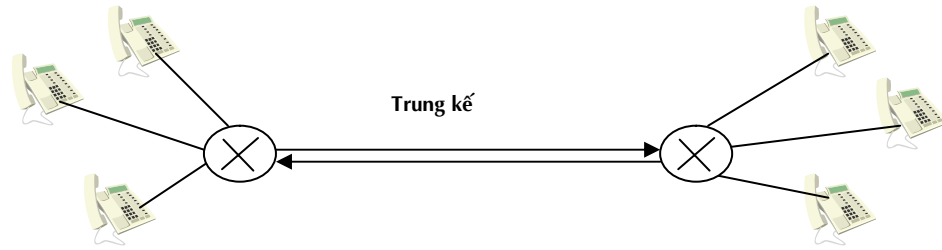


Hình 2.3 Kết nối qua hệ thống chuyển mạch

Hệ thống chuyển mạch có khả năng tiếp thông tới tất cả các thuê bao và đảm bảo khả năng nối mạch tạo kênh liên lạc cho thuê bao theo yêu cầu của chúng. Cung đoạn đường dây (kênh) kết nối giữa thiết bị đầu cuối thuê bao với hệ thống chuyển mạch gọi là mạng dây thuê bao hay ngày nay hay gọi là mạng truy cập. Khi có nhu cầu kết nối giữa các thuê bao ở các

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

vùng địa lý tương đối xa nhau thì sẽ tốt hơn nếu trong mỗi vùng tạo ra một hệ thống chuyển mạch và gọi là tổng đài đầu cuối nội hạt. Các tổng đài nội hạt lân cận kết nối với nhau bằng mạng trung kế như hình H2.4 minh hoạ.

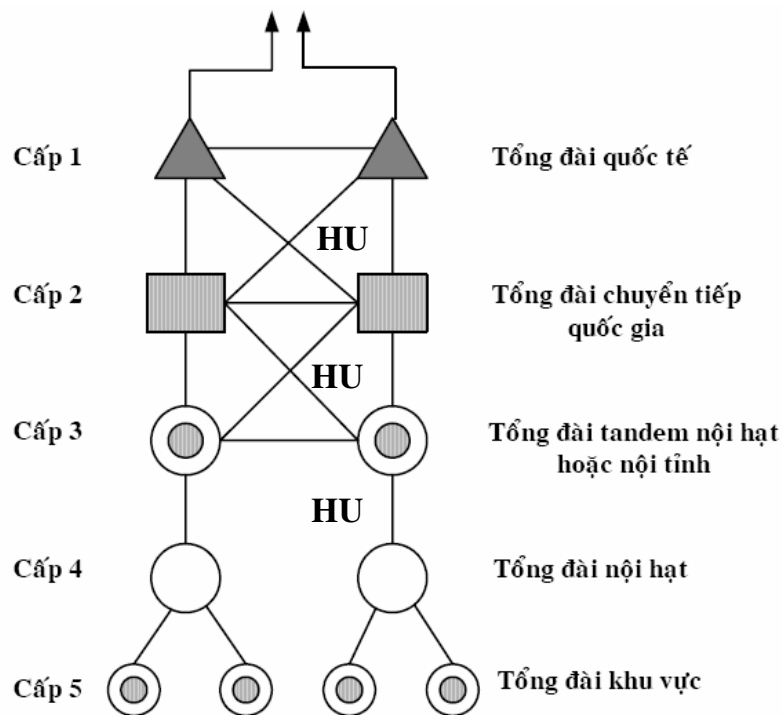


Hình 2.4 Nguyên tắc phân khu mạng

Để nâng cao hiệu quả kinh tế cho việc tổ chức xây dựng mạng viễn thông trong địa bàn rộng lớn sử dụng các hệ thống chuyển mạch chức năng khác nhau như tổng đài liên tỉnh, tổng đài miền, tổng đài quốc tế v.v...

Nhằm nâng cao hiệu quả kinh tế và độ tin cậy của mạng viễn thông, cấu trúc mạng viễn thông có thể được xây dựng theo cấu trúc kết hợp phân lớp và hình sao, trong đó tập hợp các nút thấp hơn trong cấu trúc phân cấp liên kết với một nút cao trong đó tập hợp các nút thấp hơn trong cấu trúc phân cấp liên kết với một nút cao. Tuy vậy một số nút riêng biệt thường được kết nối với các nút khác nhau trong cùng một mức cấu trúc phân cấp hay trong một số trường hợp còn kết nối với một nút cao hơn nhằm phân bố lưu lượng truyền tin một cách có hiệu quả hơn, các đường trung kế đó gọi là đường sử dụng cao HU (High Usage Line). Như vậy trong một mạng viễn thông thực tế có mức liên kết không đầy đủ.

Hình H2.5 dưới đây minh hoạ ví dụ về cấu trúc Mạng viễn thông quốc gia tổng quát được xây dựng theo cấu trúc phân cấp:



Hình 2.5 Cấu trúc Mạng Viễn Thông Quốc Gia.

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

2.1.3 Các nguyên tắc chuyển mạch về chuyển mạch số:

2.1.3.1 Giới thiệu chung

Sơ đồ tổng quát của trường chuyển mạch SW bất kỳ được biểu diễn trên hình vẽ H2.6, trong đó:

I là tập hợp các đầu vào 1...N
O là tập hợp các đầu ra 1..M
SW trường chuyển mạch
 $R(\alpha, \beta)$ là tín hiệu điều khiển hay hàm địa chỉ

Từ sơ đồ H2.6 mô tả cấu tạo chức năng trên đây ta có thể xây dựng mô hình toán hoặc tổng quát của trường chuyển mạch như sau:

$O_j = I_i(\alpha, \beta)$ với mọi $R(\alpha, \beta)$ sao cho:

$$R(\alpha, \beta) = \begin{cases} 1 & \text{Nếu } i=\alpha \text{ và } j=\beta \\ 0 & \text{Trong các trường hợp} \end{cases}$$

Hoạt động chức năng của các trường chuyển mạch SW có thể mô tả tổng quát như sau:

Ở trạng thái ban đầu khi không có kênh vào nào yêu cầu kết nối một kênh ra nào đó thì hệ thống hoàn toàn hở mạch. Khi có yêu cầu kết nối một kênh vào i nào đó ($i=1...N$) ra một kênh bất kỳ O_j ($j=1...M$) thì hệ thống cần tạo ra tín hiệu điều khiển $R(\alpha, \beta)$ để điều khiển trường chuyển mạch với địa chỉ yêu cầu để kết nối cho quá trình $\alpha=i$ và $\beta=j$. Kết quả tác động điều khiển của tín hiệu kênh đầu vào i tới kênh đầu ra O_j qua trường chuyển mạch SW thiết lập đường kết nối xuyên từ kênh đầu vào i tới kênh đầu ra O_j qua trường chuyển mạch.

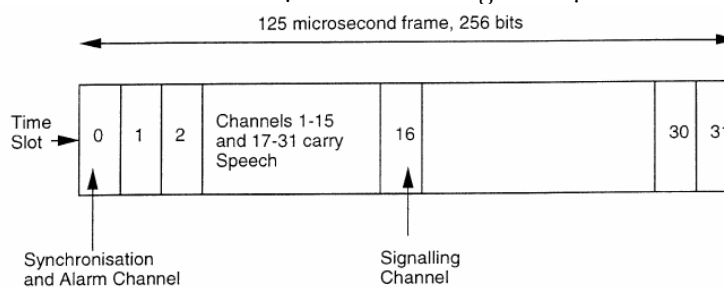
Các đặc trưng cơ bản SW:

- Kích thước trường chuyển mạch $N \times M$
- Độ tiếp thông
- Số dây chuyển mạch
- Tính dẫn điện $\frac{1}{2}$ hướng
- Chất lượng truyền dẫn
- Chất lượng dịch vụ

Trường chuyển mạch được sử dụng trên cơ sở các phân tử chuyển mạch, tùy thuộc vào phân tử chuyển mạch sử dụng mà ta có các công nghệ tương ứng-chuyển mạch nhân công, chuyển mạch Role, chuyển mạch ngang dọc và chuyển mạch điện tử, chuyển mạch ATM, chuyển mạch quang..v.v...Trong giáo trình này sẽ chủ yếu đề cập tới trường chuyển mạch điện tử số. Tuy vậy trước khi khảo sát chi tiết kết cấu và hoạt động của trường chuyển mạch số hãy xem xét sơ bộ và tổng quan về PCM.

Cấu trúc khung PCM

Cấu trúc khung PCM30 theo G.732 của ITU-T sử dụng trong hệ thống truyền dẫn và chuyển mạch 30/32 kênh hình vẽ H2.6 minh họa cấu trúc khung tín hiệu:

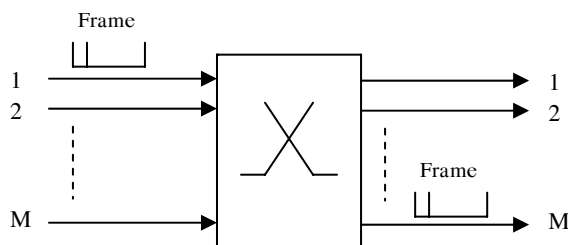


Hình 2.5 Cấu trúc khung PCM

Hệ thống 30/32 kênh có chu kỳ khung là $12.5\mu\text{sec}$ bằng tần số lấy mẫu 8 khz và chu kỳ chia thành 32 khe thời gian. Các khe thời gian TS được đánh số từ TS#0 đến TS#31. Tổ hợp mã nhị phân sử dụng 8 bit. Trong số 32 khe thời gian TS#0 sử dụng mục đích đồng bộ hoá và được mã hoá bởi từ mã đồng chỉ khung FAW (Frame Alignment Word). Khe thời gian TS16 sử dụng cho mục đích truyền tín hiệu báo hiệu phương thức từng kênh kết hợp CAS (Channel Associated Signalling) còn lại kênh TS#1-TS#15 mang thông tin âm thoại của các kênh 1-15 và các kênh TS#17-TS#31 của khung mang thông tin âm thoại của các kênh 16-30. Như vậy trong 32 khe thời gian dùng 30 khe để mang tin khách hàng còn lại 2 kênh cho các mục đích nghiệp vụ, do vậy hệ thống có tên gọi PCM 30/32 (toàn hệ thống có 32 kênh, trong đó 30 kênh dùng cho khách hàng) hay PCM 30 (hệ 30 kênh thoại).

2.1.3.2 Sơ đồ tổng Model trường chuyển mạch số và trao đổi khe thời gian:

Đối với hệ thống chuyển mạch phân kênh theo thời gian TDM quá trình chuyển mạch luôn luôn yêu cầu thực hiện chuyển mạch giữa các khe thời gian với nhau cũng như giữa các đường vật lý với nhau. Để hiểu rõ bản chất của quá trình ta hãy khảo sát mô hình tổng quan trình bày trên hình vẽ H.2.7:



Hình 2.7 Model hệ chuyển mạch trường TDM

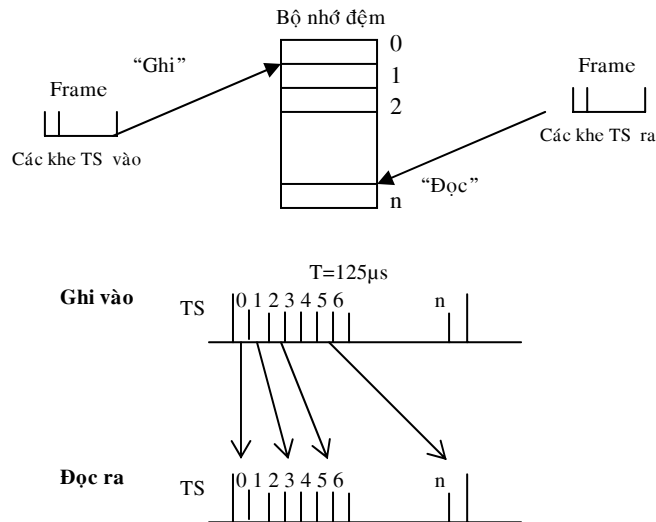
Model hệ chuyển mạch TDM bao gồm M đường TDM phía đầu vào, N đường TDM đầu ra, mỗi đường TDM thực hiện ghép n kênh (khe thời gian) theo thời gian. Thiết bị chuyển mạch SW đảm bảo cơ chế chuyển mạch giữa 1 kênh vào tới 1 kênh ra bất kỳ. Giả sử quá trình nối mạch cho kênh 3 của đường TDM thứ nhất phía đầu vào nối đến kênh 17 của đường TDM cuối cùng phía đầu ra. Cuộc nối được chỉ ra bao gồm thông tin chuyển tới vào khe thời gian thứ ba của đường thứ nhất phía đầu vào được chuyển tới khe thời gian thứ 17 của đường vật lý ra cuối cùng.

Lưu ý rằng đối với điện thoại thường yêu cầu kênh song hướng, do vậy quá trình số hoá tiếng nói vốn bao hàm hoạt động của kênh 4-dây, trong đó 2-dây cho hướng thuận và 2 -dây cho hướng ngược lại. Cuộc nối theo hướng ngược lại yêu cầu và được thực hiện nhờ sự chuyển tiếp thông tin từ khe thời gian 17 của đường TDM cuối tới khe thứ 3 của đường TDM thứ nhất. Như vậy mỗi cuộc nối yêu cầu 2 quá trình chuyển tiếp thông tin, trong đó mỗi quá trình bao gồm sự chuyển dịch theo thời gian có ý nghĩa lý thuyết và thực tiễn quan trọng. Dưới đây ta hãy xét kỹ cơ chế này.

Tín hiệu số phía đầu vào xuất hiện và tồn tại trong thời gian của các khe thời gian trong khung của Format tín hiệu. Để thiết lập kênh thông tin, các số liệu trong các khe thời gian phải được chuyển tải (chuyển mạch) từ phía đầu vào tới phía đầu ra theo yêu cầu của cuộc nối. Mỗi kênh thời gian trong hệ phải có khe thời gian xác định cho một dòng tín hiệu số riêng biệt và nhiệm vụ của trường chuyển mạch là chuyển dịch khe thời gian từ một dòng tín hiệu số vào một khe thời gian trong dòng tín hiệu số cho trước phía đầu ra. Quá trình đó gọi là quá trình trao đổi khe thời gian.

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Hình vẽ H2.8 bản chất mô tả của quá trình trao đổi khe thời gian.



Hình 2.8 Trao đổi khe thời gian

Tín hiệu số trong các khe thời gian phía đầu vào chuyển tới được ghi đệm vào bộ nhớ đệm để lưu tạm thời. Như hình vẽ H2.8 trên đây biểu diễn, các khe thời gian vào được đánh số thứ tự từ 1 đến N trong khung của dòng tín hiệu số đầu vào, tín hiệu trong các khe thời gian này được lưu trong bộ nhớ từ địa chỉ 1 đến N. Nội dung số liệu TS#1 luôn luôn được đệm vào địa chỉ ô thứ nhất, số liệu từ TS#2 luôn luôn được đệm vào địa chỉ ô thứ 2. Tương tự như vậy đối với các ô nhớ còn lại. Đương nhiên rằng số liệu mới sẽ được ghi đè trong khung tiếp theo. Chức năng trao đổi khe thời gian đảm bảo việc chuyển số liệu từ TS bất kỳ phía đầu vào tới TS bất kỳ đầu ra. Ví dụ như hình vẽ đã biểu diễn TS#1 đầu ra chứa tin của TS#4 phía đầu vào, TS#2 chứa nội dung của TS#7, v...vv Mục đích của bộ nhớ đệm bây giờ đã rõ là để lưu tạm thời số liệu trong khe thời gian của chu kỳ mà nó có thể chuyển từ một TS đến (N-1) khe thời gian khác phụ thuộc vào quan hệ xác định giữa kênh vào và kênh ra trong bất kỳ thời gian nào.

2.2 Kỹ thuật chuyển mạch kênh

2.2.1 Giới thiệu chung

Hiện nay có nhiều kỹ thuật chuyển mạch được áp dụng trong thực tế tùy thuộc tính chất của các hình loại dịch vụ yêu cầu. Trong số các kỹ thuật hiện nay phổ biến nhất là kỹ thuật chuyển mạch kênh và kỹ thuật chuyển mạch gói. Nói chung việc thiết kế và ứng dụng hai hệ thống chuyển mạch này có nhiều ưu điểm chung. Tuy vậy trong phạm vi chương này ta sẽ chú trọng hơn kỹ thuật chuyển mạch kênh.

Chuyển mạch kênh được định nghĩa là kỹ thuật chuyển mạch đảm bảo việc thiết lập các đường truyền dẫn dành riêng cho việc truyền tin của một quá trình thông tin giữa hai hay nhiều thuê bao khác nhau. Chuyển mạch kênh được ứng dụng cho việc liên lạc một cách tức thời mà ở đó quá trình chuyển trình chuyển mạch được đưa ra một cách không có cảm giác về sự chậm trễ (thời gian thực) và độ trễ biến thiên giữa nơi thu và nơi phân phối tin hay ở bất kỳ phần nào của hệ thống truyền tin. Mạng điện thoại công cộng là một ví dụ vài ứng dụng kỹ thuật chuyển mạch kênh, trong đó vốn đầu tư được phân bố xấp xỉ như sau:

- Thiết bị chuyển mạch xấp xỉ 25%
- Cáp ngoại vi xấp xỉ 29%
- Máy lẻ xấp xỉ 20%
- Thiết bị truyền dẫn xấp xỉ 15%

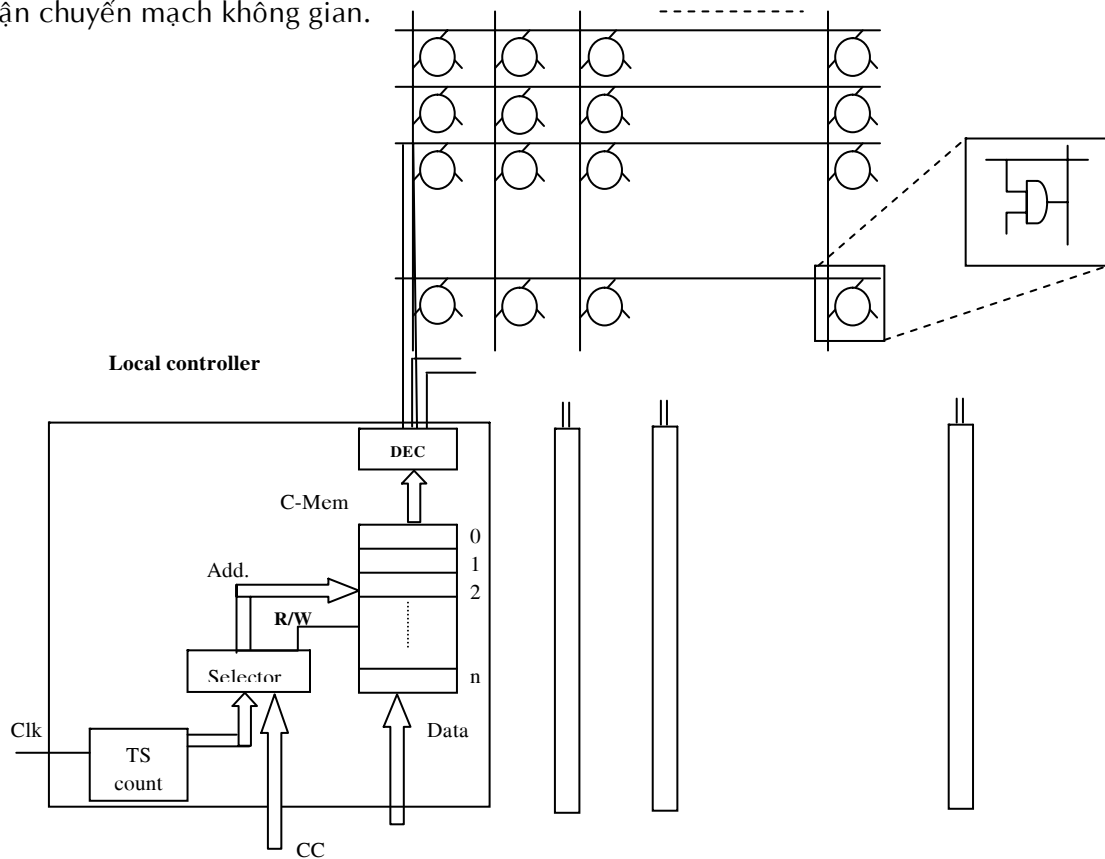
- Nhà xưởng, đất đai và các phương tiện khác xấp xỉ 11%

Chuyển mạch kênh tín hiệu số là quá trình kết nối, trao đổi thông tin các khe thời gian giữa một số đoạn của tuyến truyền dẫn TDM số. Có hai cơ chế thực hiện quá trình chuyển mạch kênh tín hiệu số. Cơ chế chuyển mạch không gian số và cơ chế chuyển mạch thời gian số. Dưới đây sẽ mô tả nguyên tắc cấu tạo hoạt động của các tầng chuyển mạch theo cơ chế không gian cũng như thời gian, trên cơ sở đó, xây dựng trường chuyển mạch kết hợp bảo đảm kích thước lớn bất kỳ theo yêu cầu.

2.2.2 Tầng chuyển mạch không gian số

Tầng chuyển mạch không gian số (Space switch Stage) cấu tạo từ ma trận chuyển mạch kích thước N đầu vào và M đầu ra vật lý. Lưu ý rằng đây là hệ thống TDM-số, do đó mỗi đường vật lý chứa n kênh thời gian mà chúng mang các tín hiệu PCM. Như vậy để kết nối một khe thời gian bất kỳ nào trong một đường PCM bất kỳ phía đầu vào của ma trận thì một điểm chuyển mạch cần phải hoạt động trong suốt thời gian của TS# đó và lặp lại với chu kỳ $T=125\mu\text{sec}$ trong suốt quá trình tạo kênh. Trong các thời gian khác, vẫn điểm chuyển mạch đó có thể sử dụng cho các quá trình nối khác. Tương tự như vậy đối với tất cả các điểm chuyển mạch khác của ma trận có thể được sử dụng để thiết lập kênh nối cho các cuộc gọi khác nhau.

Chuyển mạch không gian tín hiệu TDM-số thường thiết lập đồng thời một số lượng lớn các cuộc kết nối qua ma trận với tốc độ tức thì trong một khung tín hiệu số lượng lớn các cuộc nối qua ma trận với tốc độ tức thì trong một khung tín hiệu 125 μsec , trong đó mỗi cuộc nối tồn tại trong thời gian của một khe thời gian TS. Một cuộc gọi điện thoại có thể kéo dài trong khoảng thời gian nhiều khung tín hiệu PCM (thông thường khoảng 1,2-2 triệu khung và tương ứng với khoảng từ 3-5 phút). Do vậy một điều khiển theo chu kỳ đơn giản cho mẫu nối là cần thiết. Điều này dễ dàng đạt được nhờ một bộ nhớ RAM điều khiển cục bộ liên quan tới ma trận chuyển mạch không gian.



Hình 2.9 Nguyên lý chuyển mạch tầng S

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Hình H2.9 minh họa nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của một tầng chuyển mạch không gian S. Chuyển mạch tầng S cấu tạo từ 2 thành phần cơ bản- Ma trận chuyển mạch và khối điều khiển chuyển mạch cục bộ.

Ma trận chuyển mạch vuông kích thích $N \times N$, trong đó hàng dùng cho các đường PCM phía đầu vào và cột dùng cho các PCM phía đầu ra. Tại giao điểm của hàng và cột đấu nối điểm chuyển mạch và thông thường đó gọi là cổng logic AND hay cổng logic ba trạng thái. Chú ý rằng AND hay cổng logic ba trạng thái là mạch logic không nhớ, do vậy chuyển mạch cho cùng một khe thời gian giữa đầu vào và đầu ra của phần tử chuyển mạch. Các điểm chuyển mạch trong mỗi cột được điều khiển bởi một bộ nhớ C-mem.

Khối điều khiển cục bộ bao gồm bộ đếm khe thời gian TS-counter, bộ chọn địa chỉ selector và bộ nhớ điều khiển C-mem để thực hiện chức năng điều khiển cục bộ ma trận chuyển mạch tương ứng với các khe thời gian TS trong khung tín hiệu đã cho.

Mã địa chỉ nhị phân được gán cho mỗi điểm chuyển mạch trong một cột. Mỗi địa chỉ thích hợp sau đó sẽ được sử dụng để chọn một điểm chuyển mạch yêu cầu để thiết lập cuộc nối giữa một đầu vào và với một đầu ra của ma trận chuyển mạch. Các địa chỉ chọn này được nhớ trong bộ nhớ điều khiển C-Mem theo thứ tự khe thời gian tương ứng với biểu đồ thời gian kết nối hiện thời. Như vậy đối với cột 1, địa chỉ của điểm chuyển mạch sẽ được thông mạch trong thời gian TS#0 sẽ được nhớ trong ô nhớ của địa chỉ 0 của C-mem cho cột địa chỉ 1. Tương tự như vậy đối với tất cả các địa chỉ khác trong tầng chuyển mạch.

Độ nhớ của các ô nhớ C-mem được xác định trên cơ sở địa chỉ nhị phân của các điểm chuyển mạch trong cột, nghĩa là có $\log_2 N$ (số nguyên lớn hơn nhỏ nhất) bits, còn số lượng ô nhớ của C-Mem bằng số lượng khe thời gian TS có trong một khung tín hiệu của đường TDM số. Ngay sau khi bộ nhớ điều khiển C-mem được nạp số liệu các địa chỉ của các điểm chuyển mạch trong cột thì quá trình điều khiển chuyển mạch có thể thực hiện bằng cách đọc các nội dung của mỗi ô nhớ C-Mem trong thời gian thích hợp tương ứng với khe thời gian yêu cầu sử dụng các số liệu địa chỉ đó để chọn điểm chuyển mạch cần thiết mà nó sẽ thông mạch trong thời gian của TS nêu trên. Quá trình này sẽ được tiếp tục lặp lại cho tới khi tất cả các ô nhớ của C-mem được đọc và các điểm chuyển mạch được điều khiển một cách thích hợp. Tiếp theo thủ tục này sẽ được lặp lại với số chu kỳ $T=125 \mu\text{sec}$, bắt đầu với ô nhớ đầu tiên của C-Mem. Mỗi chu kỳ là một khung của Format tín hiệu số sử dụng và trong thời gian đó tổ hợp mã tín hiệu PCM từ mỗi khe thời gian đầu vào có thể sẽ được chuyển mạch tới một khe thời gian thích hợp tại một đầu ra xác định.

Trên hình H.2 9 ta có thể nhận thấy rằng mỗi C-mem chỉ điều khiển một cột của ma trận và do đó cách trang bị này gọi là điều khiển đầu ra. Tất nhiên cũng có thể trang bị điều khiển theo đầu vào.

Khảo sát phân tích cấu tạo và hoạt động của chuyển mạch số tầng S trên đây đã chỉ rõ rằng chuyển mạch tầng S có vấn đề nghiêm trọng do hiện tượng vướng nội tâm (blocking) gây ra vì xác suất tranh chấp lớn khi có hai hay nhiều cuộc gọi cùng xuất hiện ở các đầu vào khác nhau nhưng cùng muốn chiếm cùng một khe thời gian trong luồng PCM đầu ra của ma trận chuyển mạch. Hiện tượng blocking có thể được khắc phục bằng cách tìm chọn các khe thời gian rời khác nhau, điều này có thể thực hiện được bởi vì về nguyên tắc, bất kỳ khe thời gian rời nào trong hướng đã cho cũng có thể dùng cho cuộc gọi xác định. Ngoài ra dùng kết hợp giữa chuyển mạch tầng S với chuyển mạch tầng T (Time Switch Stage) vừa có thể phát triển dung lượng khối chuyển mạch vừa giảm được hiện tượng blocking.

Ví dụ mô tả hoạt động của tầng S phục vụ cho một cuộc nối giữa TS#0 của luồng tín hiệu PCM1 đầu vào TS#0 của luồng tín hiệu PCM1 phía đầu ra.

Căn cứ vào yêu cầu chuyển mạch cụ thể đã cho, trước hết hệ thống điều khiển trung tâm CC (Central Control) của tổng đài sẽ tạo các số liệu điều khiển để nạp vào vào bộ nhớ C-mem

của tầng S. Từ hình vẽ H2.9 rõ ràng điểm chuyển mạch duy nhất có thể đảm bảo cho yêu cầu kết nối PCM1 phía đầu vào với PCM1 phía đầu ra là AND11 do đó CC tạo mã địa chỉ nhị phân 0 tương ứng của C-mem. Các số liệu cơ bản đã có CC nạp địa chỉ nhị phân AND11 vào ô nhớ 0 của C-mem tầng S, xong nó giao quyền điều khiển cho khối điều khiển cục bộ điều khiển trực tiếp quá trình tiếp theo. Để đảm bảo cho tầng chuyển mạch S hoạt động chính xác, yêu cầu tín hiệu đồng hồ phải hoàn toàn đồng bộ với thời điểm bắt đầu của mỗi khe thời gian TS trong khung tín hiệu PCM được sử dụng.

Như thế, bắt đầu một khung tín hiệu PCM tín hiệu đồng hồ thứ nhất tác động vào bộ đếm khe thời gian TS-counter làm cho bộ đếm bày thiết lập trạng thái 0 có mã nhị phân tương ứng với địa chỉ ô nhớ 0 của C-mem, nhờ bộ chọn địa chỉ Selector mã trạng thái này được đưa tới BUS địa chỉ của bộ nhớ C-mem. Đồng thời với việc tạo mã địa chỉ, Selector tạo ra tín hiệu điều khiển đọc đưa tới C-mem do đó nội dung chức trong ô nhớ 0 được đưa ra thành ghi-giải mã. Vì nội dung này lại chính là địa chỉ của phần tử chuyển mạch AND11, do đó đã tạo được tín hiệu điều khiển điểm chuyển mạch này, nhờ đó tín hiệu PCM chứa trong khe thời gian TS#0 của PCM1 phía đầu vào chuyển qua phần tử chuyển mạch AND11 để hướng tới PCM1 ở phía đầu ra của ma trận chuyển mạch S, tức là đã thực hiện chức năng chuyển mạch.

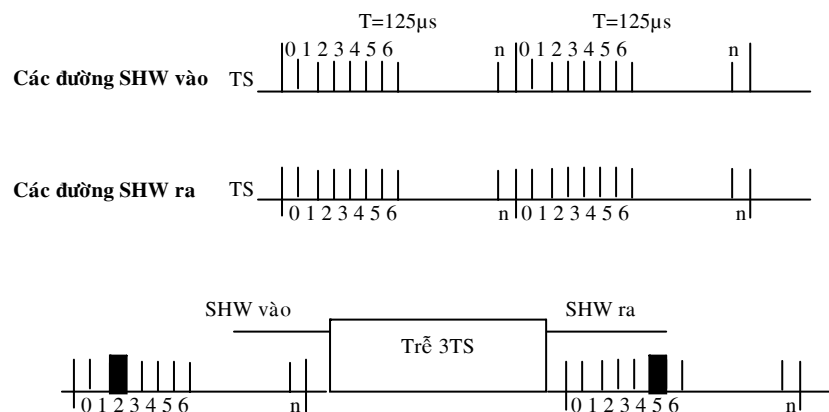
Kết thúc thời gian của TS#0, xung đồng hồ thứ hai tác động vào TS-counter làm nó chuyển sang trạng thái 1 có mã nhị phân tương ứng vào địa chỉ ô nhớ 1 của C-mem. Như vậy kết thúc việc tạo tín hiệu điều khiển cho AND11 đối với quá trình chuyển mạch cho TS#0 theo yêu cầu. Tương ứng như vậy đối với các khe thời gian tiếp theo và thủ tục được lặp với chu kỳ $T=125\ \mu\text{sec}$ trong suốt quá trình thiết lập nối cho cuộc gọi đang xét.

Khi cuộc gọi kết thúc CC nhận biết và nó sẽ giải phóng cuộc nối một cách đơn giản bằng hoạt động xoá số liệu đã ghi vào C-mem như đã nêu khi bắt đầu cuộc gọi. Trong các tầng chuyển mạch S thực tế, các bits tín hiệu PCM thường được ghép kênh tạo luồng tốc độ cao và biến đổi thành dạng song song trước khi qua tầng S. Ví dụ như luồng tín hiệu số PCM32 với tốc độ truyền bit nổi tiếng là 2,048Mbit/s được mang trong đôi dây đơn đưa tới bộ biến đổi nối tiếp-song song.

2.2.3 Tầng chuyển mạch thời gian số

Như chúng ta đã thấy rõ trên đây, cấu tạo và hoạt động của chuyển mạch tầng S chỉ thực hiện cho các quá trình chuyển mạch có cùng chỉ số khe thời gian giữa đường PCM vào và đường PCM ra. Trong trường hợp tổng quát có yêu cầu trao đổi khe thời gian giữa đầu vào và đầu ra khác nhau thì phải ứng dụng tầng chuyển mạch thời gian T (Time Switch stage).

Trên hình vẽ H2.10 dưới đây minh hoạ quá trình trao đổi khe thời gian giữa TS#3 và TS#8 cho hai khung liên tiếp nhau giữa đường PCM vào và PCM ra của tầng chuyển mạch T.



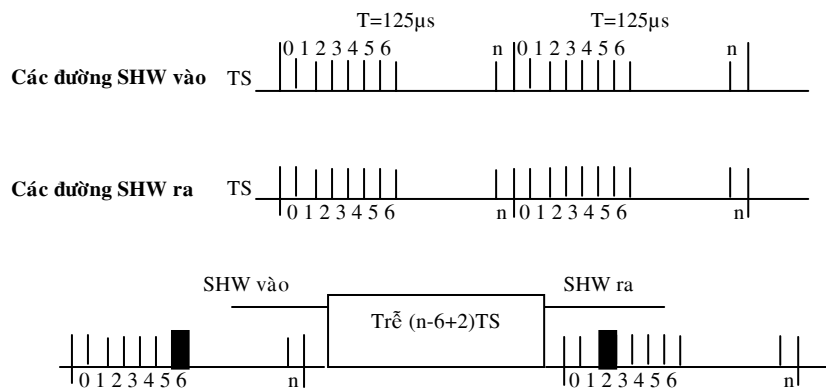
Hình 2.10 Trao đổi khe thời gian

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Vì các khe thời gian TS được sắp xếp liên tiếp nhau theo thứ tự tăng dần do vậy để trao đổi thông tin giữa các khe thời gian TS#3 và TS#8, tín hiệu PCM trong TS#3 cần phải được lưu tạm thời tại tầng T trong khoảng thời gian 5TS trong cùng một khung, sau đó vào khe thời gian của TS#8, tín hiệu PCM được đưa ra đường PCM phía đầu ra của tầng chuyển mạch.

Trường hợp nếu cần chuyển mạch giữa khe thời gian ở đầu ra với khe thời gian có chỉ số lớn hơn ở đầu vào, ví dụ TS#8 và TS#3 như minh họa trên hình vẽ H2.11 thì tín hiệu không thể trễ trong cùng một khung và phải trễ tới khung tiếp theo. Cụ thể là $(n-6+2)$ khe thời gian.

Như vậy, về nguyên tắc đối với tín hiệu số cơ chế để tạo độ trễ thời gian theo yêu cầu song với những tính năng ưu việt của công nghệ vi mạch hiện đại về tốc độ và giá thành, ngày nay bộ nhớ RAM được sử dụng trong tất cả các hệ thống chuyển mạch DSS (Digital Switching system).



Hình 2.11 Nguyên lý chuyển mạch thời gian

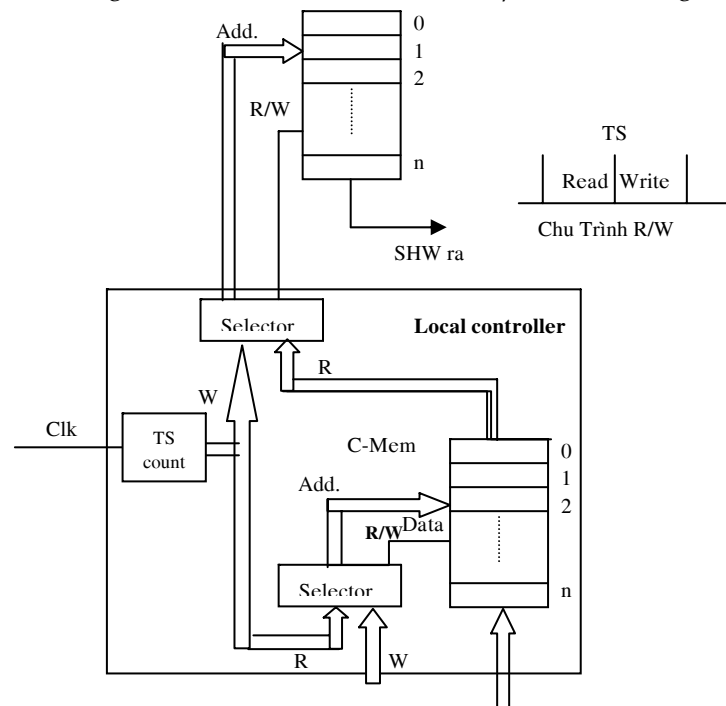
Nguyên lý cấu tạo của chuyển mạch tầng T bao gồm 02 thành phần chính là bộ nhớ tin S-mem (Speak memory) và bộ nhớ điều khiển C-mem như hình H2.11 minh họa dưới đây. Chức năng cơ bản của S-mem là để nhớ tạm thời các tín hiệu PCM chứa trong mỗi khe thời gian phía đầu vào để tạo độ trễ thích hợp theo yêu cầu mà nó có giá trị nhỏ nhất là 1TS tới cực đại là $(n-1)TS$.

Nếu việc ghi các tín hiệu PCM chứa trong các khe thời gian TS phía đầu vào của tầng chuyển mạch T vào S-mem được thực hiện một cách tuần tự thì có thể sử dụng một bộ đệm nhị phân Module(n) cùng với bộ chọn rất đơn giản để điều khiển. Lưu ý rằng khi đó tín hiệu đồng hồ phải hoàn toàn đồng bộ với các thời điểm đầu của TS trong khung tín hiệu PCM được sử dụng trong hệ.

Bộ nhớ C-mem có chức năng dùng để điều khiển quá trình đọc thông tin đã lưu đệm tại S-mem. Cũng như C-mem trong chuyển mạch tầng S, bộ nhớ C-mem của tầng T cũng có n ô nhớ bằng số liệu khe thời gian trong khung tín hiệu PCM sử dụng. Trong thời gian mỗi TS, C-mem điều khiển quá trình đọc một ô nhớ tương ứng thích hợp trong T-mem. Như vậy hiệu quả trễ của tín hiệu PCM của T-Mem được xác định một cách rõ ràng rành mạch bởi hiệu số giữa các khe thời gian ghi và đọc tin PCM ở bộ nhớ S-mem. Thật là thú vị từ cơ chế chuyển mạch nêu trên ta nhận thấy rằng tầng chuyển mạch T hoạt động không bình thường trong cách phân chia thời gian. Cùng một bộ nhớ C-mem, các ô nhớ được sử dụng một cách độc quyền cho một cuộc gọi xác định trong suốt thời gian của cuộc nối. Như vậy chúng ta có điều nghịch lý rằng chuyển mạch không gian S được phân chia thời gian trong khi đó chuyển mạch thời gian T lại được phân chia theo không gian.

Nguyên lý hoạt động của chuyển mạch thời gian T sẽ được trình bày sáng tỏ theo ví dụ sau đây:

Giả sử có yêu cầu chuyển mạch phục vụ cho cuộc nối giữa TS#5 của luồng tín hiệu PCM đầu vào với TS#9 của luồng tín hiệu PCM đầu ra của chuyển mạch tầng T như minh họa trên hình vẽ H2. 12:



Hình 2.12 Chuyển mạch tầng T.

Căn cứ yêu cầu chuyển mạch, hệ thống điều khiển trung tâm CC của tổng đài sẽ tạo các số liệu điều khiển cho tầng T. Để thực hiện điều này CC sẽ nạp số liệu về địa chỉ nhị phân ô nhớ 5 của T-mem vào ô nhớ số 9 của C-mem, sau đó CC giao quyền điều khiển cục bộ cho chuyển mạch tầng T trực tiếp thực hiện quá trình trao đổi khe thời gian theo yêu cầu chuyển mạch.

Tiếp theo để cho quá trình mô tả được hoàn toàn xác định và dễ theo dõi, chúng ta khảo sát từ thời điểm bắt đầu TS#0 của khung tín hiệu PCM. Quá trình ghi thông tin PCM chứa trong các khe thời gian phía đầu vào bộ ô nhớ S-Mem được thực hiện TS-Counter và bộ chọn địa chỉ Selector 1. Cụ thể là khi bắt đầu khe thời gian TS#0, tín hiệu đồng hồ tác động vào TS-Counter làm nó thiết lập trạng thái 0 để tạo tổ hợp nhị phân ô nhớ 0 của S-mem. Bộ chọn địa chỉ Selector1 được sử dụng để điều khiển đọc hay ghi bộ nhớ S-mem. Bộ chọn địa chỉ Selector1 được sử dụng để điều khiển đọc hay ghi bộ nhớ S-mem (RAM), trong trường hợp này nó chuyển mã địa chỉ này vào bus địa chỉ Add của S-mem. Kết thúc thời gian TS#0 cũng là bắt đầu TS#1 song đồng hồ lại tác động vào TS-Counter làm cho nó chuyển trạng thái 1 để tạo địa chỉ nhị phân cho ô nhớ số 1 của S-mem. Selector1 chuyển số liệu này vào Bus địa chỉ của S-mem, nhớ số 1 của S-mem. Selector1 chuyển số liệu này vào bus địa chỉ của S-mem, đồng thời tạo tín hiệu điều khiển ghi W do đó tổ hợp mã tín hiệu PCM trong khe thời gian TS 1 của luồng số đầu vào được ghi vào ô nhớ 1 của S-mem. Quá trình xảy ra tương tự đối với các khe thời gian TS#2, TS#3, TS#4, TS#5 và tiếp theo cho tới khe thời gian cuối cùng TS#n của khung. Sau đó tiếp tục lặp lại cho các khung tiếp theo trong suốt quá trình thiết lập cuộc nối yêu cầu.

Đồng thời với quá trình ghi tín hiệu vào S-mem, C-mem thực hiện điều khiển quá trình đọc các ô nhớ của S-mem để đưa tín hiệu PCM ra luồng số PCM vào các khe thời gian cần thiết hợp tương ứng theo yêu cầu.

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Cụ thể diễn biến quá trình xảy ra như sau:

Bắt đầu khe thời gian TS#9, tín hiệu đồng hồ tác động vào TS-counter làm nó chuyển trạng thái tạo mã nhị phân tương ứng địa chỉ ô nhớ số 9 của C-mem. Bộ chọn địa chỉ Selector2 chuyển số liệu này vào Bus địa chỉ của C-mem đồng thời tạo tín hiệu điều khiển đọc R cho bộ nhớ C-mem, kết quả là nội dung chứa trong ô nhớ số 9 của C-mem được đưa ra ngoài hướng tới Bus địa chỉ đọc phía đầu vào của Selector1. vì nội dung của ô nhớ số 9 C-mem là địa chỉ nhị phân của ô nhớ số 5 của S-mem được đưa ra ngoài vào khoảng thời gian yêu cầu cho trước. Quá trình tiếp tục lặp lại như trên với chu kỳ 125μsec với các khung tiếp theo cho tới khi kết thúc cuộc nói.

Cơ chế hoạt động của chuyển mạch tầng T như đã trình bày trên đây là quá trình ghi tín hiệu PCM vào S-mem được thực hiện một cách tuần tự, còn quá trình đọc tín hiệu PCM từ S-mem ra được thực hiện theo yêu cầu theo cách tuần tự, còn quá trình đọc tín hiệu PCM từ S-mem ra được thực hiện theo yêu cầu theo cách ngẫu nhiên. Chế độ làm việc như vậy của chuyển mạch tầng T gọi là “ ghi tuần tự đọc ngẫu nhiên” viết tắt SWRR (Sequential Write Random Read). Ngoài chế độ SWRR trong thực tiễn còn phải sử dụng chế độ “ghi ngẫu nhiên đọc tuần tự” “RWSR (Random Write Sequential Read)” mà chúng ta sẽ khảo sát khi mô tả cấu trúc và hoạt động của tầng chuyển mạch số ghép kênh kết hợp T-S-T sau này.

2.2.4 Cấu trúc khối chuyển mạch số dung lượng lớn

2.2.4.1 Giới thiệu chung

Trong các ứng dụng thực tế của các khối chuyển mạch tín hiệu số ta thường phải giải quyết hai vấn đề là chất lượng phục vụ QoS (Quality of Service) và dung lượng cần thiết của khối chuyển mạch yêu cầu. Chất lượng phục vụ chủ yếu phụ thuộc vào hiện tượng blocking (Vướng nội) đã trình bày trong mục 2.2.2 và hiện tượng này với xác suất khá lớn khi chỉ sử dụng các chuyển mạch tầng S. Đối với tầng T như đã mô tả trên đây nó có thể bảo đảm chức năng chuyển mạch không blocking cho tất cả các khe thời gian trong luồng cao tín hiệu PCM mà nó đảm nhiệm phục vụ. Ví dụ với hệ thống 32 PCM 30/32 được ghép kênh số thành một luồng cao tốc độ PCM 1024 TS hướng tới chuyển mạch tầng T đơn lẻ thì tất cả 1024 TS, có thể được kết nối một cách tự do mà không gây hiện tượng blocking. Nếu một trường chuyển mạch được xây dựng bằng một tầng T như vậy thì dung lượng thực tế của nó là 512 TS để thực hiện kết nối các kênh PCM theo cả hai chiều thu/phát. Tuy vậy, trong các ứng dụng thực tế ở tổng đài nội hạt, trường chuyển mạch ngoại việc tạo kênh cho kênh thoại còn phải tạo kênh cho báo hiệu và điều khiển. Do đó với một tầng T đơn thì trường chuyển mạch chỉ bảo đảm được khoảng 450 thuê bao nghĩa là dung lượng tổng đài quá nhỏ.

Ngoài ra đối với công nghệ chế tạo khi kích thước tầng S tăng lên thì số lượng chân ra của vi mạch cũng sẽ rất lớn gây khó khăn chế tạo vi mạch. Còn việc tăng dung lượng của chuyển mạch tầng T thì hạn chế bởi công nghệ chế tạo vi mạch nhớ RAM và các mạch logic điều khiển liên quan. Như vậy việc tăng dung lượng trường chuyển mạch số để đảm bảo cho số lượng thuê bao và trung kế lớn tùy ý theo yêu cầu chỉ còn cách phải xây dựng trường chuyển mạch sử dụng kết hợp chuyển mạch T và S tiêu chuẩn. Có rất nhiều phương án ghép kết hợp giữa các chuyển mạch S và T, ví dụ như T-S, S-T-S, T-S-T, T-S-S-T v...v

Do có khả năng tiếp thông hoàn toàn và không có hiện tượng blocking nên người ta mong muốn chỉ sử dụng một tầng T. Tuy vậy một tầng T chỉ dùng làm khối chuyển mạch không blocking có dung lượng tối đa 1024 TS. Với cấu trúc hai tầng TS và ST chỉ thích hợp cho các tầng chuyển mạch dung lượng nhỏ và vừa. Nhưng với phương án này xác suất blocking sẽ tăng nhanh cùng với sự tăng dung lượng của chuyển mạch T. Do vậy ở các tổng đài dung

lượng vừa và lớn nhằm mục tiêu giảm blocking và tăng dung lượng khối chuyển mạch người ta thường dùng cấu trúc ba tầng.

Trước đây, cấu trúc S-T-S được sử dụng nhưng từ cuối thập niên 70 trở lại đây cấu trúc T-S-T chiếm ưu thế hơn và ngày nay cấu trúc này sử dụng rộng rãi nhất. Sở dĩ trước đây người ta sử dụng S-T-S là vì trình độ công nghệ lúc đó tránh chi phí lớn cho tốc độ hoạt động cao của vi mạch. Ngày nay các ưu điểm về tốc độ cao của RAM đã bù lại được về chi phí giá thành cho cả hai công nghệ chuyển mạch S và T do đó cấu trúc T-S-T được ưa chuộng hơn.

Trong các tổng đài dung lượng cực lớn, các chuyển mạch tầng S có tác dụng chia nhỏ trường chuyển mạch thành một số tầng thành phần nhằm hạn chế kích thước của chúng do đó các cấu trúc 4 và 5 tầng T-S-S-T hoặc T-S-S-S-T đã được ứng dụng. Lưu ý rằng việc sử dụng cấu trúc chuyển mạch tầng S đa tầng giảm được tổng chi phí giá thành nhưng tăng chi phí để giải quyết vấn đề blocking.

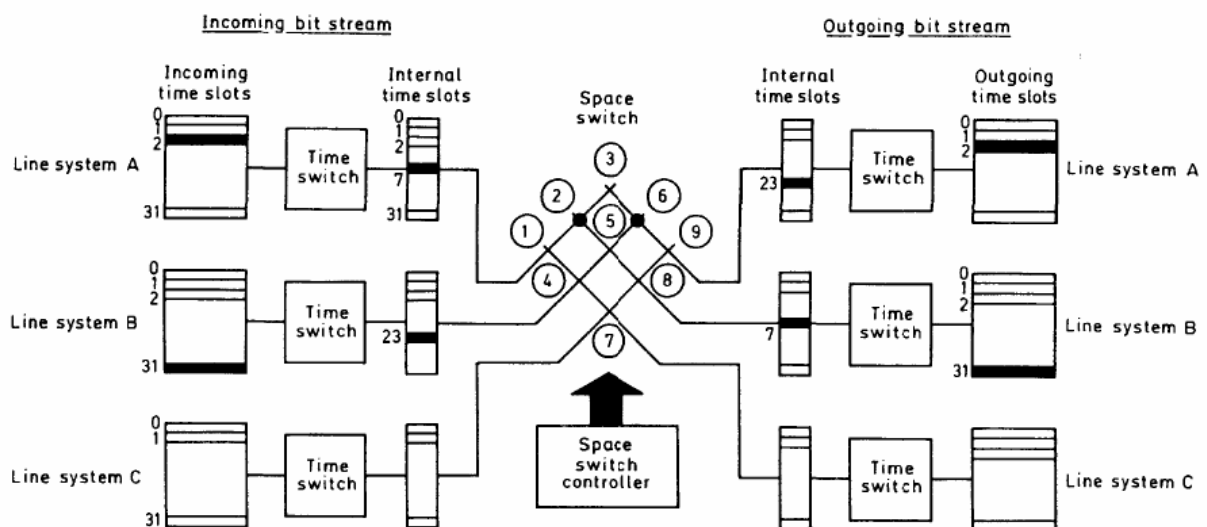
Theo lý thuyết cấu trúc chuyển mạch T-S-T có hệ số tập trung là 1:1 có thể bảo đảm không xảy ra blocking nếu số lượng khe thời gian nội bộ qua tầng chuyển mạch S là $2n-1$ trong đó n là số lượng khe thời gian ở trong các luồng PCM vào và ra của tầng chuyển mạch T ngoại vi. Tuy vậy thậm chí là cả khi mà số lượng khe thời gian trong và ngoài bằng nhau thì chất lượng phục vụ QoS vẫn rất tốt (khoảng 3.10^{-17} cho kênh có lưu lượng 0,7Erl và sẽ tăng lên tới $4.7.10^{-8}$ khi lưu lượng kênh là 0,8Erl). Hơn nữa, do không phải tất cả các khe thời gian ngoài ở luồng PCM được sử dụng để truyền tải lưu lượng mã số khe thời gian nội thường luôn luôn có sẵn cho việc định tuyến lưu lượng qua chuyển mạch tầng S và lưu lượng khe thời gian TS ngoài, nhờ đó mà thậm chí cả với những kênh lưu lượng cao 0,8Erl chất lượng dịch vụ QoS của T-S-T vẫn có thể giá trị 10^{-8} đến 10^{-10}

Tóm lại việc lựa chọn cấu trúc cụ thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố như độ phức tạp, kích thước trường chuyển mạch, lưu lượng phục vụ, kích thước Module, khả năng kiểm tra đo thử bảo dưỡng, mở rộng dung lượng v...v

Do các tính chất quý báu như trình bày trên đây, cấu trúc T-S-T được sử dụng rộng rãi nhất và nó được thiết kế dưới dạng các Module có kích thước phù hợp với công nghệ, ứng dụng thực tế và dễ phát triển, dễ vận hành và bảo dưỡng.

2.2.4.2 Mạng chuyển mạch T-S-T

Khối chuyển mạch số cấu trúc T-S-T cấu tạo từ 3 tầng chuyển mạch T1, S và T2 kết nối với nhau như minh họa trên hình vẽ H2.13



Hình 2.13 Trường chuyển mạch T-S-T

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Tầng chuyển mạch thời gian T1 phía đầu vào kết nối khe thời gian vào với một khe thời gian rỗi nào đó trong đường Bus dẫn tới đầu vào của tầng chuyển mạch không gian S. Trong khi đó tầng chuyển mạch thời gian T2 phía đầu ra kết nối khe thời gian đã được chọn từ chuyển mạch tầng S tới khe thời gian ra yêu cầu. Như vậy cuộc gọi được kết nối qua trường chuyển mạch có thể được định tuyến qua tầng S với bất kỳ khe thời gian thích hợp nào.

Phù hợp với tính chất và ứng dụng của các luồng ghép kênh số cao tốc PCM từ bên ngoài vào/ra khối chuyển mạch khối chuyển mạch T-S-T, các chuyển mạch thời gian T2 ngược lại làm việc theo chế độ RWSR. Ngoài ra ưu điểm của chế độ hoạt động được lựa chọn trên đây làm cho việc điều khiển nội bộ khối chuyển mạch trở ra nên rõ ràng, đơn giản và dễ thực hiện hơn. Thông thường dung lượng của các chuyển mạch thời gian T khoảng 1024TS, còn kích thước của ma trận chuyển mạch D là 8x8, 16x16 và 64x64 đường cao HW (HighWay)

Để giải thích quá trình thực hiện nhiệm vụ chuyển mạch của khối chuyển mạch số cấu trúc T-S-T trên hình vẽ H2.13 đã chỉ rõ quá trình chuyển mạch phục vụ cho cuộc nối giữa khe thời gian TS#2 của luồng số đầu vào 2 với khe thời gian TS#31 của luồng tín hiệu PCM đầu ra B khe thời gian trung gian TS#7 ở tầng chuyển mạch không gian S.

Dựa vào nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của các chuyển mạch tầng S, tầng T đã trình bày kỹ trong các mục 2.2.2 và 2.2.3 bạn đọc hãy tự khảo sát và mô tả cho quá trình thực hiện nhiệm vụ chuyển mạch nêu trên.

2.2.4.3 Độ an toàn và tin cậy của khối chuyển mạch số

Các khối chuyển mạch số hiện đại có dung lượng khổng lồ, do đó bản thân chúng cùng các thiết bị điều khiển liên quan cần phải được đảm bảo độ an toàn tin cậy cao bởi vì một hỏng hóc nhỏ có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng cho toàn bộ hệ thống. Các hệ thống chuyển mạch đầu cuối công cộng hiện đại yêu cầu thời gian hỏng bình quân trong chu kỳ 20-40 năm phụ thuộc vào các tính năng quản lý. Vì rằng chỉ có một trong số các cấu kiện của hệ thống, khối chuyển mạch tự nó cần phải đảm bảo chỉ một phần nhỏ trong tỷ suất hỏng hóc bất kỳ nào ảnh hưởng mạnh hơn một phần nhỏ mạch điện. Điều này yêu cầu phải xem xét cẩn nhắc thận trọng vấn đề đảm bảo độ tin cậy cao của các khối chuyển mạch số bởi vì dung lượng kênh của chúng khổng lồ và khối lượng cấu kiện phần cứng lớn. Ví dụ như nếu hỏng hóc phần cứng ở một Bus luồng PCM nội bộ giữa tầng T và tầng S có thể sẽ làm tổn thất 1024 kênh truyền dẫn.

Bảo vệ an toàn một cách có hiệu quả và đơn giản nhất cho trường chuyển mạch số có thể thực hiện bằng hai giải pháp: thiết kế chế tạo theo Module và trang bị dự phòng.

Theo phương án dự phòng kép nghĩa là khối chuyển mạch được thiết kế chế tạo từ hai nửa khối hoàn toàn như nhau và mỗi nửa khối gọi là một "mặt" (Plane hay Side). Mỗi cuộc nối sẽ được thiết lập đồng thời với hai kênh dẫn song song đồng nhất qua các mặt A và B của khối chuyển mạch, trong đó một mặt làm việc thực sự (mặt tích cực) để kết nối kênh vào/ra phục vụ cuộc gọi, còn mặt kia là để dự phòng sao cho nếu mặt tích cực có vấn đề thì nó sẽ tự động thay thế.

Để giải quyết vấn đề như nêu trên, bổ sung vào khối chuyển mạch an toàn cần phải có cơ chế giám sát, phát hiện sai lỗi và hỏng hóc sao cho có thể cô lập được bộ phận thiết bị khi xảy ra sai lỗi. Đối với phương pháp trang bị kép đôi có thể sử dụng giải pháp kiểm tra tính chẵn lẻ đơn giản cả hai kênh song song tích cực/dự phòng để chỉ ra mặt bị sai lỗi, cụ thể là bit chẵn được bổ sung vào tổ hợp mã tín hiệu PCM 8bit trong hướng phát tại mỗi luồng kết đầu cuối vào của khối chuyển mạch. Luồng tín hiệu 9 bit sau đó được nhân đôi và đưa tới

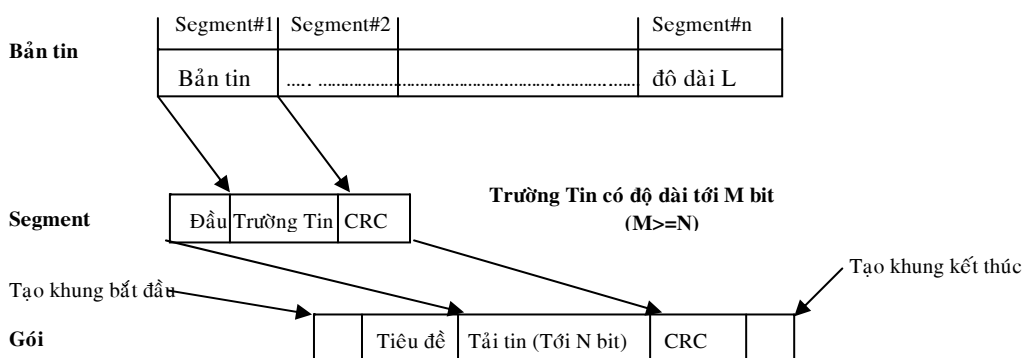
chuyển mạch tầng T đầu vào tương ứng của cả hai mặt của khối chuyển mạch. Phía đầu thu mỗi tổ hợp mã PCM 9 bit từ cả hai sẽ được kiểm tra tính chẵn để phát hiện có sai lỗi hay không. Nếu phát hiện thay lỗi ở mặt nào thì lập tức mặt đó sẽ bị cô lập khỏi khối chuyển mạch một cách tự động hoàn toàn. Ngoài phương pháp trang bị dự phòng kép được sử dụng rất phổ biến nêu trên có thể sử dụng phương pháp tập hơn ví dụ như dự phòng theo module N+1 hay dự phòng “N trong M” v..v

2.3 Kỹ thuật chuyển mạch gói:

Kỹ thuật chuyển mạch gói ngày nay đã trở thành một kỹ thuật rất có tiềm năng và quan trọng trong lĩnh vực viễn thông bởi vì nó cho phép các nguồn tài nguyên Viễn thông sử dụng một cách hiệu quả nhất. Chuyển mạch gói có thể thích ứng với diện rất rộng các dịch vụ và yêu cầu của khách hàng. Trên thế giới ngày nay, mạng chuyển mạch gói cũng đang thể hiện hiệu quả và tính hấp dẫn của nó cho các dịch vụ viễn thông khác như điện thoại. Video và các dịch vụ băng rộng khác.

Quan điểm của chuyển mạch gói dựa trên khả năng của các máy tính số hiện đại tốc độ cao tác động vào bản tin cần truyền sao cho có thể chia cắt các cuộc gọi, các bản tin thành các thành phần nhỏ gọi là “Gói” tin. Tùy thuộc vào việc thực hiện và hình thức của thông tin mà có thể có nhiều mức phân chia. Ví dụ một cách thực hiện phổ biến được áp dụng của chuyển mạch gói hiện nay là bản tin của người sử dụng được chia thành các Segments và sau đó các Segments lại được chia tiếp thành các gói (Packet) có kích thước chuẩn hoá. Hình vẽ H.2.14 minh hoạ giao thức cắt gói theo nguyên tắc nêu trên.

Các segments sau khi được chia cắt từ bản tin của khách hàng sẽ được xử lý chuẩn hoá tiếp bằng cách dán “Đầu” (leader) và “Đuôi” “Trailer”, như vậy chúng chứa ba trường số liệu là: Đầu chứa địa chỉ đích cùng các thông tin điều khiển mà mạng yêu cầu ví dụ như số thự tự của Segment#, mã kênh logic để tách các thông tin khách hàng đã ghép kênh, đánh dấu segment đầu tiên và segment cuối cùng của bản tin và nhiều thông tin khác liên quan tới chức năng quản lý và điều khiển từ “Đầu cuối-tới-Đầu Cuối”.



Hình 2.14 Nguyên lý cắt mảnh và tạo Gói

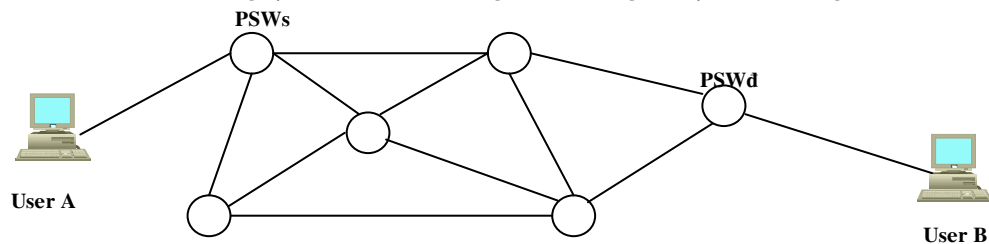
Đối với các gói tin truyền qua mạng Chuyển mạch gói còn phải chứa các mẫu tạo khung để đánh dấu điểm đầu và điểm cuối của mỗi gói. Tiêu đề (Header) của gói tương tự như đầu của Segment, ngoài ra nó còn có thêm các thông tin mà mạng chuyển mạch yêu cầu để điều khiển sự truyền tải của các gói qua mạng, ví dụ như thông tin cần bổ sung vào tiêu đề của gói là địa chỉ Nguồn, địa chỉ Đích, số thự tự của gói và các khối số liệu điều khiển để chống vòng lặp, quản lý QoS, suy hao, lặp gói v...v

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

Trường số liệu điều khiển sai lỗi CRC cho phép hệ thống chuyển mạch gói phát hiện sai lỗi xảy ra trong gói nếu có, nhờ đó đảm bảo yêu cầu rất cao về độ chính xác truyền tin.

Các gói tin sẽ được chuyển qua mạng chuyển mạch gói từ Node chuyển mạch này tới node chuyển mạch khác trên cơ sở “lưu đệm và phát chuyển tiếp”, nghĩa là mỗi node chuyển mạch sau khi thu một gói sẽ tạm thời lưu giữ một bản sao của gói vào bộ nhớ đệm cho tới khi cơ hội phát chuyển gói tới node tiếp theo hay thiết bị đầu cuối của người dùng được đảm bảo chắc chắn. Bởi vì mọi quá trình thông tin được cắt nhỏ thành các gói giống nhau nên các bản tin dù dài hay ngắn đều có thể chuyển qua mạng với sự ảnh hưởng lẫn nhau ít nhất và nhờ sự chuyển tải các gói qua mạng gần như nhau được thực hiện trong thời gian thực nên chuyển mạch có thể đáp ứng được yêu cầu hoạt động một cách nhanh chóng kể cả khi có sự thay đổi mẫu lưu lượng hoặc có sự hỏng hóc một phần hay nhiều tính năng khác của mạng.

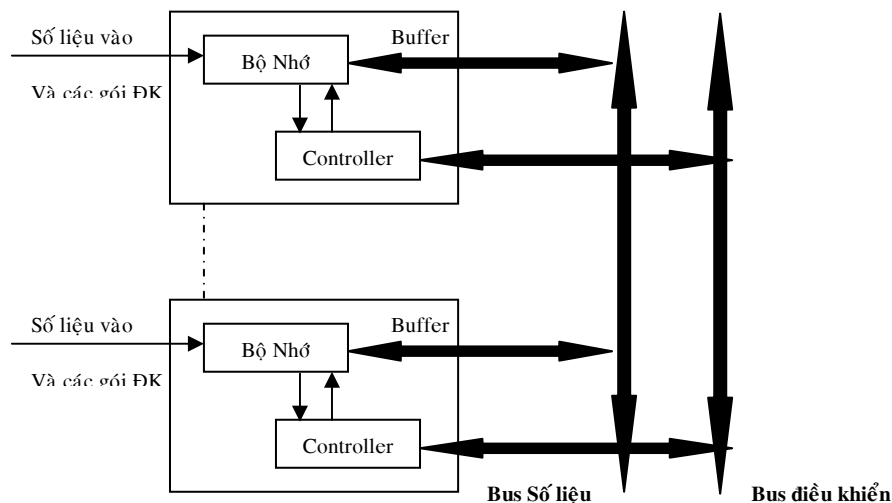
Hình vẽ H2.15 minh họa nguyên tắc hoạt động của mạng chuyển mạch gói.



Hình 2.15 Mạng chuyển mạch gói

Các bản tin của khách hàng từ máy chủ gọi A sẽ không được gửi một cách tức thì và trọn vẹn qua mạng tới máy bị gọi như trong mạng chuyển mạch bản tin, mà sẽ được cắt và tạo thành các gói chuẩn ở Node chuyển mạch gói nguồn PSWs. Mỗi gói sẽ được phát vào mạng một cách riêng rẽ độc lập và chúng sẽ dịch chuyển về Node chuyển mạch gói đích PSWd theo một đường dẫn khả dụng tốt nhất tại bất kỳ thời điểm nào đồng thời mỗi gói sẽ được kiểm tra giám sát lỗi trên dọc hành trình. Tại PSWd các gói sẽ tái hợp lại để tạo thành bản tin nguyên vẹn ban đầu rồi gửi tới thuê bao B. Ưu điểm đặc sắc của chuyển mạch gói là kênh truyền dẫn chỉ bị chiếm dụng trong thời gian thực sự truyền gói tin, sau đó kênh sẽ trở thành rỗi và khả dụng cho một bản tin có thể được truyền một cách đồng thời và có thể theo các tuyến hoàn toàn các tính năng truyền dẫn của hệ thống.

Nguyên tắc cơ bản của trường chuyển mạch gói được minh họa trên hình vẽ H.2.16 sau đây:



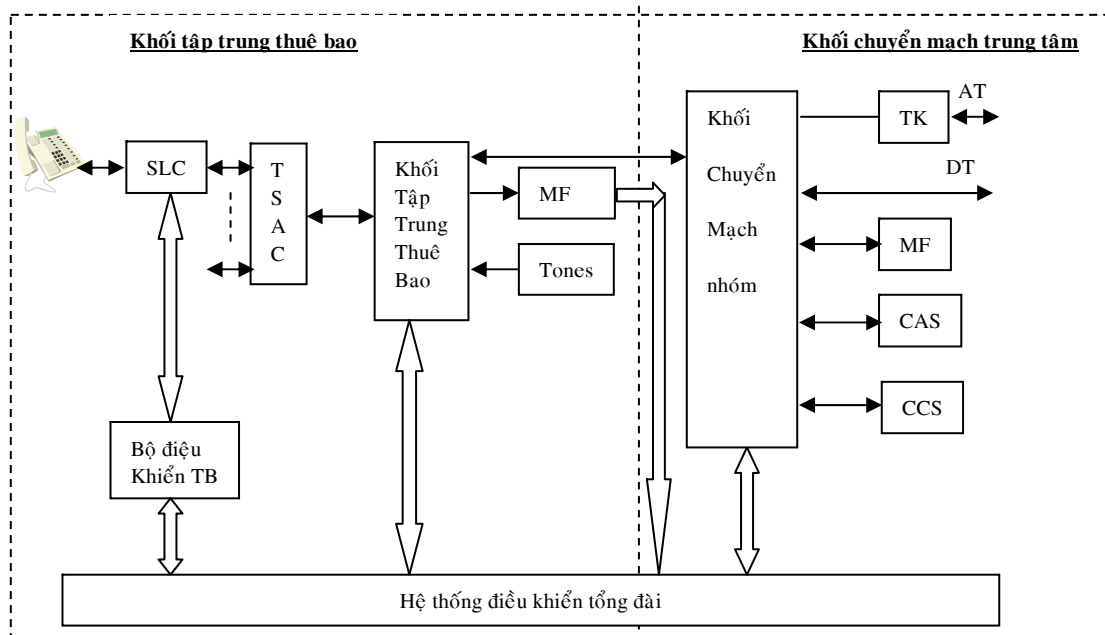
Hình 2.16 Nguyên tắc trường chuyển mạch gói.

Số liệu đến và các gói điều khiển được phân phối vào các bộ đệm mà tại đó chúng được kiểm tra, giám sát lỗi. Sau đó chúng được tạm thời lưu trữ lại để sẵn sàng chuyển vào Bus số liệu hoặc được diễn giải bởi bộ điều khiển Controller để tạo ra các tác động điều khiển. Gói số liệu vào có thể được truyền vào Bus số liệu dạng nối tiếp hoặc song song và sau đó được chuyển tới bộ đệm đầu ra bởi bộ điều khiển mà nó xác nhận được địa chỉ của gói chứa trong trường định hướng

2.4 Hệ thống chuyển mạch trong mạng Viễn thông

2.4.1 Giới thiệu tổng quát về hệ thống chuyển mạch số

Ngày nay các tổng đài sử dụng trong mạng viễn thông trên toàn cầu chủ yếu là tổng đài điện tử số. Hình vẽ H.2.17 thấy rõ tổng đài cấu thành từ 3 khối chức năng:



Hình H.2.17 Sơ đồ khối tổng đài số.

- Khối tập trung thuê bao (subscriber Concentrator) bao gồm giao diện mạch điện đường thuê bao SLC (Subscriber Line Circuit), bộ gán khe thời gian TSAC (Time Slot Assignment Circuit), bộ thu tín hiệu mã đa tần MF (MultiFrequency Receiver), máy phát tín hiệu âm tần (Tones) và bộ điều khiển mạch điện đường dây thuê bao (Bộ điều khiển TB).
- Khối chuyển mạch trung tâm cấu tạo thành từ khối chuyển mạch nhóm, module giao diện trung kế Analogue TK với các đường trung kế analogue AT (analogue Trunk), giao diện trung kế số với các đường trung kế số DT (Digital Trunk), bộ thu phát tín hiệu mã đa tần MF (Multifrequency Send/Receiver), thiết bị báo hiệu từng kênh chugn CCS (Common Channel Signalling). Cả hai khối chức năng trên đều có trường chuyển mạch số, trong đó trường chuyển mạch của khối tập trung thuê bao thường là chuyển mạch tầng T dung lượng 1024 TS dùng để kết nối cho các cuộc gọi từ 1024 đường dây thuê bao với lưu lượng thấp với các đường trung kế nội bộ có số lượng ít hơn (thông thường với tỉ lệ tập trung 1/16-1/10) nhưng với lưu lượng cao hơn và hướng tới khối chuyển mạch nhóm. Đối với khối chuyển mạch nhóm vì là trường chuyển mạch số dung lượng lớn nên thường được xây dựng từ các tầng chuyển mạch S và T kết hợp như đã trình bày .

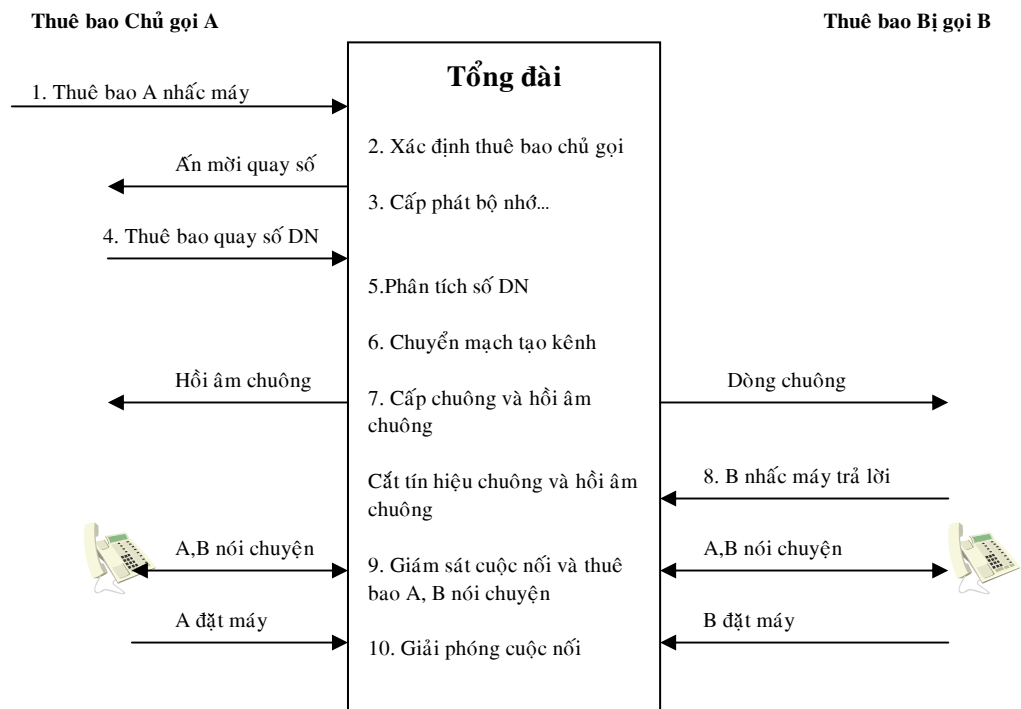
Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

- Hệ thống điều khiển tổng đài là một hay một mạng máy tính điện tử số thực hiện các chức năng điều khiển chung mọi hoạt động của hệ thống. Để trợ giúp cho nhân viên kỹ thuật điều hành hệ thống Operator, trong tổng đài được trang bị các thiết bị giao tiếp Người-Máy như màn hình, bàn phím, máy in v....v

Tổng đài số có nhiều tính năng ưu việt cho công tác quản lý, khai thác và cung cấp các dịch vụ

2.4.2 Phân tích cuộc gọi và báo hiệu

Diễn tiến quá trình phục vụ một cuộc gọi nội đài theo 10 bước cơ bản như minh hoạ H2.18:



Hình 2.18 Tiến trình xử lý cuộc gọi

1. Tín hiệu yêu cầu cuộc gọi (thuê bao nhấn máy)

Khi thuê bao muốn thực hiện cuộc gọi thì thuê bao đó chỉ việc nhấn máy. Thao tác này sẽ tạo ra tín hiệu báo hiệu khởi đầu cuộc gọi (Off-hook signal). Điều này có nghĩa là thuê bao thông báo cho tổng đài chuẩn bị xử lý, điều khiển quá trình thiết lập nối phục vụ cho cuộc gọi. Thực chất khi thuê bao nhấn máy khởi tạo cuộc gọi, mạch vòng thuê bao với tổng đài kín mạch. Một mặt, dòng điện một chiều tổng đài cấp cho máy điện thoại. Mặt khác các thiết bị ở tổng đài sẽ được hoạt hoá và các tín hiệu sẽ được gửi tới các bộ phận thích hợp liên quan của tổng đài. Nếu lúc này mà thuê bao ấn khoá đặt tổ hợp hay đặt máy thì được coi như là báo hiệu cho tổng đài biết rằng cuộc gọi kết thúc (on-hook signal) và mạch vòng thuê bao sẽ hở mạch và việc cấp điện một chiều cho máy điện thoại không cần nữa.

2. Xác định thuê bao chủ gọi

Cuộc gọi từ thuê bao chủ gọi sẽ được phát hiện bởi mạch điện đường dây thuê bao ở tổng đài, sau đó bộ điều khiển mạch điện thuê bao sẽ xác định số thiết bị EN (Equipment Number) của thuê bao chủ gọi. En là số cần thiết cho việc biên dịch thành danh bạ DN (Directoty Number) của thuê bao. Để phục vụ cho nhiệm vụ này yêu cầu các bảng biên

dịch đặc biệt mà ở các thế hệ tổng đài cơ điện chúng được thực hiện dưới dạng mạng điện Logic cứng bởi các Rơ Le, còn ở các tổng đài số chính lưu trữ trong các bộ nhớ của máy tính điều khiển tổng đài. Trên cơ sở kết quả biên dịch nêu trên, tổng đài sẽ có được những thông tin quan trọng ohục vụ cho các cuộc gọi hiện hành, như quyền liên lạc, kiểu máy điện thoại, trạng thái bận/rỗi, các dịch vụ của thuê bao v...v..

Hệ thống điều khiển của tổng đài cần xác định được các thuộc tính, số liệu của thuê bao chủ gọi để dùng cho các mục đích khác nữa như để tính cước cuộc gọi hay xác định quyền liên lạc đường dài, liên lạc quốc tế của thuê bao v...v Các thông tin cần thiết để quản lý thuê bao được lưu trữ trong bản ghi thuê bao (Subscriber Record) thuộc cơ sở dữ liệu của tổng đài.

3. Cấp phát bộ nhớ và kết nối thiết bị dùng chung

Một trong các chức năng chủ yếu của tổng đài là điều khiển. Một số logic cần được diễn giải các sự kiện xảy ra trong tiến trình cuộc gọi và trên cơ sở đó đưa ra các quyết định cần thiết và hoạt hoá các tác động tương ứng. Khi tổng đài nhận được tín hiệu yêu cầu khởi tạo cuộc gọi (Off-hook signal), thiết bị điều khiển sẽ cấp phát thiết bị chung và cung cấp kênh thông cho thuê bao chủ gọi. Ví dụ như trong quá trình xử lý cuộc gọi, tổng đài cấp một bản ghi cuộc gọi (Call Record)- một vùng bộ nhớ cần cho suốt tiến trình cuộc gọi, trong đó lưu trữ mọi chi tiết liên quan. Một ví dụ khác về thiết bị dùng chung trong tổng đài đó là các máy thu/ phát và bộ nhớ để lưu trữ số danh bạ DN của thuê bao bị gọi, các chữ số này không chỉ cần để xác định thuê bao bị gọi mà còn để cung cấp những thông tin cần thiết khác liên quan tới nhiệm vụ định hướng cho cuộc gọi qua mạng.

4. Thu và lưu trữ các chữ số DN

Sau khi nhận được tín hiệu mời quay số, thuê bao chủ gọi sẽ tiến hành phát các chữ số DN của thuê bao bị gọi bằng cách ấn số. Các chữ số này sẽ được tổng đài thu và lưu trữ vào một vùng nhớ trong bộ nhớ

5. Phân tích số

Sau khi thu được các chữ số DN của thuê bao bị gọi, hệ thống điều khiển cần phải phân tích các chữ số này để xác định hướng của cuộc gọi hiện hành. Nếu cuộc gọi kết thúc tại tổng đài, nghĩa là cuộc gọi nội đài- khi cả thuê bao chủ gọi và thuê bao bị gọi cùng trong một tổng đài thì chỉ duy nhất một mạch điện cuộc gọi được định hướng tới-đó là mạch điện đường dây thuê bao bị gọi và khi đó nếu dây thuê bao bị gọi “bận” thì cuộc gọi không thể tiếp diễn thành công và tổng đài sẽ phát tín hiệu báo bận cho thuê bao chủ gọi. Ngược lại nếu cuộc gọi kết thúc tại một tổng đài khác ở xa thì nó sẽ được phát và tiếp theo sẽ được tùy chọn trong một hướng khả tuyển. Trong trường hợp này nếu trong hướng thích hợp không có một mạch điện trung kế khả dụng thì tổng đài sẽ gửi tín hiệu báo bận cho thuê bao chủ gọi và cuộc gọi sẽ bị huỷ bỏ. Nếu có mạch điện trung kế khả dụng cho cuộc gọi hiện hành thì tổng đài sẽ chọn và chiếm một mạch cho cuộc gọi đang xét. Mạch điện đã bị chiếm dùng và khoá thì sẽ thực hiện bằng cách đặt áp đánh dấu điều kiện còn trong tổng đài thông tin về mạch điện lưu trữ trong bản số liệu trong cơ sở dữ liệu dưới dạng mã trạng thái của mạch điện.

6. Chuyển mạch tạo kênh

Đến thời điểm này, hệ thống điều khiển tổng đài đã xác định được rõ cả hai mạch điện thuê bao chủ gọi và thuê bao bị gọi. Nhiệm vụ tiếp theo là chọn đường kết nối giữa hai

Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

thuê bao quatrường chuyển mạch của tổng đài. Trong hệ thống điều khiển của tổng đài có các thuật toán chọn đường thích hợp. Mỗi điểm chuyển mạch trong đường kết nối đã chọn cần được kiểm tra để bảo đảm rằng nó chưa bị chiếm dùng sau đó chiếm và khoá đường.

7. Cấp dòng chuông và tín hiệu hồi âm chuông

Đối với các cuộc gọi nội đài, sau khi thực hiện các nhiệm vụ trong bước 6, tổng đài sẽ phát tín hiệu chuông cho thuê bao bị gọi đồng thời gửi tín hiệu hồi âm chuông cho thuê bao gọi. Bằng cách đó tổng đài thông báo cho các thuê bao cuộc gọi đã được xử lý thành công và các thuê bao có thể tiến hành cuộc nói chuyện.

8. Thuê bao bị gọi nhắc máy trả lời

Khi thuê bao nhắc máy tổng đài sẽ thu được tín hiệu trả lời của thuê bao bị gọi. Kênh nối đã được lựa chọn giữa hai thuê bao hình thành và các thuê bao bắt đầu nối chuyện qua tổng đài. Lúc này dòng chuông và tín hiệu hồi âm chuông phải bị cắt khỏi kênh nối giữa hai thuê bao, đồng thời việc tính cước được kích hoạt.

9. Giám sát cuộc nối

Trong khi cuộc kết nối diễn tiến, chức năng giám sát được thực hiện nhằm xác định việc tính cước được kích hoạt.

10. Giải phóng cuộc nối

Kết thúc cuộc nối các thuê bao đặt máy , tổng đài nhận được tín hiệu giải phóng. Thiết bị điều khiển sẽ giải phóng tất cả các thiết bị và bộ nhớ đã tham gia phục vụ cho cuộc gọi hiện hành, sau cùng đưa các thành phần kể trên về trạng thái khả dụng cho cuộc gọi tiếp theo.

Đối với mạng viễn thông hiện đại đảm bảo cho công tác quản lý và khai thác bảo dưỡng một cách có hiệu quả thì việc thu nhập các số liệu yêu cầu quản lý của mỗi cuộc gọi rất quan trọng. Thông tin về các cuộc gọi bị tổn thất do hỏng hóc thiết bị tổng đài hay do có các thiết bị khả dụng là các số liệu cần thiết cho bảo dưỡng và quy hoạch mạng. Giám sát chất lượng dịch vụ cần để quản lý thống kê cũng như bảo dưỡng. Các số liệu về các cuộc gọi thành công yêu cầu cho việc tính cước thanh toán dịch vụ. Đó là các chức năng quản lý quan trọng trong công ty điện thoại. Các số liệu quản lý và bảo dưỡng nêu trên được thu nhập và duy trì trong phần mềm tổng đài. Việc xử lý các số liệu này được thực hiện bởi máy tính trong hay ngoài tổng đài tùy thuộc vào tính chất và phương pháp xử lý của tổng đài cụ thể.

Bài tập

- 1) Trình bày các thành phần cấu thành mạng viễn thông và các chức năng cơ bản của các thành phần
- 2) Nguyên lý trao đổi khe thời gian
- 3) Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động chuyển mạch tầng S
- 4) Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động chuyển mạch tầng T
- 5) Mô tả cho quá trình thực hiện nhiệm vụ chuyển mạch T-S-T.
- 6) Phân tích các đặc điểm của chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói
- 7) Trình bày tiến trình thực hiện cuộc gọi.
- 8) Liệt kê tên của một số thiết bị chuyển mạch đang sử dụng trong mạng viễn thông Việt Nam.

CHƯƠNG 3

HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

3.1 GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG TẾ BÀO

3.1.1 Giới thiệu:

Thông tin di động được ứng dụng cho nghiệp vụ cảnh sát từ những năm hai mươi ở băng tần vô tuyến 2MHz. Sau thế chiến II mới xuất hiện thông tin di động điện thoại dân dụng. 1946, với kỹ thuật FM (điều chế tần số) ở băng số 150MHz, AT&T được cấp giấy phép cho dịch vụ điện thoại di động thực sự ở St.Louis. 1948, một hệ thống điện thoại di động có dải thông tần số 30kHz với kỹ thuật FM ở băng tần 450 MHz đưa hiệu suất sử dụng phổ tần số tăng gấp 4 lần so với cuối thế chiến II.

Năm 1996, một phần mười người Mỹ có điện thoại di động, còn hệ thống điện thoại công sở vô tuyến đã bao gồm 40 triệu máy, trên 60 triệu điện thoại kéo dài được dùng, dịch vụ PCS thương mại được áp dụng ở Washington. Trong thời gian 10 năm qua, các máy điện thoại di động (thiết bị đầu cuối) đã giảm kích thước, trọng lượng và giá thành 20% mỗi năm.

Quan niệm "cellular" bắt đầu từ cuối những năm bốn mươi với Bell. Thay cho mô hình quảng bá với máy phát công suất lớn và anten cao là những cell diện tích bé có máy phát BTS công suất nhỏ; khi các cell ở cách nhau đủ xa thì có thể sử dụng lại cùng một tần số. Tháng 12-1971 hệ thống cellular tương tự ra đời, FM, ở dải tần số 850 MHz. Tương ứng là sản phẩm thương nghiệp AMPS (tiêu chuẩn) ra đời name 1983. Đến đầu những năm chín mươi, thế hệ đầu tiên của thông tin di động cellular đã bao gồm hàng loạt hệ thống ở các nước khác nhau: TACS, NMTS, NAMTS, C ... Tuy nhiên, các hệ thống này không thỏa mãn được nhu cầu ngày càng tăng, trước giao nhau không đủ rộng như mong muốn (ra ngoài biên giới). Những vấn đề trên đặt ra cho thế hệ thứ hai thông tin di động cellular phải giải quyết. Một sự lựa chọn được đặt ra: kỹ thuật tương tự hay kỹ thuật số. Các tổ chức tiêu chuẩn hoá chọn kỹ thuật số.

Trước hết kỹ thuật số đảm bảo chất lượng cao hơn trong môi trường nhiễu mạnh và khả năng tiềm tàng về một dung lượng lớn hơn.

Các hệ thống thông tin di động số cellular có những ưu điểm căn bản sau đây:

- Sử dụng kỹ thuật điều chế số tiên tiến nên hiệu suất sử dụng phổ tần cao hơn.
- Mã hoá số tín hiệu thoại với tốc độ bit ngày càng thấp, cho phép ghép nhiều kênh thoại hơn với dòng bit tốc độ chuẩn.
- Giảm tỷ lệ tin tức báo hiệu, dành tỷ lệ lớn hơn cho tin tức người sử dụng.
- Áp dụng kỹ thuật mã hóa kênh và mã hoá nguồn của truyền dẫn số.
- Hệ thống số chống nhiễu nhiều kênh chung CCI (Cochannel Interference) và nhiễu kênh kề ACI (Adjacent-Channel Interference) hiệu quả hơn. Điều này cuối cùng tăng dung lượng hệ thống.
- Điều khiển động trong việc cấp phát kênh liên lạc làm cho sử dụng phổ tần số hiệu quả hơn.
- Có nhiều dịch vụ mới: nhận thực, số liệu, mật mã hoá, kết nối ISDN.
- Điều khiển truy cập và chuyển giao hoàn hảo hơn. Dung lượng tăng, diện tích cell nhỏ đi, chuyển giao nhiều hơn, báo hiệu tắt bật đều dễ dàng xử lý bằng phương pháp số.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Hệ thống thông tin di động cellular thế hệ thứ hai có 3 tiêu chuẩn chính: GSM, IS-54, JDC, trong đó IS-54 bao gồm trong nó tiêu chuẩn AMPS. Thế hệ thứ ba bắt đầu từ những năm sau của thập kỷ 90 sẽ là kỹ thuật số với CDMA và TDMA cải tiến.

Chúng ta chứng kiến một sự thật là ngày càng nhiều người cần đến thông tin di động, tỷ lệ máy điện thoại di động so với máy cố định ngày càng tăng lên, cùng với nhiều dịch vụ di động phi cellular, nhắn tin, máy vô tuyến cá nhân, hệ thống thông tin di động qua vệ tinh thế hệ cũ và mới, máy tính cá nhân di động, chúng ta sẽ tiến tới hệ thống thông tin cá nhân trên phạm vi toàn cầu, với khả năng trao đổi mọi loại tin tức dù người dùng vào bất kỳ lúc nào, ở bất kỳ đâu, một cách nhanh chóng, tiện lợi.

3.1.2 Phạm vi và mục tiêu:

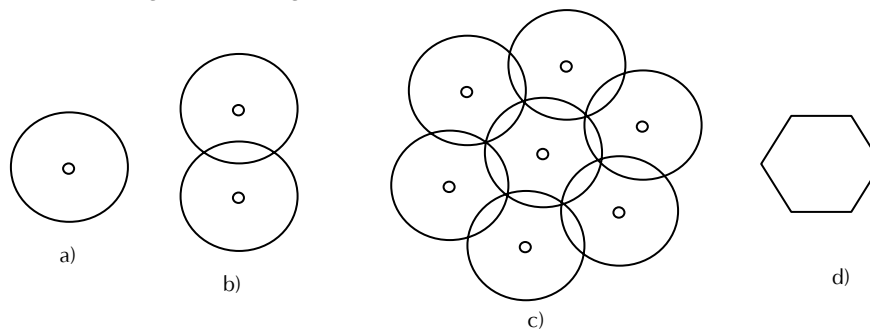
Thông qua chương này, sinh viên sẽ hiểu được những thuật ngữ liên quan đến hệ thống thông tin di động và những kiến thức cơ bản sau đây:

- Khái niệm về mạng thông tin di động
- Nguyên lý hoạt động của mạng thông tin di động
- Nguyên lý về hệ thống GSM
- Kỹ thuật trải phổ CDMA

3.2 Nguyên lý mạng thông tin di động tế bào

3.4.1 Cấu trúc mạng thông tin di động tế bào:

Cell hay còn gọi là tế bào là đơn vị nhỏ nhất của mạng. Trên sơ đồ địa lý quy hoạch mạng, cell có hình dạng một tổ ong hình lục giác. Trong một cell có một tổng đài BTS (Base Transceiver Station). BTS liên lạc vô tuyến với tất cả các máy thuê bao di động MS (Mobile Station) có mặt trong cell. Dạng cell được minh họa như sau:



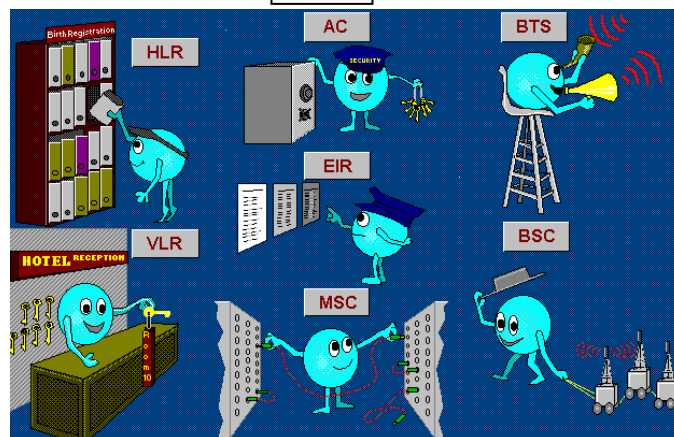
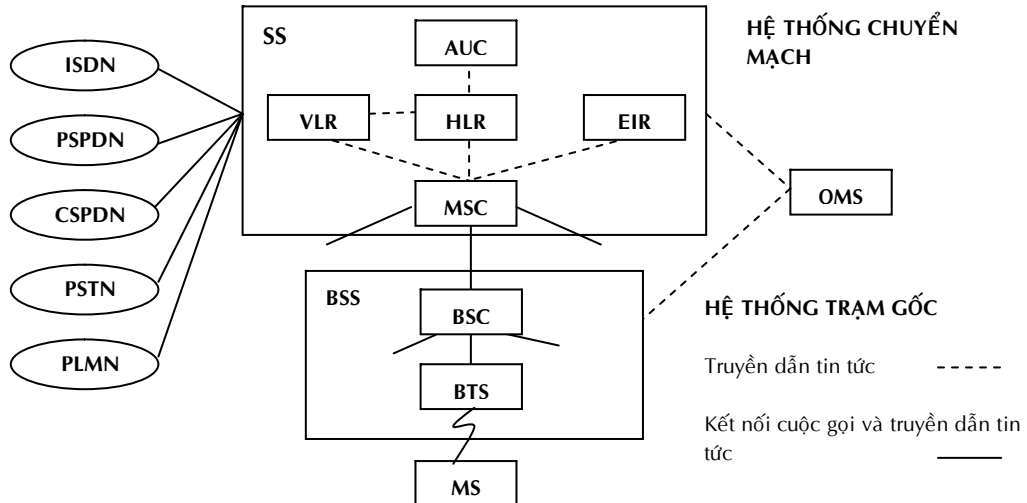
Hình 3.1 Khái niệm về biên giới của cell.

Trong hình 3.1, hình tròn a biểu thị vùng phủ sóng của một anten vô hướng phát đẳng hướng, đường biên tương ứng với quỹ tích các vị trí có cùng cự ly đến vị trí anten mà tại đó cường độ tín hiệu đã suy giảm đến giá trị tối thiểu yêu cầu của máy thu. Hình b biểu thị tình huống hai anten vô hướng giống nhau được thiết lập ở khoảng cách thích hợp. Khi đó, hai vòng tròn giao nhau, mà đường chung của vùng giao nhau là quỹ tích các vị trí cường độ tín hiệu anten bằng nhau. Hình c biểu thị tình huống phủ sóng của một anten vô hướng có toàn bộ đường biên bị giao nhau với vùng phủ sóng 6 anten tương tự đặt cách đều xung quanh. 6 đường chung tạo thành hình lục giác đều, biểu thị vùng phủ sóng của một cell; khi MS chuyển động ra ngoài vùng đó, nó phải được chuyển giao để làm việc với BTS của một cell khác liền kề

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

mà nó hiện đang trong vùng phủ sóng. Hình lục giác trở thành kí hiệu cell trên bản đồ quy hoạch mạng (hình d).

Mạng thông tin di động số cell mà giáo trình nào đề cập, thực chất là mạng di động mặt đất công cộng PLMN (Public Land Mobile Network). Nói một cách tổng quát, thì PLMN hợp tác với các mạng cố định để thiết lập cuộc gọi, PLMN cung cấp cho cho các thuê bao (người dùng) khả năng truy cập vào mạng thông tin toàn cầu từ MS và đến MS.



Các ký hiệu:

- AUC (Authentication Center): Trung tâm xác thực.
- CSPDN: Mạng chuyển mạch số công cộng theo mạng
- BSS (Base Station Subsystem): Hệ thống trạm gốc
- BSC (Base Station Controller): Đài điều khiển trạm gốc.
- BTS (Base Transceiver Station): Đài vô tuyến gốc
- EIR (Equipment Identity Register): Thanh ghi nhận dạng thiết bị
- ISDN: Mạng số liệu liên kết đa dịch vụ
- HLR (Home Location Register): Bộ ghi định vị thường trú.

- MS (Mobile Station): Máy di động
- MSC (Mobile services Switching Center) : Tổng đài di động
- OMS(Operation Maintenance subsystem): Hệ thống vận hành, giám sát và bảo dưỡng những thành phần mạng của hệ thống.
- PSPDN: Mạng chuyển mạch công cộng theo gói
- PSTN: Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng
- SS (Switching subsystem): Hệ thống chuyển mạch.
- VLR (Visistor Location Register): Bộ ghi định vị tạm trú
- PLMN: Mạng di động mặt đất công cộng

Hình 3.2. Mô hình hệ thống thông tin di động tế bào.

Hình 3.2 giới thiệu mô hình hệ thống thông tin di động cellular. Hệ thống này bao gồm phần hệ chuyển mạch SS (Switching System) và phần hệ trạm gốc BSS (Base Station Subsystem). Trong mỗi BSS, một bộ điều khiển trạm gốc BSC (Base Station Controller) điều khiển một nhóm BTS về các chức năng như chuyển giao và điều khiển công suất.

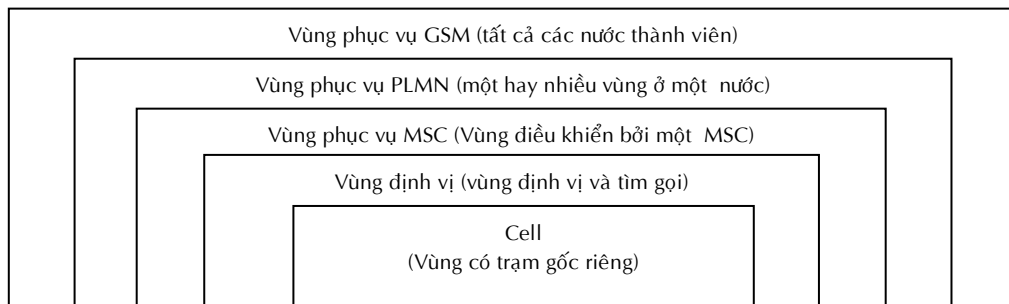
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

a) Hệ thống con SS:

Hệ thống con chuyển mạch bao gồm các chức năng chuyển mạch chính của mạng cũng như các cơ sở dữ liệu cần thiết cho số liệu thuê bao và quản lý di động của thuê bao. Chức năng chính của SS là quản lý thông tin giữa những người sử dụng mạng di động với mạng khác.

MSC:

Trong mỗi SS, một trung tâm chuyển mạch của PLMN, gọi tắt là tổng đài mạng di động MSC (Mobile services Switching Center), phục vụ nhiều BSC, hình thành cấp quản lý lãnh thổ gọi là vùng phục vụ MSC, bao gồm nhiều vùng định vị. Hình 3-3 biểu thị phân cấp cấu trúc địa lý của mạng mạng di động cellular, ví dụ GSM.



Hình 3-3. Ví dụ về phân cấp cấu trúc địa lý của mạng di động cellular (GSM).

Ngoài ra MSC giao tiếp với các mạng ngoài. MSC làm nhiệm vụ giao tiếp vào mạng ngoài gọi là MSC cổng (gateway). Để kết nối MSC với một số mạng khác cần phải thích ứng các đặc điểm truyền dẫn của mạng di động với các mạng này. Các thích ứng này được gọi là các chức năng tương tác. Các chức năng tương tác (IWF: Interworking Function) bao gồm thiết bị để thích ứng giao thức và truyền dẫn. Nó cho phép kết nối với các mạng: PSPDN (Packet Switched Data Network), nó cũng tồn tại khi các mạng khác chỉ đơn thuần là PSTN hay ISDN. IWF có thể được thực hiện trong cùng chức năng MSC hay có thể ở thiết bị riêng ở trường hợp hai giao tiếp giữa MSC và IWF được để mở.

HLR:

Ngoài MSC, SS bao gồm các cơ sở dữ liệu. Các thông tin liên quan đến việc cung cấp các dịch vụ viễn thông, được lưu giữ ở HLR không phụ thuộc vào vị trí hiện thời của thuê bao. HLR cũng chứa các thông tin liên quan đến vị trí hiện thời của thuê bao. HLR cũng chứa các thông tin liên quan đến vị trí hiện thời của thuê bao. Thường HLR là một máy tính đứng riêng không có khả năng chuyển mạch nhưng có khả năng quản lý trăm ngàn thuê bao. Một chức năng con của HLR là nhận dạng trung tâm này quản lý an toàn số liệu của các thuê bao được phép.

VLR:

VLR là cơ sở dữ liệu thứ hai trong mạng di động. Nó được nối với một hay nhiều MSC và có nhiệm vụ lưu giữ tạm thời số liệu thuê bao của các thuê bao hiện đang nằm trong vùng phục vụ của MSC tương ứng và đồng thời lưu giữ số liệu về vị trí của các thuê bao nói trên ở mức độ chính xác hơn HLR.

Các chức năng VLR thường được liên kết với các chức năng MSC và được cập nhật tự động.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

b) Hệ thống con BSS

Có thể nói BSS là một hệ thống các thiết bị đặc thù riêng cho các tính chất tổ ong vô tuyến của mạng di động.

Trung tâm nhận thực AUC (Authentication Center) có chức năng cung cấp cho HLR các thông tin số nhận thức và các khoá mật mã. Mỗi MSC có một VLR.

Khi MS di động vào một vùng phục vụ MSC mới, thì VLR yêu cầu HLR cung cấp các số liệu về vị khách MS mới này, đồng thời VLR cũng thông báo cho HLR biết MS nói trên đang ở vùng phục vụ MSC nào. Vậy VLR có tất cả thông tin cần thiết để thiết lập cuộc gọi theo yêu cầu người dùng. Một MSC cổng (gateway) được PLMN giao cho chức năng kết nối giữa PLMN với các mạng cố định. Ví dụ, để thiết lập một cuộc gọi đến MS, thì MSC cổng hỏi HLR về vị trí hiện thời của MS thuộc về vùng MSC nào định vị của MS xét. Tiếp theo là sự thông báo quảng bá tìm gọi MS xét được thực hiện.

Máy di động gồm 2 phần: module nhận dạng thuê bao SIM (Subscriber Identity Module) và thuê bao thu, phát, báo hiệu ME (Mobile Equipment).

Trong phần hệ chuyển mạch SS cần có: thanh ghi nhận dạng thiết bị EIR (Equipment Identity Register) chức số liệu phần cứng của thiết bị – EIR được nối với MSC qua một đường báo hiệu, nhờ vậy MSC có thể kiểm tra sự hợp lý của thiết bị.

Ngoài ra còn có phần OMS (Operation and Maintenance Subsystem) vận hành, quản lý và bảo dưỡng những thành phần mạng của hệ thống.

Trên cơ sở những điều trình bày trên nay, chúng ta trước hết cần biết đến những khác biệt lớn trong mạng di động và mạng cố định.

Trong mạng cố định, thiết bị đầu cuối nối kết cố định với mạng. Do đó. Tổng đài mạng cố định liên tục giám sát được trạng thái nhắc – đặt (tổ hợp máy điện thoại) để phát hiện cuộc gọi đến từ thuê bao, đồng thời thiết bị đầu cuối luôn luôn sẵn sàng tiếp nhận chuông (có cuộc gọi đến thuê bao xét). Nhưng trong mạng di động, vì số kênh vô tuyến quá ít so với số thuê bao MS, nên kênh vô tuyến chỉ được cấp phát theo kiểu động. Hơn nữa, việc gọi được và thiết lập cuộc gọi đối với MS cũng khó hơn. Khi chưa có cuộc gọi, MS phải lắng nghe thông báo tìm gọi nó nhờ một kênh đặc biệt, kênh này là kênh quảng bá (chung vùng định vị). Mạng phải xác định được MS bị gọi đang ở cùng định vị nào.

Một cuộc gọi liên quan tới MS yêu cầu hệ thống cho phép MS truy cập đến hệ thống để nhận được một kênh. Thủ tục truy cập được thực hiện trên một kênh đặc biệt theo hướng từ MS đến trạm gốc. Kênh này và kênh quảng bá đều là kênh chung vì nó đồng thời phục vụ nhiều MS trong cell. Kênh mà MS được cấp phát để thực hiện một cuộc gọi là kênh dành riêng. Vậy MS có 2 trạng thái chính:

- Trạng thái chờ: MS lắng nghe kênh quảng bá
- Trạng thái truyền tin: MS được cấp phát kênh truyền tin song công để truyền tin song công.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Thủ tục truy cập là một chức năng của MS cho phép nó chuyển từ trạng thái chờ (idle mode) sang trạng thái truyền tin (dedicated mode).

Khi MS ở trạng thái truyền tin, MS có thể di động từ cell này sang cell khác, đòi hỏi phải chuyển đổi kênh dành riêng và sự phục vụ tương ứng từ mạng mà không ảnh hưởng gì đến cuộc gọi đang tiến hành. Quá trình đó gọi là chuyển giao, việc chuyển giao đòi hỏi hai điều: mạng phải phát hiện nhu cầu chuyển giao, mạng phải cấp phát và chuyển mạch đến kênh dành riêng mới.

Sự hợp tác giữa các mạng thông tin tạo điều kiện để MS được chuyển giao trong phạm vi bất kì. Người ta đã chỉ định giao diện vô tuyến chung để MS có thể truy cập đến tất cả các mạng. MS có bộ phận ME đầy đủ phần cứng phần mềm cần thiết để phối ghép với giao diện vô tuyến nói trên. Phần SIM có nhiều tính năng cần nói rõ thêm. Trước hết, SIM là một cái khoá cho phép MS được dùng. Nhưng đó là một cái khoá vạn năng, hiện nay cho phép cái khoá này gắn chặt với người dùng trong vai trò một thuê bao duy nhất, có thể làm việc với các thiết bị ME khác nhau, tiện cho phép thuê, mượn các ME tuỳ ý thuê bao. SIM cũng có các phần cứng phần mềm cần thiết với bộ nhớ có thể lưu trữ hai loại tin tức: tin tức có thể được đọc hoặc thay đổi bởi người dùng và tin tức không thể và không cần cho người dùng biết. SIM sử dụng mật khẩu PIN (Personal Identity Number) để bảo vệ quyền sử dụng của người sở hữu hợp pháp. SIM cho phép người dùng sử dụng nhiều dịch vụ và cho phép người dùng truy cập vào các PLMN khác nhau (nhờ tiêu chuẩn hoá giao diện SIM-NET).

ME là phần cứng để thuê bao truy cập mạng. ME có số nhận dạng là IMEI (International Mobile Equipment Identity). Nhờ kiểm tra IMEI mà ME bị mất cắp sẽ không được phục vụ. SIM là card điện tử thông minh cắm vào ME, dùng để nhận dạng thuê bao và tin tức về loại dịch vụ mà thuê bao đăng ký. Số nhận dạng thuê bao di động quốc tế IMSI là duy nhất và trong suốt với người dùng. Nhà cung cấp GSM sẽ bán SIM cho thuê bao khi đăng ký. GSM thiết lập đường truyền và tính cước dựa vào IMSI.

3.4.2 Nguyên lý đa truy cập:

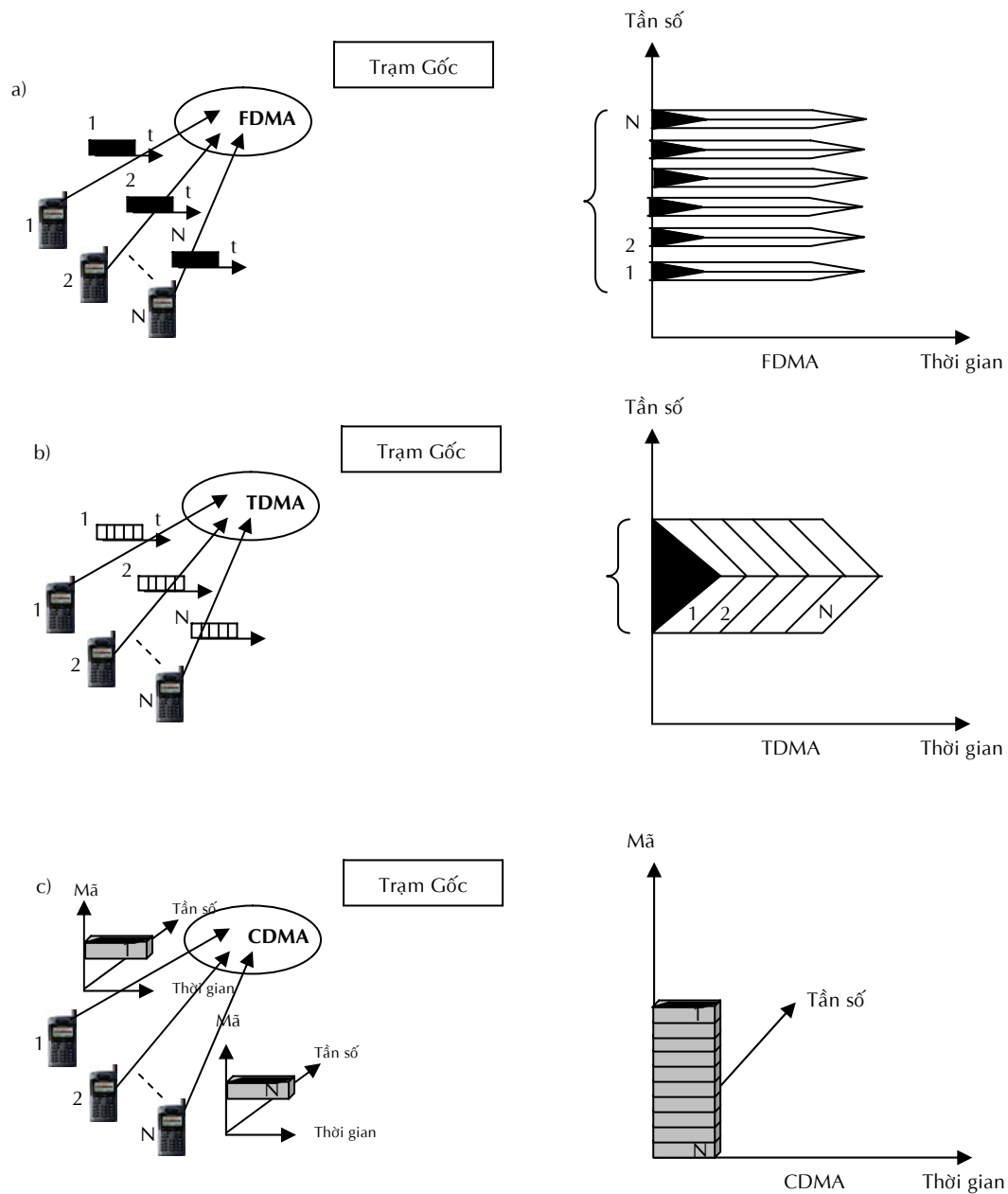
Ở giao diện vô tuyến, MS và BTS liên lạc với nhau bằng sóng vô tuyến. Để tài nguyên tần số có hạn có thể phục vụ càng nhiều thuê bao di động, ngoài việc sử dụng lại tần số, trong mỗi cell, số kênh tần số được dùng chung theo kiểu trung kế.

Hệ thống trung kế vô tuyến là hệ thống vô tuyến có số kênh sẵn sàng phục vụ ít hơn số người dùng khả dĩ. Xử lý trung kế cho phép tất cả người dùng sử dụng cho một cách trật tự số kênh có hạn. Chúng ta biết chắc rằng xác suất mọi thuê bao cùng lúc can kênh là rất thấp. Phương thức để sử dụng chung các kênh được gọi là đa truy cập.; người dùng một khi có nhu cầu thì bảo đảm về sự truy cập vào trung kế. Hệ thống di động là một hệ thống trung kế vô tuyến vì nó có số kênh ít hơn số thuê bao khả dĩ cùng lúc muốn sử dụng hệ thống:

- FDMA (Frequency Devision Multiple Access): đa truy cập phân chia theo tần số. Phục vụ các cuộc gọi theo kênh tần số khác nhau.
- TDMA (Time Devision Multiple Access): đa truy cập phân chia theo thời gian. Phục vụ các cuộc gọi theo các khe thời gian khác nhau.
- CDMA (Code Devision Multiple Access): đa truy cập phân chia mã. Phục vụ các cuộc gọi theo các chuỗi mã khác nhau.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Ở phương pháp FDMA mỗi trạm di động được dành riêng một kênh với một cặp tần số để thâm nhập đến trạm gốc (BTS), ở phương pháp TDMA các trạm di động sử dụng chung một kênh tần số nhưng chỉ được thâm nhập đến trạm gốc ở các khoảng thời gian khác nhau, ở phương pháp CDMA các trạm di động đều dùng chung một băng tần nhưng sử dụng các mã khác nhau để thâm nhập đến trạm gốc. Ví dụ GSM sử dụng kết hợp các phương pháp FDMA và TDMA.



Hình 3.4 Nguyên lý đa thâm nhập

- a) Đa thâm nhập chia theo tần số (FDMA)
- b) Đa thâm nhập chia theo thời gian (TDMA)
- c) Đa thâm nhập phân chia theo mã (CDMA)

3.3 Mạng thông tin di động GSM:

3.3.2 Kênh vật lý-cụm-kênh logic:

3.3.1.1 Các kênh vật lý:

Kênh vật lý được tổ chức theo quan điểm truyền dẫn. Kênh logic được tổ chức theo quan điểm nội dung tin tức. Kênh logic được đặt vào các kênh vật lý.
 Các kênh vật lý là một khe thời gian ở một tần số vô tuyến dành để truyền tải thông tin ở đường vô tuyến của GSM.

GSM sử dụng băng tần sau:

890-915 MHz cho đường lên (MS phát).

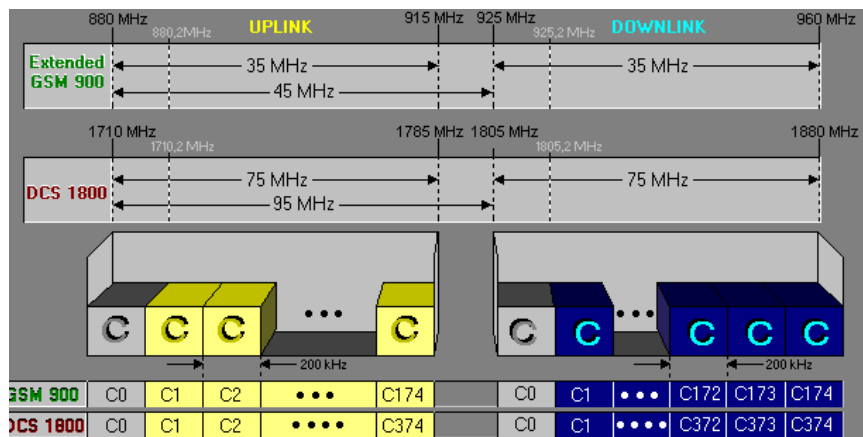
925-960 MHz cho đường xuống (MS thu).

Hệ thống DCS 1800 băng tần được sử dụng là:

1710-1785 MHz đường lên.

1805-1880 MHz đường xuống.

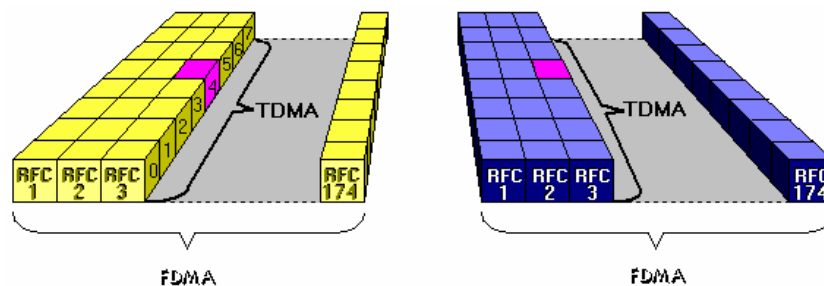
Khoảng cách giữa các sóng mang là 200kHz.



Hình 3.5. Phân bố kênh vật lý trong hệ thống di động GSM.

Để đảm bảo các quy định về tần số bên ngoài băng phải có một khoảng bảo vệ giữa các biên ủa băng (200kHz). Vì thế GSM 900 ta có 174 kênh tần số vô tuyến bắt đầu từ 890.2MHz và DCS 1800 ta có 374 kênh tần số vô tuyến bắt đầu từ 1710,2MHz.

Mỗi kênh tần số vô tuyến được tổ chức thành các khung TDMA có 8 khe thời gian. 8 khe thời gian có độ lâu gần bằng 4,62ms:



Hình 3.6 Phân bố kênh truyền vô tuyến trong khung TDMA.

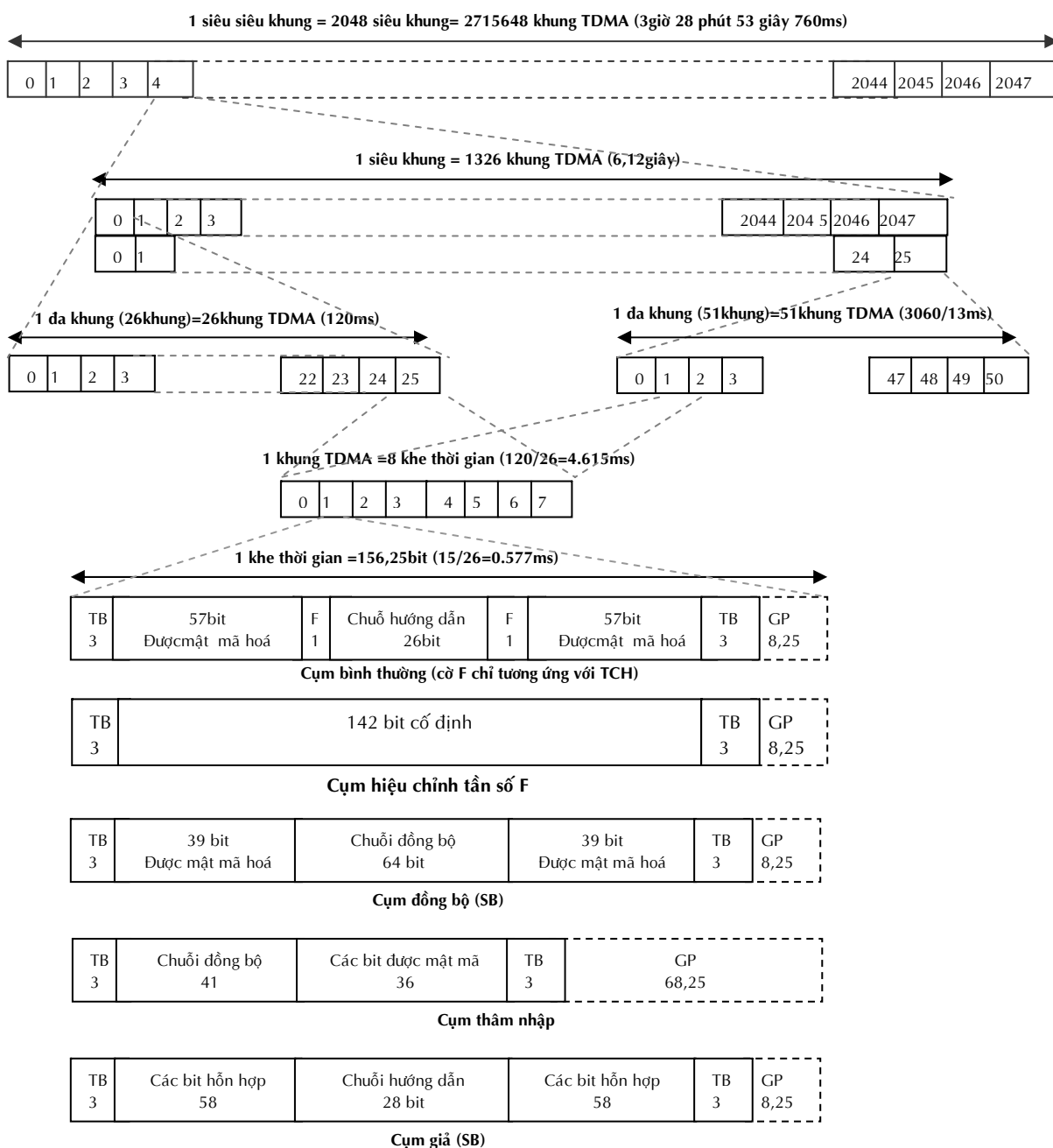
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Đa khung, siêu khung, siêu siêu khung:

Về mặt thời gian các kênh vật lý ở một kênh tần số được tổ chức theo cấu trúc khu G, đa khung, siêu đa khung, siêu siêu khung như hình 3.7. Các khung TDMA được đánh số FN (Frame Number: số khung) trong siêu siêu khung từ 0 đến 2715647. Một siêu siêu khung được chia thành 2048 siêu khung. Mỗi siêu khung được chia thành các đa khung. Có hai loại đa khung:

- Đa khung 26 khung (51 siêu khung trên một siêu siêu khung) chứa 26 khung TDMA. Các độ khung này được sử dụng cho các kênh TCH, SACCH và FACCH.

Đa khung 51 khung (26 siêu khung trên một siêu siêu khung) chứa 51 khung TDMA. Đa khung này sử dụng cho các kênh BCCH, CCCH và SACCH.



Hình 3.7 Tổ chức cụm và khung

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

3.3.1.2 Cấu trúc các cụm:

Khe thời gian 577ms tương ứng với độ lâu của 156,26bit là nội dung vật lý của một cụm. Tóm lại bốn dạng cụm khác nhau trong hệ thống. Sơ đồ tổ chức các cụm này cho ở hình 3.7. Ý nghĩa của các cụm này như sau:

- Cụm bình thường (NB: Normal Burst): cụm này được sử dụng để mang các thông tin về các kênh lưu lượng và các kênh kiểm tra. Đối với kênh lượng TCH cụm này chứa 114bit được mật mã, ba bit đuôi (0,0,0) đầu và cuối, 2 bit cờ lấy cấp (chỉ cho TCH), 26 bit hướng dẫn và khoảng thời gian bảo vệ có độ lâu 8,25bit. NB được sử dụng cho TCH và các kênh điều khiển trừ RACH, SCH và FCCH.
- Cụm hiệu chỉnh tần số (FB: Frequency Correction Burst): cụm này được sử dụng để đồng bộ tần số cho trạm di động. Cụm chứa 142 bit cố định bằng 0 để tạo ra dịch tần số +67,7kHz trên tần số danh định, ba bit đuôi (0,0,0) đầu và cuối và khoảng bảo vệ 8,26 bit. FB được sử dụng cho FCCH.
- Cụm đồng bộ (SB: synchronization Burst): cụm này được sử dụng để đồng bộ thời gian cho trạm di động. Cụm chứa 78 bit được mật mã hoá để mang thông tin về FN của TDMA và BSIC, ba bit đuôi đầu và cuối, chuỗi hướng dẫn kéo dài 64 bit và khoảng bảo vệ 8,25 bit. SB được sử dụng cho SCH.
- Cụm thâm nhập (AB: Access Burst): cụm này được sử dụng để thâm nhập ngẫu nhiên và thâm nhập chuyển giao (Handover). Cụm chứa 36bit thông tin, 47 bit đồng bộ (bit hướng dẫn, 8 bit đuôi cuối, 3 bit đuôi cuối và khoảng bảo vệ 68,25ms). Sở dĩ cần khoảng bảo vệ dài cần bảo vệ dài vì khi MS thâm nhập lần đầu (hay sau handover) nó không biết trước thời gian, khoảng này dành cho khoảng cách 35km. AB được sử dụng cho RACH và TCH.
- Cụm giả (DB: Dummy Burst): cụm giả được phát đi từ BTS trong một số trường hợp. Cụm không mang thông tin. Cụm có cấu trúc giống như NB nhưng các bit mật mã được thay thế bằng các bit hỗn hợp.

3.3.1.3 Kênh vật lý:

Các kênh logic được đặc trưng bởi thông tin truyền BTS và MS. Các kênh logic này được đặt vào các kênh vật lý nói trên.

Có thể chia các kênh logic thành hai loại tổng quát: các kênh lưu lượng (TCH: Traffic channel) và các kênh báo hiệu điều khiển. Các kênh lưu lượng gồm hai loại được định nghĩa như sau:

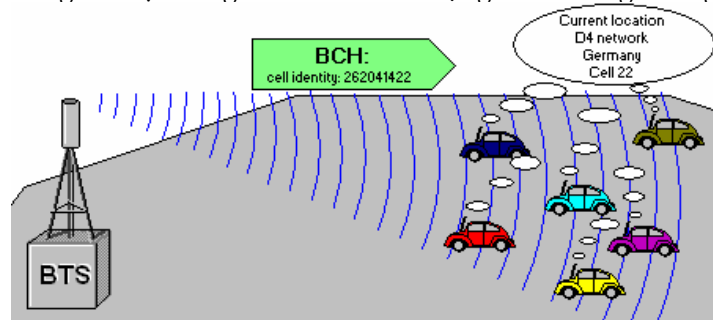
- BM hay TCH toàn tốc (TCH/F), kênh này mang thông tin tiếng hoặc số liệu ở tốc độ khoảng 22,8kbit/s
- Lm hay TCH bán tốc (TCH/H), kênh này mang thông tin ở tốc độ vào 11,4kbit.s. Các kênh báo hiệu điều khiển được chia thành ba loại: các kênh điều khiển được chia thành ba loại: các kênh điều khiển chung và dành riêng. Đặc tính của các kênh điều khiển được mô tả dưới đây.

Các kênh điều khiển quảng bá:

- Các kênh hiệu chỉnh tần số (FCCH): mang thông tin hiệu chỉnh tần số cho các trạm MS. FCCH chỉ được sử dụng
- Kênh đồng bộ (SCH) mang thông tin để đồng bộ khung cho trạm di động MS và nhận dạng BTS. SCH chỉ sử dụng cho đường xuống.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

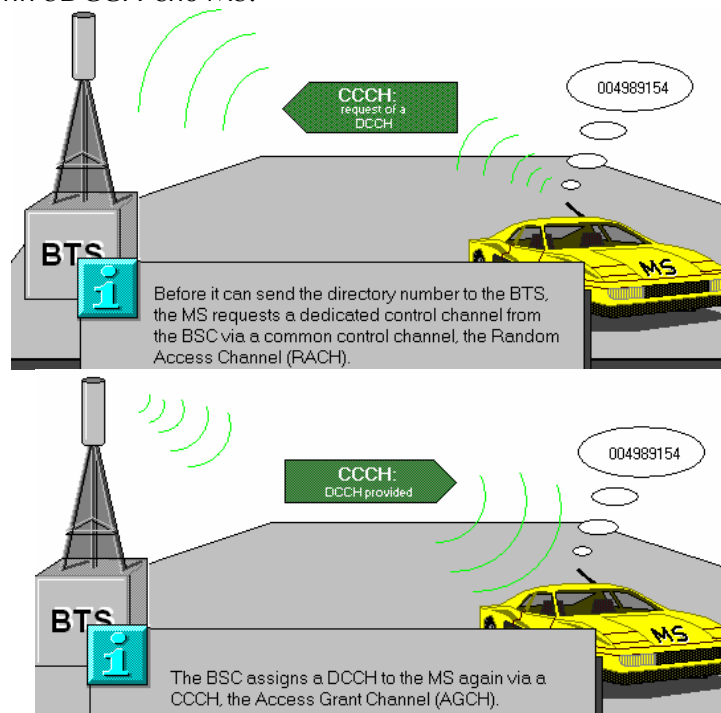
- Kênh điều khiển quảng bá (BCCH): phát quảng bá các thông tin chung về ô. Các bản tin này gọi là thông tin hệ thống. BCCH chỉ sử dụng cho đường xuống.



Hình 3.8 Ví dụ về BCH

Các kênh điều khiển chung (CCCH):

- Kênh tìm gọi (PCH): kênh này được sử dụng cho đường xuống để tìm trạm di động.
- Kênh thâm nhập ngẫu nhiên (RACH): kênh này được MS sử dụng để yêu cầu dành cho một kênh SDCCH.
- Kênh cho phép thâm nhập (AGCH): kênh này chỉ được sử dụng ở đường xuống để chỉ định một kênh SDCCH cho MS.



Hình 3.9 Ví dụ về kênh điều khiển chung CCCH.

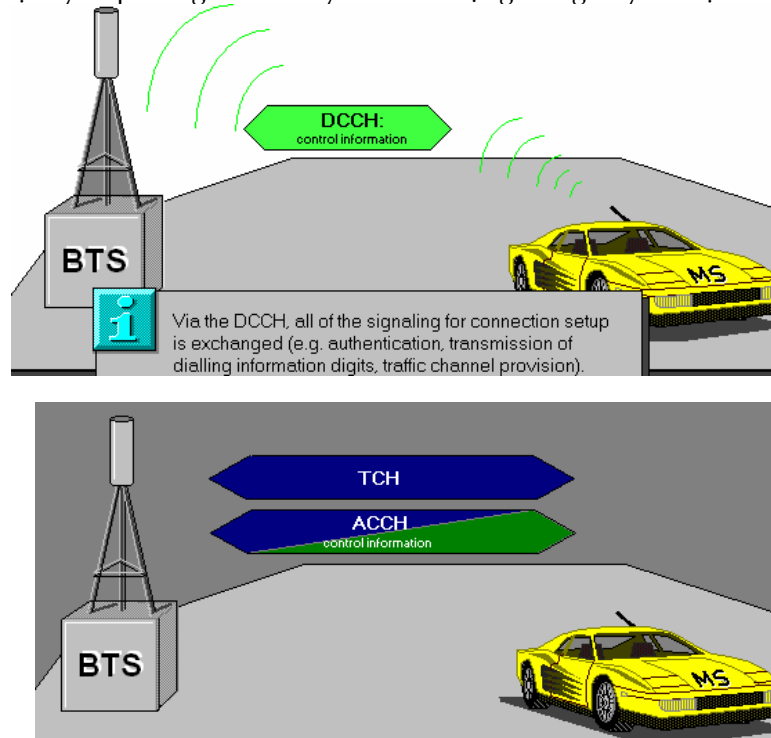
Các kênh điều khiển dành riêng (DCCH):

- Kênh điều khiển dành riêng đứng một mình (SDCCH): kênh này chỉ được sử dụng dành riêng cho báo hiệu với một MS. SDCCH được sử dụng cho các thủ tục cập nhật và trong quá trình thiết lập cuộc gọi trước khi ấn định kênh TCH. SDCCH sử dụng cho cả đường xuống lẫn đường lên.
- Kênh điều khiển liên kết chậm (SACCH): kênh này liên kết với một TCH hay một SDCCH. Đây là một kênh số liệu liên tục để mang các thông tin liên tục như: các bản

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

báo cáo đo lường, định trước thời gian và điều khiển công suất. SACCH sử dụng cho cả đường lên lẫn đường xuống.

- Kênh điều khiển liên kết nhanh (FACCH): kênh này liên kết với một TCH. FACCH làm việc ở chế độ lấy cấp bằng cách thay đổi lưu lượng tiếng hay số liệu bằng báo hiệu.



Hình 3.9 ví dụ kênh DCCH

Kênh quảng bá tế bào (CBCH)

- Kênh CBCH chỉ được sử dụng ở đường xuống để phát quảng bá các bản tin ngắn (SMSCB) cho các tế bào CBCH sử dụng cùng kênh vật lý như kênh SDCCH.

3.3.3 Báo hiệu GSM

Trong phần này ta sẽ xét trao đổi báo hiệu số 7 giữa các phần tử của mạng để thực hiện quản lý MS và quản lý cuộc gọi:

- Cập nhật vị trí
- Đăng ký lần đầu
- Tìm gọi
- Cuộc gọi khởi xướng từ trạm di động
- Cuộc gọi kết cuối ở trạm di động
- Cuộc gọi quốc tế đến trạm di động.
- Chuyển giao

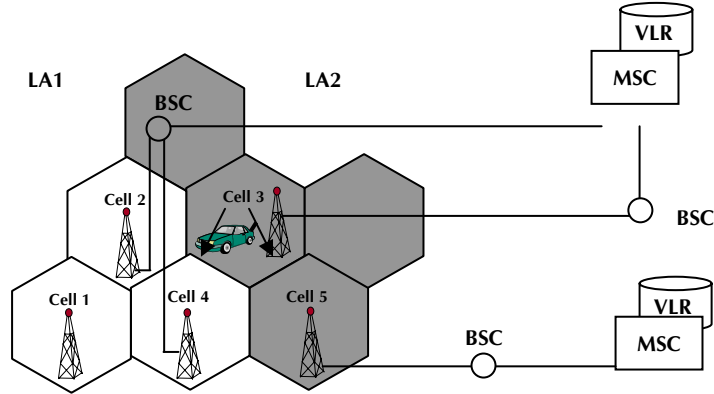
3.3.2.1 Cập nhật vị trí

Đối với thuê bao di động việc thay đổi vị trí xảy ra liên tục. Do đó việc cập nhật vị trí rất quan trọng. Trong mạng di động, một số cell tạo thành vùng định vị LA (Location Area). Và mỗi vùng LA được xác định bởi thông số LAI (Location Area Identifier).

Ở hình 3.10 ta thấy cập nhật vị trí xảy ra khi trạm MS di chuyển từ một vùng định vị được xác định bởi một số nhận dạng vùng (LAI) này sang một vùng định vị có số nhận dạng khác. Tồn tại hai dạng cập nhật vị trí:

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

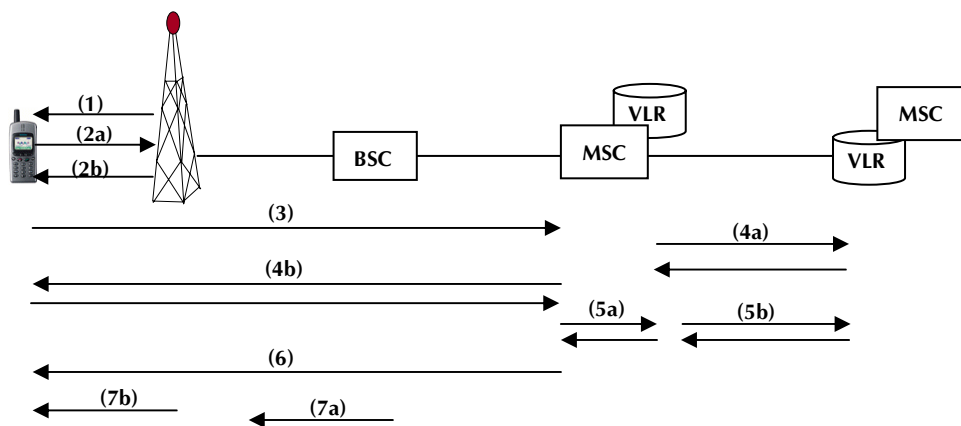
- MS chuyển từ cell 3 thuộc LA2 sang cell 4 thuộc LA1. Cả hai vị trí đều thuộc cùng một tổng đài MSC. Trong trường hợp này cập nhật vị trí không cần thông báo đến HLR vì HLR chỉ quản lý vị trí của MS đến tổng đài MSC phụ trách MS.
- MS chuyển từ cell 3 sang 5 có LA3. hai ô này trực thuộc hai tổng đài MSC khác nhau. Vì thế cập nhật vị trí phải được thông báo cho HLR để nó ghi lại vị trí mới của tổng đài quản lý MSC.



Hình 3.10 các trường hợp cập nhật vị trí.

Thông tin để thực hiện cập nhật vị trí dựa trên LAI trên được thông báo thường xuyên BCCH của mỗi ô. Ta thấy các trao đổi báo hiệu cần thiết khi thực hiện cập nhật vị trí :

1. MS nhận được thông báo về LAI mới ở kênh BCCH.
2. Thiết lập kết nối RR:
 - 2a. Ms yêu cầu kênh báo hiệu
 - 2b. MS nhận được một kênh điều khiển dành riêng (SDCCH).
3. Ở kênh này MS sẽ yêu cầu dịch vụ cập nhật vị trí
4. Nhận thực:
 - 4a. Nếu VLR không có thông số nhận thực. MSC lấy thông số này từ HLR
 - 4b. Thông số nhận thực được gửi đến MS, sau đó MS trả lời nhận thực cho MSC.
5. Cập nhật vị trí được thực hiện ở VLR và ở cả HLR nếu MSC là MSC mới:
 - 5a. VLR cập nhật LAI mới
 - 5b. HLR cập nhật LAI nếu MS chưa được MSC biết.
- 6, 7a, 7b: Giải phóng kênh báo hiệu.



Hình 3.11 Cập nhật vị trí, kiểu bình thường.

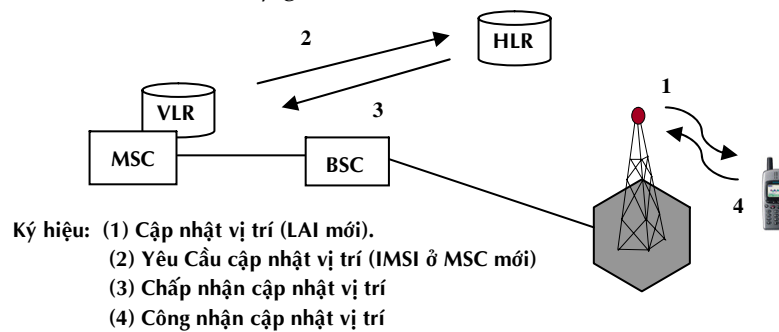
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

3.3.2.2 Đăng ký lần đầu

Khi MS mới bật nguồn nó phải thực hiện đăng ký lần đầu để nhập mạng. Quá trình này được thực hiện như sau:

- Trước hết trạm MS quét để tìm được tần số đúng (FCCH).
- Sau đó tìm đến kênh đồng bộ SCH để nhận được số khung TDMA cho đồng bộ.
- Cuối cùng nó thực hiện cập nhật vị trí để thông báo cho VLR phụ trách và HLR về vị trí mới của mình. Các cơ sở dữ liệu này sẽ chỉ LAI hiện thời của MS. Giống như ở cập nhật vị trí bình thường thông tin về LAI được MS nhận từ kênh BCCH.

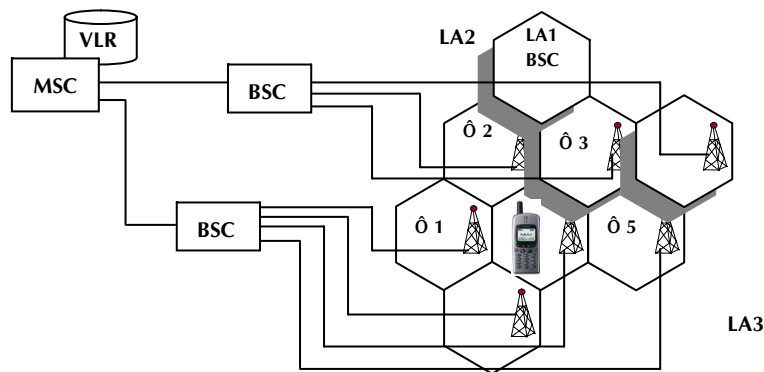
Bắt đầu từ giờ MSC/HLR công nhận là MS tích cực và đánh dấu cờ “thâm nhập vị trí tích cực” vào trường dữ liệu của mình. Cờ này gắn với IMSI.



Hình 3.12 Đăng ký lần đầu

3.3.2.3 Tìm gọi

Khi có một cuộc gọi tới trạm MS, MSC/VLR sẽ gửi bản tin tìm gọi đến MS (xem hình). Bản tin này sẽ được thông báo trên tất cả các ô thuộc vùng định vị (LA) đang có MS. MS đang di động trong LA này sẽ nghe thấy bản tin này ở CCCH và trả lời ngay lập tức.



Hình 3.13 Tìm gọi một MS ở LA2.

3.3.2.4 Cuộc gọi khởi xướng ở trạm MS (MOC: Mobile Original Call)

Khi trạm MS ở trạng thái tích cực và đã đăng ký ở MSC/VLR phụ trách cell, MS có thể thực hiện cuộc gọi. Quá trình thực hiện cuộc gọi được cho ở hình 3.14. như sau:

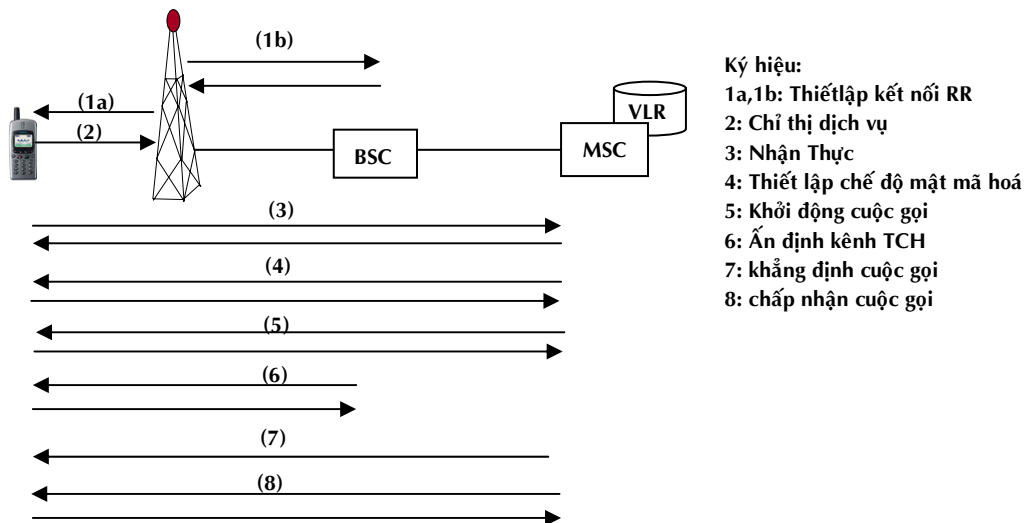
- Bằng kênh thâm nhập ngẫu nhiên MS gửi yêu cầu kênh báo hiệu đến BTS (1)
- MS thông báo rằng nó thiết lập cuộc gọi (2). Số nhận dạng trạm di động được phân tích và MS được đánh dấu bận ở VLR
- Quá trình nhận thực được thực hiện (3).

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

- Quá trình mật mã hoá được thực hiện (4).
- MSC nhận được bản tin thiết lập từ MS có chứa thông tin về loại dịch vụ mà MS yêu cầu, số thoại bị gọi B (5). MSC kiểm tra là MS không có các dịch vụ cấm gọi ra (dịch vụ này có thể kích hoạt hoặc bởi thuê bao hoặc bởi nhà khai thác). Nếu không bị cấm gọi ra quá trình thiết lập cuộc gọi được tiến hành. Giữa MSC và BSC đường truyền được thiết lập và kênh lưu lượng được chiếm. MSC gửi yêu cầu đến BSC để ấn định một kênh lưu lượng cho vô tuyến.
- BSC kiểm tra nếu có kênh lưu lượng rồi nó ấn định kênh này cho cuộc gọi và yêu cầu BTS kích hoạt kênh này. BTS gửi trả lời công nhận khi việc kích hoạt kênh lưu lượng đã hoàn thành (6). BSC thông báo cho MSC về hoàn thành này. Hệ thống con điều khiển lưu lượng sẽ phân tích các chữ số của thoại B và thiết lập kết nối đến thuê bao bị gọi. Cuộc gọi được nối thông qua chuyển mạch nhóm.
- Báo chuông sẽ được gửi đến trạm MS (7) cho thấy rằng phía bị gọi đang đổ chuông. Tông chuông được tạo ra ở tổng đài phía thuê bao B và được gửi qua chuyển mạch nhóm đến MS. Như vậy tông chuông được gửi qua đường vô tuyến chứ không tạo ra ở MS.
- Khi thuê bao B trả lời mạng gửi bản tin kết nối đến MS thông báo rằng cuộc thoại được chấp nhận (8). MS trả lời bằng công nhận kết nối, như vậy thiết lập cuộc gọi đã hoàn tất.

Quá trình thiết lập cuộc gọi khởi xướng từ trạm di động được trình bày ở trên là cho cuộc gọi MOC không có OACSU (Without Off Air Call Set UP: thiết lập sớm). Thiết lập sớm có nghĩa là mạng cấp phát kênh lưu lượng cho MS trước khi nó khởi đầu thiết lập cuộc gọi mạng cố định. Cũng có thể có tùy chọn với OACSU (With Off Air Call Set UP: thiết lập thiết lập muộn) ở giai đoạn sau của GSM (xem hình 3.15). Lúc này mạng sẽ quyết định khi nào thì cấp phát kênh lưu lượng. Cấp phát được thực hiện ở thời điểm bất kỳ sau khi đã khởi đầu thiết lập cuộc gọi ở mạng cố định. Cực điểm nhất là mạng có thể cấp kênh lưu lượng sau khi thuê bao B đã trả lời cuộc gọi.

Bản tin báo chuông sẽ được gửi đến MS khi đổ chuông ở phía bị gọi. Sự khác nhau ở đây so với trường hợp thiết lập sớm (without OACSU) là thông báo hiệu chuông được tạo ra ngay ở MS vì kênh lưu lượng vẫn chưa được cấp phát. Khi thuê bao B trả lời, mạng khởi xướng thủ tục ấn định để cấp phát kênh lưu lượng.



Hình 3.14 Thiết lập cuộc gọi khởi xướng từ MS không có OACSU (MOC without OACSU)

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

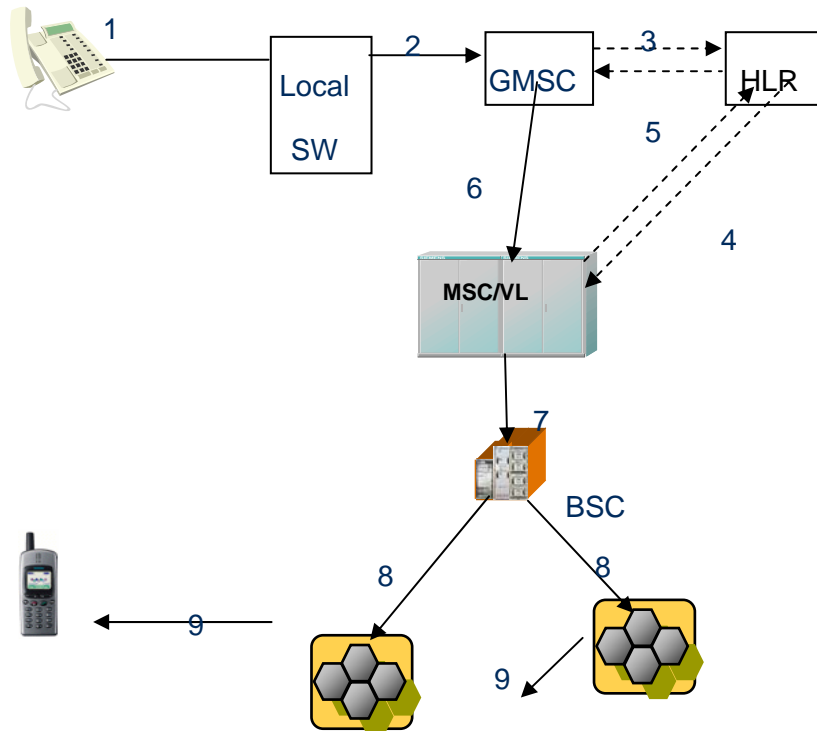
3.3.2.5 Cuộc gọi kết cuối ở MS (MTC: Mobile Terminating Call):

MTC phức tạp hơn MOC vì phía gọi không biết hiện thời MS đang ở đâu. Quá trình báo hiệu cho cuộc gọi này được cho ở hình H.3.16.

- Phía chủ gọi quay số thuê bao di động bao gồm: số mạng dịch vụ số liên kết của thuê bao di động MS (MS ISDN)(1). Nếu cuộc gọi được khởi đầu từ mạng cố định PSTN thì tổng đài sau khi phân tích số thoại sẽ biết rằng nay là cuộc gọi cho một số thuê bao GSM
- Cuộc gọi được định tuyến đến tổng đài GMSC gần nhất (2), nay là một tổng đài có khả năng hỏi và định lại tuyến. Bằng phân tích MSISDN tổng đài GMSC tìm ra HLR nơi MS đăng ký.
- GMSC hỏi HLR (3) thông tin để có thể định tuyến đến MSC/VLR đang quản lý MS. Bằng MSISDN tìm ra IMSI và bản ghi của thuê bao. IMSI là số của thuê bao chỉ sử dụng ở trong mạng báo hiệu, địa chỉ của VLR nơi MS đang đăng ký tạm thời được lưu giữ cùng với IMSI trong VLR.
- HLR giao tiếp với VLR để nhận được số lưu động thuê bao (MSRN: Mobile Subscriber Roaming Number) (4), đây là một số thoại thông thường thuộc tổng đài MSC.
- VLR gửi MSRN đến HLR, sau đó HLR chuyển số này đến GMSC (5)
- Bằng MSRN GMSC có thể định tuyến lại cuộc gọi đến MSC tương ứng (6). GMSC gửi bản tin nhận được từ PSTN đến MSC.
Để giảm tối thiểu giá thành, có thể sử dụng PSTN để định tuyến lại cuộc gọi đến tất cả các BSC đang quản lý vùng định vị này (7). Ở mạng GSM tồn tại hai khả năng: hoặc thông tin về các cell trực thuộc một vùng định vị được lưu giữ ở MSC, hoặc thông tin này được lưu giữ ở BSC.
- MSC gửi LAI (nhận dạng vùng định vị) xuống các BSC và BSC phân phát bản tin tìm gọi đến các BTS (8).
- Để tìm gọi MS, IMSI được sử dụng (9). Có thể sử dụng số nhận dạng tạm thời TMSI để đảm bảo bí mật.
- Ngay sau khi nhận được bản tin tìm gọi MS gửi yêu cầu kênh báo hiệu. MSC có thể thực hiện nhận thực và khởi đầu mật mã hoá như đã xét ở phần trên. MSC có thể gửi đến MS thông tin về các dịch vụ được yêu cầu: tiền, số liệu, Fax...
- Bây giờ BSC sẽ ra lệnh cho BTS kích hoạt kênh TCH và giải phóng kênh báo hiệu, báo chuông được gửi đi từ MS cho thấy rằng tông chuông được tạo ra ở MS. Tông chuông cho thuê bao chủ gọi được tạo ra đến MS.

Ở đây cũng tồn tại hai phương thức: có OACSU (cấp phát TCH muộn) và không có OACSU (cấp phát tín hiệu sớm). Sự khác biệt giữa hai phương pháp này được chỉ ra ở hình H3.. Ở ấn định TCH muộn báo chuông khởi đầu ngay khi thuê bao được cuộc gọi, còn mạng ấn định TCH ở mọi điểm sau khi báo chuông đã được khởi đầu.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động



Hình 3.15 Thiết lập cuộc gọi khởi xướng từ điện thoại cố định đến di động

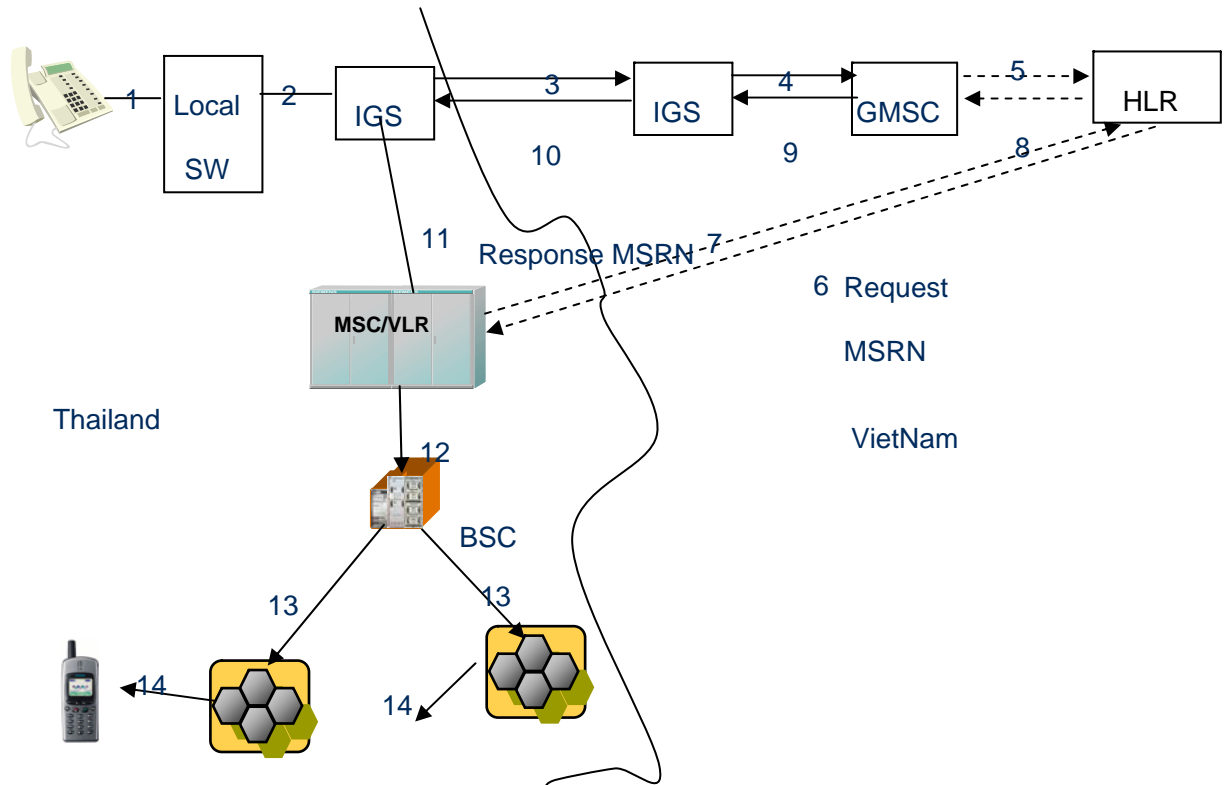
3.3.2.6 Cuộc gọi quốc tế MS:

Từ trước đến nay ta chỉ xét các cuộc gọi trong nước, cuộc gọi quốc tế đến một MS hiện nay rất không kinh tế. Ta xét cuộc gọi này (xem hình H3.16) đối với mạng di động GSM đã thực hiện hiện chuyển mạng quốc tế. Ta xét thí dụ một người Việt Nam công tác tại nước Thái Lan từ mạng cố định gọi đến cho “sếp” của mình ở mạng di động GSM. Giả sử ông “sếp” này hiện thời cũng ở Thái Lan và người gọi không biết được việc này. Quá trình gọi xảy ra như sau:

- Người Việt Nam ở Thái Lan quay số cho sếp (1).
- Tổng đài nội hạt của Thái Lan sau khi phân tích số thoại nhận ra rằng đây là cuộc gọi quốc tế về Việt Nam nên nó chuyển cuộc gọi này đến tổng đài quốc tế (2).
- Tổng đài quốc tế của Thái Lan số điện thoại của thuê bao B, tìm ra nước của thuê bao này, định tuyến cuộc gọi tổng đài Quốc Tế của Việt Nam (3)
- Sau khi phân tích tổng đài quốc tế Việt Nam định tuyến đến tổng đài GMSC gần nhất (4)
- Tổng đài GMSC có chức năng hỏi, nó phân tích số thoại và nhận ra HLR của MS. GMSC hỏi HLR này (5)
- HLR liên hệ với VLR nơi thuê bao MS đang tạm thời đăng ký (6).
- HLR nhận số lưu động của MS (MSRN) (7) từ VLR.
- MSRN được chuyển đến GMSC (8).
- Nhờ số này GMSC định tuyến cuộc gọi đến tổng đài quốc tế Việt Nam (9).
- Ở tổng đài quốc tế này lại thực hiện sự phân tích mới sau đó chuyển ngược cuộc gọi trở về tổng đài quốc tế của Thái Lan (10).

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

- Cuối cùng thì cuộc gọi được chuyển đến tổng đài MSC của Thái LAN (11).
- MSC này phân phối bản tin tìm gọi đến các BSC tương ứng (12) đang quản lý vùng định vị có MS.
- Cuối cùng thì MS được tìm thấy (13)



Hình 3.16 Thiết lập cuộc gọi khởi xướng từ điện thoại quốc tế cố định đến di động VN đang di chuyển sang cùng nước với điện thoại cố định.

3.3.2.7 Chuyển giao (Handover)

Chuyển giao là quá trình xảy ra khi lưu lượng của MS được chuyển từ một kênh TCH này sang một kênh TCH khác trong quá trình gọi. Có hai loại chuyển giao:

- Chuyển giao bên trong cell (Intracell Handover)
- Chuyển giao giữa các cell (Inter-cell Handover)

Chuyển giao giữa các cell được phân loại thành:

- Chuyển giao giữa các cell thuộc cùng một BSC: chuyển giao này do BSC điều hành
- Chuyển giao giữa các cell thuộc hai BTS khác nhau: chuyển giao này thuộc liên quan đến các tổng đài MSC quản lý hai BTS.
- Chuyển giao giữa hai cell thuộc hai tổng đài MSC khác nhau: chuyển giao này liên quan đến cả hai tổng đài phụ trách các cell nói trên

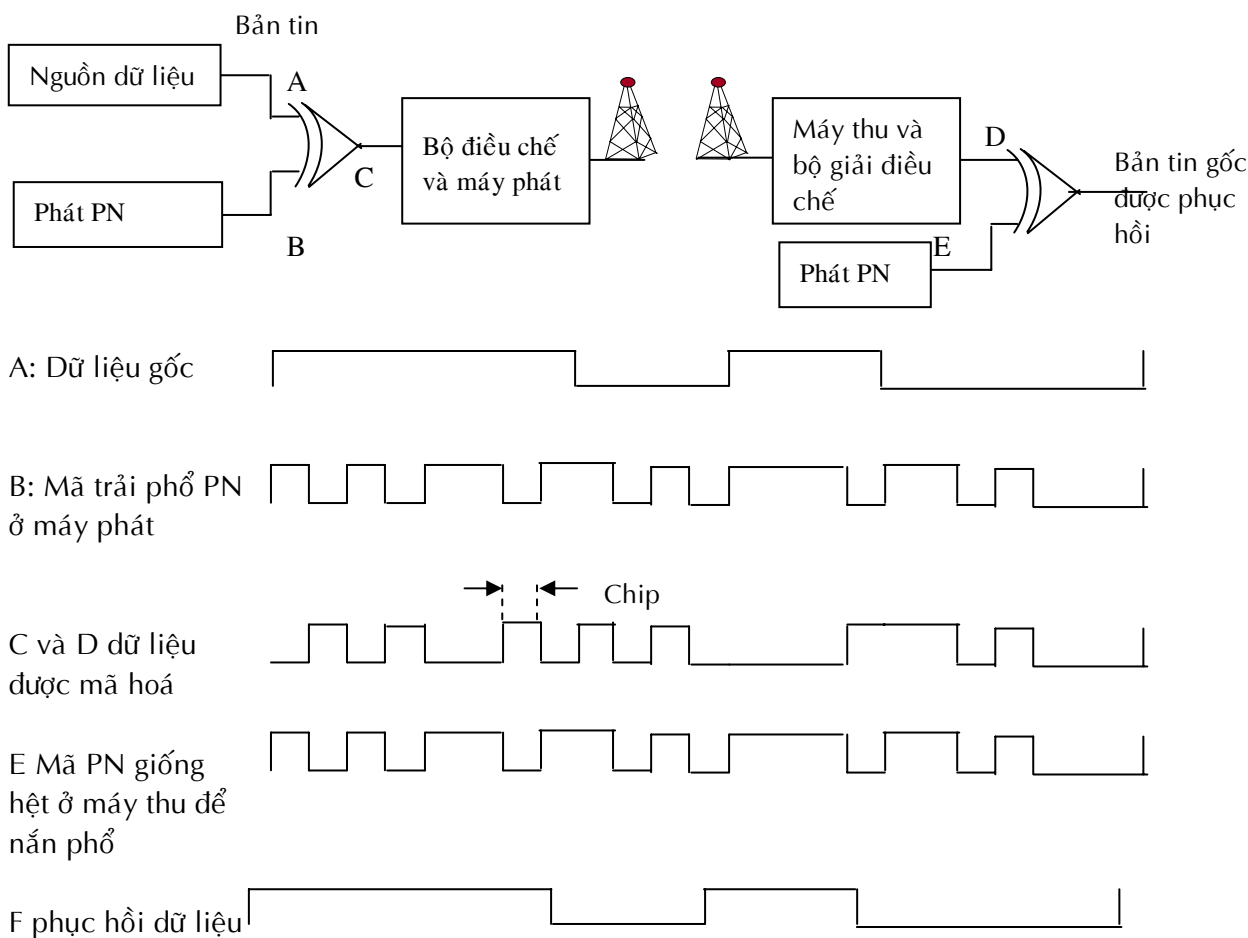
Trong trường hợp chuyển giao nhiều lần hai cell thuộc hai MSC khác nhau, tổng đài MSC đầu tiên phụ trách MS được gọi là tổng đài quá giang vì cuộc gọi luôn luôn được chuyển mạch qua tổng đài này. Lần chuyển giao giữa hai cell thuộc hai tổng đài khác nhau thứ nhất được

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

gọi chuyển giao giữa các ô thuộc hai tổng đài lần đầu, còn các lần sau được gọi là chuyển giao giữa các cell thuộc hai tổng đài tiếp theo.

3.4 Nguyên lý Cellular CDMA:

CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ nên nhiều người sử dụng có thể chiếm cùng kênh vô tuyến đồng thời tiến hành các cuộc gọi. Những người sử dụng nói trên được phân biệt lẫn nhau nhờ dùng một mã đặc trưng không trùng với bất kỳ ai. Kênh vô tuyến CDMA được dùng lại ở mỗi cell trong toàn mạng, và những kênh này cũng được nhau nhờ mã tải phổ giả ngẫu nhiên:



Hình 3.17 Nguyên lý phát và thu CDMA

Một kênh CDMA rộng 1,23MHz với hai dải biên phòng vệ 0,27 MHz, tổng cộng 1,77MHz được phân phối cho nhà khai thác. CDMA dùng mã trải phổ có tốc độ cắt (chip rate) 1,228 MHz. Dòng dữ liệu gốc được mã hoá và điều chế tốc độ cắt. Tốc độ này chính là tốc độ mã đầu ra (mã trải phổ giả ngẫu nhiên, PN) của máy phát PN. Một cắt là phần dữ liệu gốc được mã hoá qua XOR (cổng hoặc tuyệt đối).

Mỗi quốc gia có những qui định riêng về giải tần số cấp phép cho mạng cellular CDMA. Ví dụ:

Dải tần hướng xuống: 869MHz-894MHz

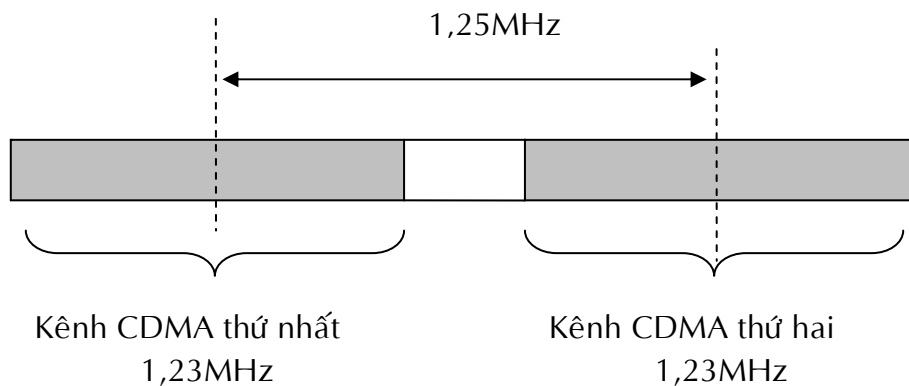
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Dải tần hướng lên: 824MHz-849MHz

Tổng quan sắp xếp kênh trong CDMA:

Ở đây thuật ngữ kênh để chỉ sóng mang 1,228MHz, vì mỗi sóng mang CDMA có thể phục vụ nhiều đường liên lạc nên ý nghĩa thuật ngữ khác GSM.

Khoảng cách tối thiểu 1,25MHz cho phép một phần năng lượng ở ngoài biên lọt vào dải tần của sóng mang khác, gây ra tạp âm, phi tuyến...v...v có thể dẫn đến giảm dung lượng.



Hình 3.18 Khoảng cách tối thiểu về tần số : 1,25MHz.

Giới thiệu các thuật ngữ của CDMA:

Active set: Nhóm pilot hoạt hoá gắn với kênh lưu lượng hướng xuống đang được dùng cho cuộc gọi xét (nhóm chủ)

Mã số kênh CDMA: một mã số CDMA: một mã số 11 bit để kchỉ tần số trung tâm giải tần kênh CDMA.

Kênh mã Walsh: Kênh CDMA hướng xuống có 64 kênh mã Walsh. Chúng phân biệt với nhau bởi mã walsh

Kênh mã walsh 0: Kênh Pilot

Kênh mã walsh 1:7: kênh nhắn tin hoặc kênh lưu lượng

Các kênh mã Walsh khác: kênh lưu lượng

Code symbol: ký hiệu mã ở đầu ra bộ mã hoá sửa lỗi.

Dim và Burst: báo hiệu thay thế thoại hay chèn vào khoảng ngừng cả thoại.

Khung: chu kỳ xử lý tín hiệu của hệ thống. Khung của kênh tần truy cập, kênh nhắn tin, kênh lưu lượng dài 20ms. Khung của kênh đồng bộ dài 26,66ms.

Ký hiệu điều chế: ở đầu ra bộ điều chế số trước khi giải phổ. Có 64 ký hiệu điều chế ở kênh hướng lên để dùng điều chế trực giao 64 phân, cứ 6 ký mã tương ứng một ký hiệu điều chế.

Ở kênh lưu lượng hướng xuống, mỗi ký hiệu mã (tốc độ 9600bit/s) là một ký hiệu điều chế.

Ví dụ: Ở kênh hướng lên

6 ký hiệu mã 110101 tương ứng hàm Walsh 53

Ở kênh hướng xuống

1 ký hiệu mã=1 ký hiệu điều chế

Lựa chọn ghép kênh và quy định thành phần được ghép

Lớp con ghép kênh: Một lớp chức năng của hệ thống đảm trách ghép và phân kênh cho lưu lượng sơ cấp, lưu lượng thứ cấp, lưu lượng báo hiệu.

Chương 3: Hệ thống thông tin di động

Mode liên tục: MS liên tục theo dõi kênh nhẩn.

Kênh nhẩn tin: là một kênh mã hướng xuống có cấu trúc khe thời gian 200ms để truyền tin tức điều khiển và tin nhẩn cho MS.

Bit điều khiển công suất” Bit này điều khiển tăng giảm công suất phát của MS; bit này được phát ở chu kỳ 1,25ms (được ghép kênh vào kênh lưu lượng hướng xuống)

Kênh CDMA sơ cấp: MS thu thập tin tức hệ thống ở tần số tiền định này(phục vụ truy cập)

Kênh nhẩn tin sơ cấp: Kênh mã Walsh 1 dùng cho nhẩn tin

Lưu lượng sơ cấp: lưu lượng chủ yếu trên kênh lưu lượng

Kênh lưu lượng hướng lên: từ MS đến BS

Dữ liệu bảo mật về thuê bao SSD: 128 bit dữ liệu lưu giữ ở MS.

Kênh CDMA thứ cấp: tương tự kênh CDMA sơ cấp, một trong hai kênh được MS dùng để thu thập tin tức hệ thống ở tần số tiền định (phục vụ truy cập).

Lưu lượng thứ cấp: lưu lượng phụ thêm vào trên kênh lưu lượng

Mode khe: MS lắng nghe kênh nhẩn tin chỉ ở những khe thời gian chọn.

Kênh đồng bộ: kênh mã Walsh 32 hướng xuống truyền bản tin phục vụ đồng bộ MS với hệ thống

Kênh Pilot: mỗi trạm gốc liên tục truyền đi tín hiệu chuỗi trực tiếp dưới dạng không điều chế để truyền tin tức định thời kênh hướng xuống, để cung cấp tham chiếu cho giải điều chế tương can, và để cho MS so sánh cường độ tín hiệu Pilot giữa các trạm gốc (phục vụ chuyển giao)

BÀI TẬP

1. Trình bày cấu trúc mạng di động?
2. Trình bày nguyên lý đa truy cập của GSM và CDMA?
3. Trình bày các quá trình chuyển giao trong mạng di động GSM
4. Trình bày tiến trình thực hiện cuộc gọi giữa những thuê bao di động?
5. Trình bày tiến trình thực hiện cuộc gọi giữa cố định và thuê bao di động?

CHƯƠNG 4

THÔNG TIN SỢI QUANG

4.1 Giới thiệu về thông tin quang

4.1.1 Phạm vi và mục tiêu:

Thông qua chương và thông tin sợi quang, sinh viên nắm bắt được những vấn đề như sau:

- Khái niệm về thông tin quang
- Các định nghĩa liên quan đến sợi quang
- Các kỹ thuật ghép kênh quang
- Mạng thông tin quang cũng như các cấu trúc mạng quang ứng dụng trong thực tiễn.
- Các chức năng cần thiết khi quản lý mạng quang.

4.1.2 Khái niệm chung

Vào năm 1960, việc phát minh ra Laser để làm nguồn phát quang đã mở ra một thời kỳ mới có ý nghĩa rất to lớn trong lịch sử của kỹ thuật thông tin sử dụng dải tần số ánh sáng. Theo lý thuyết thì nó cho phép con người thực hiện thông tin với lượng ghép kênh rất lớn vượt gấp nhiều lần các hệ thống vi ba hiện có. Hàng loạt các thực nghiệm về thông tin trên bầu khí quyển được tiến hành ngay sau đó. Một số kết quả ban đầu đã thu được nhưng tiếc rằng chi phí cho các công việc này tốn kém, kinh phí tập trung cho việc sản xuất các thành phần thiết bị để vượt qua được các cản trở do điều kiện thời tiết (sương mù, tuyết, bụi...v.v.) gây ra là con số khổng lồ. Chính vì vậy, chưa thu hút được sự chú ý của mạng lưới.

Một hướng nghiên cứu khác cùng thời gian này đã tạo được hệ thống truyền tin đáng tin cậy hơn hướng thông tin qua khí quyển ở trên là sự phát minh ra sợi dẫn quang. Các sợi dẫn quang lần đầu tiên được chế tạo mặc dù có suy hao rất lớn (tới khoảng 1000dB/km), đã tạo ra được một mô hình hệ thống có xu hướng linh hoạt hơn. Tiếp sau đó, năm 1996 Kao, Hockman và Werts đã nhận thấy rằng suy hao của sợi dẫn quang chủ yếu là do tạp chất có trong vật liệu chế tạo gây ra. Họ nhận định rằng có thể làm giảm được suy hao của sợi quang và chắc chắn sẽ tồn tại một điểm nào đó trong dải bước sóng truyền dẫn quang có suy hao nhỏ. Những nhận định này đã được sáng tỏ khi Kapron, Keck và Maurer chế tạo thành công sợi thủy tinh có suy hao 20dB/km tại Corning Glass vào năm 1970. Suy hao này nhỏ hơn nhiều so với thời điểm đầu chế tạo sợi và cho phép tạo ra cự ly truyền dẫn tương đương với các hệ thống truyền dẫn bằng cáp đồng. Với sự cố gắng không ngừng của các nhà nghiên cứu, các sợi dẫn quang có suy hao nhỏ hơn lần lượt ra đời. Cho tới đầu những năm 1980, các hệ thống thông tin trên sợi dẫn quang đã được phổ biến khá rộng với vùng bước sóng làm việc 1300nm. Cho tới nay, sợi dẫn quang đã đạt tới mức suy hao rất nhỏ, giá trị suy hao 0,154dB/km tại bước sóng 1550nm cho thấy sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ sợi quang trong hơn hai thập niên qua. Giá trị suy hao này đã gần đạt tới tính toán lý thuyết cho quang, sợi dẫn quang đã tạo ra các hệ thống thông tin quang với nhiều ưu điểm trội hơn hẳn so với các hệ thống thông tin cáp kim loại:

- Suy hao truyền dẫn rất nhỏ
- Băng tần truyền dẫn rất lớn
- Không bị ảnh hưởng của nhiễu điện từ
- Có tính bảo mật tín hiệu thông tin
- Có kích thước và trọng lượng nhỏ
- Sợi có tính cách điện tốt
- Tin cậy và linh hoạt
- Sợi được chế tạo từ vật liệu rất sẵn có

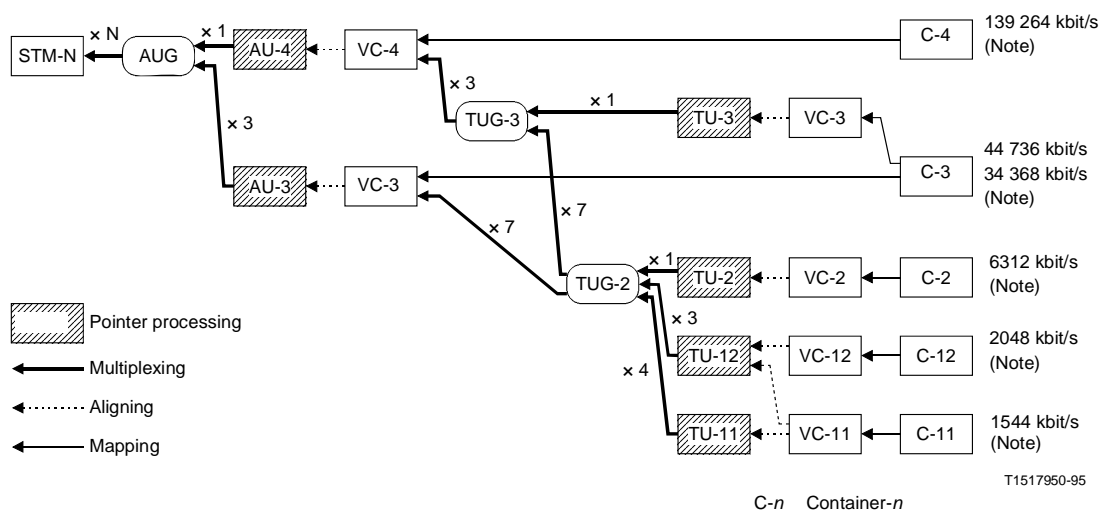
Chương 4: Hệ thống thông tin quang

Do có ưu điểm trên mà các hệ thống thông tin quang được áp dụng rộng rãi trên mạng lưới. Chúng có thể được xây dựng làm các tuyến đường trục, trung kế, liên tỉnh, thuê bao kéo dài cho tới cả việc truy nhập vào mạng thuê bao linh hoạt và đáp ứng được mọi môi trường lắp đặt từ trong nhà, trong các cấu hình thiết bị cho tới xuyên lục địa, vượt đại dương vv... Các hệ thống thông tin quang cũng rất phù hợp cho các hệ thống truyền dẫn số không loại trừ tín hiệu dưới dạng ghép kênh nào, các tiêu chuẩn Bắc Mỹ, Châu Âu hay Nhật Bản, xem bảng 4.1

Bảng 4-1 Tốc độ truyền dẫn tiêu chuẩn ở Bắc Mỹ, Châu Âu và Nhật Bản

Phân cấp	Khối Bắc Mỹ		Khối Châu Âu		Nhật Bản	
	Tốc độ bit Mbit/s	Số kênh thoại	Tốc độ bit Mbit/s	Số kênh thoại	Tốc độ bit Mbit/s	Số kênh thoại
1	1,544	24	2,048	30	1,544	24
2	6,312	96	8,448	120	6,312	96
3	44,736	672	34,368	480	32,064	480
4	274,176	4032	139,264	1920	97,728	1440
5	-	-	565,148	7680	396,200	5760

Ngoài các tốc độ trên, có một tiêu chuẩn mới phát triển gọi là SDH (Synchronous Digital Hierarchy), tốc độ truyền dẫn ở đây có hơi khác chút ít, nó xác định cấu trúc khung đồng bộ để gửi lưu lượng ghép kênh số trên sợi quang. Khối cấu trúc cơ bản và mức đầu tiên của phân cấp tín hiệu SDH gọi là "tín hiệu truyền đồng bộ cấp 1" STM-1 (Synchronous Transport Module) và có tốc độ 155Mbit/s. Các tín hiệu SDH cấp cao hơn là tín hiệu STM-N. Tín hiệu STM-N có tốc độ truyền gấp N lần tín hiệu STM-1. Hình 4.1 là ghép kênh từ PDH thành SDH theo chuẩn ITU-T:



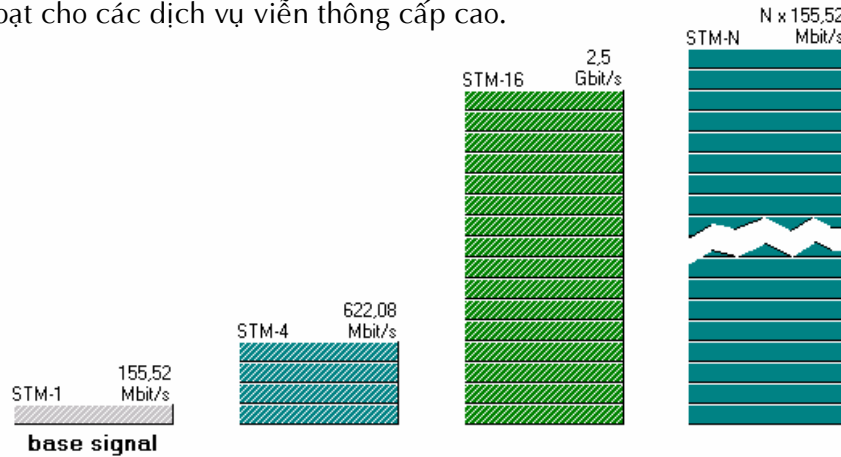
NOTE – G.702 tributaries associated with containers C-x are shown. Other signals, e.g. ATM, can also be accommodated (see 10.2).

Hình 4.1 Ghép PDH lên SDH theo ITU-T.

Hiện nay các hệ thống quang thông tin quang đã được ứng dụng rộng rãi trên thế giới, chúng đáp ứng cả các tín hiệu tương tự (analog) và số (digital), chúng cho phép truyền dẫn tất cả các tín hiệu dịch vụ băng hẹp và băng rộng, đáp ứng đầy đủ mọi yêu cầu của mạng số hoá liên kết đa dịch vụ (ISDN), ADSL. Số lượng cáp quang hiện nay được lắp đặt trên thế giới với số lượng rất lớn, ở đủ mọi tốc độ truyền dẫn với các cự ly khác nhau, các cấu trúc mạng đa dạng. Nhiều nước lấy cáp quang là môi trường truyền dẫn chính trong mạng lưới viễn thông

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

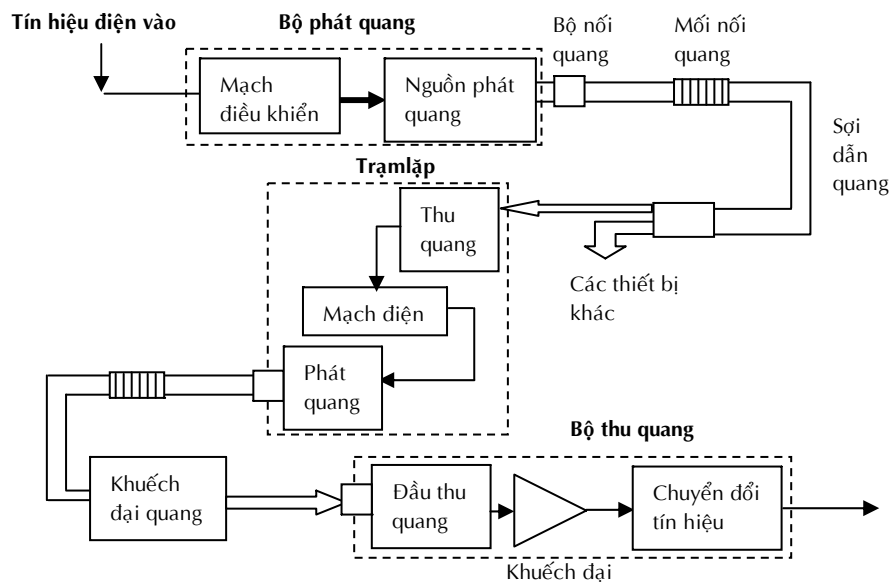
của họ. Các hệ thống thông tin quang sẽ là mũi đột phá về tốc độ, cự ly truyền dẫn và cấu hình linh hoạt cho các dịch vụ viễn thông cấp cao.



Hình 4.2 là phân cấp tín hiệu của SDH

4.1.3 Cấu trúc và thành phần chính của tuyến truyền dẫn quang

Quan niệm về các hệ thống thông tin quang ngày nay không còn là các hệ thống thông tin mới nữa, nó đã trải qua nhiều năm khai thác trên mạng lưới dưới cấu trúc truyền khác nhau. Nhìn chung, các hệ thống thông tin quang thường phù hợp hơn cho việc truyền dẫn tín hiệu số và hầu hết các quá trình phát triển của hệ thống thông tin quang đều đi theo hướng này. Theo quan niệm thống nhất như vậy, ta có thể xem xét cấu trúc của tuyến thông tin quang bao gồm các thành phần chính như hình H4.3 dưới đây:



Hình 4.3 Các thành phần chính của tuyến truyền dẫn quang.

Các thành phần chính của tuyến gồm có phần phát quang, cáp sợi quang, và phần thu quang. Phần phát quang được cấu tạo từ nguồn phát tín hiệu quang và các mạch điện điều khiển liên kết với nhau. Cáp sợi quang gồm có các sợi dẫn quang và các lớp vỏ bọc xung quanh để bảo vệ khỏi tác động có hại từ môi trường bên ngoài. Phần thu quang do bộ tách sóng quang và các mạch khuếch đại, tái tạo tín hiệu hợp thành. Ngoài các thành phần chủ yếu này, tuyến thông tin quang còn có các bộ nối quang-connector, các mối hàn, các bộ nối quang, chia quang và các trạm lặp; tất cả tạo nên một tuyến thông tin quang hoàn chỉnh.

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

Tương tự như cáp đồng, cáp sợi quang được khai thác với nhiều điều kiện lắp đặt khác nhau. Chúng có thể treo ngoài trời, chôn trực tiếp dưới đất, kéo trong cống, đặt dưới biển. Tùy thuộc vào điều kiện lắp đặt khác nhau mà độ dài chế tạo của cáp cũng khác nhau, có thể dài từ vài trăm mét tới vài kilomet. Tuy nhiên đôi khi thi công, các kích cỡ của cáp cũng phụ thuộc từng điều kiện cụ thể, chẳng hạn như cáp được kéo trong cống sẽ không thể cho phép dài được, cáp có độ dài khá lớn thường được dùng cho treo hoặc chôn trực tiếp. Các mối hàn sẽ kết nối các độ dài cáp thành độ dài tổng cộng của tuyến được lắp đặt.

Tham số quan trọng nhất của cáp sợi quang tham gia quyết định độ dài của tuyến là suy hao sợi quang theo bước sóng. Đặc tuyến suy hao của sợi quang theo bước sóng tồn tại ba vùng mà tại đó có suy hao thấp là các vùng có bước sóng 850nm, 1300nm, và 1500nm. Thời kỳ đầu của thông tin quang, bước sóng 850nm được sử dụng. Nhưng sau này do công nghệ chế tạo sợi phát triển mạnh, suy hao ở các vùng bước sóng 1300nm, 1500nm rất nhỏ cho nên các hệ thống thông tin ngày phát triển mạnh, suy hao sợi ở hai bước sóng 1300nm, 1500nm.

Nguồn phát quang ở thiết bị phát có thể sử dụng diot phát quang LED hoặc Laser bán dẫn (LD). Tín hiệu điện ở đầu vào thiết bị phát ở dạng số hoặc đôi khi ở dạng tương tự. Thiết bị phát sẽ thực hiện biến đổi tín hiệu này thành tín hiệu quang tương ứng và công suất quang đầu ra sẽ phụ thuộc vào sự thay đổi của dòng điều biến cường độ ánh sáng.

Tín hiệu sáng đã được điều chế tại nguồn phát quang sẽ lan truyền dọc theo sợi dẫn quang để tới phần thu quang. Khi truyền trên sợi dẫn quang, tín hiệu ánh sáng thường bị suy hao và méo do các yếu tố hấp thụ, tán xạ, tán sắc gây nên. Bộ tách sóng quang ở phần thu thực hiện tiếp nhận ánh sáng và tách lấy tín hiệu từ hướng phát tới. Tín hiệu quang biến đổi thành tín hiệu điện.

Khi khoảng cách truyền dẫn khá dài, tới một cự ly nào đó, tín hiệu quang trong sợi bị suy hao khá nhiều thì cần thiết phải có trạm lặp đặt trên tuyến. Cấu trúc của trạm lặp quang gồm có thiết bị phát và thiết bị ghép quay phần điện vào nhau. Thiết bị thu ở trạm lặp sẽ thu tín hiệu yếu rồi tín hiệu quang yếu rồi tiến hành biến đổi tín hiệu điện, khuếch đại tín hiệu này, sửa dạng và đưa vào thiết bị phát quang. Thiết bị quang thực hiện biến đổi tín hiệu điện thành tín hiệu quang rồi lại phát tiếp vào đường truyền.

4.2 Lý thuyết chung về sợi quang

4.2.1 Cấu trúc cáp quang

4.2.1.1 Sợi đa mode và đơn mode

Một mode sóng là một trạng thái truyền ổn định của ánh sáng trong sợi. Khi truyền trong sợi ánh sáng đi theo nhiều đường, trạng thái ổn định của các đường nào được gọi là những mode. Có thể hình dung gần đúng một mode ứng với một tia sáng. Sợi có thể truyền được nhiều mode được gọi là sợi đa mode và sợi chỉ truyền một mode được là sợi đơn mode.

Số mode truyền được trong sợi phụ thuộc vào các thông số của sợi, trong đó thừa số V:

$$V = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot a \cdot \text{NA} = K \cdot a \cdot \text{NA}$$

Trong đó:

a: bán kính lõi sợi

λ : bước sóng

$K = 2\pi/\lambda$: thừa số sóng

NA: khẩu độ sóng

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

Một cách tổng quát, số mode N truyền được trong sợi được tính gần đúng như sau:

$$N \sim \frac{V^2}{2} \times \frac{g}{g+2}$$

Trong đó:

V: thừa số V

g: số mũ trong hàm chiết suất

Sợi đa mode:

Sợi đa mode có đường kính lõi và khẩu độ số lớn nên thừa số V và số mode N cũng lớn.

Các thông số của loại sợi đa mode thông dụng (50/125µm) là:

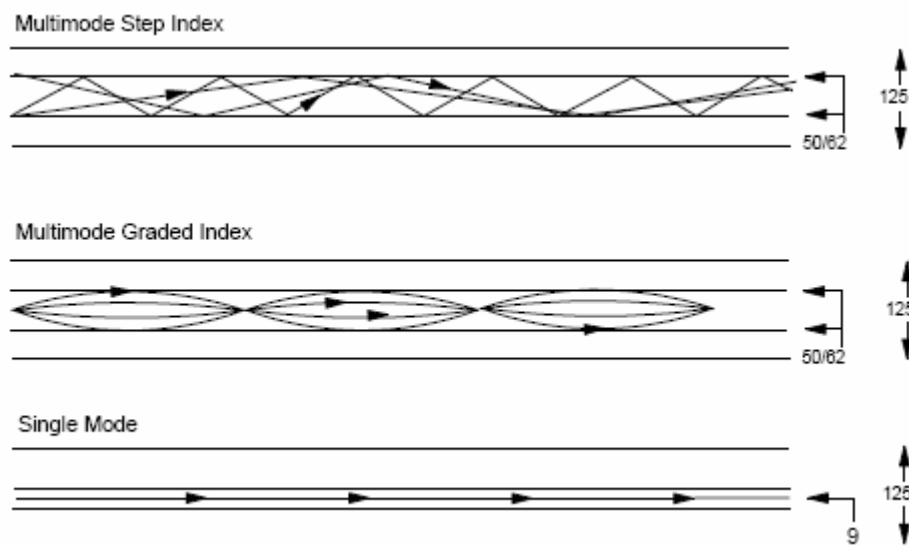
- Đường kính lõi: $d=2a=50 \mu\text{m}$
- Đường kính lớp bọc: $D=2b=125 \mu\text{m}$
- Khẩu độ số: $NA=$
- Chiết suất nhảy bậc $g \rightarrow$

Số mode truyền được sợi chiết suất nhảy bậc (SI) với $g \rightarrow$

$$N = V^2/2$$

Với sợi chiết suất giảm dần (GI) có $g=2$ thì số mode:

$$N = V^2/4$$



Hình 4.4 Các mode của quang

Sợi đơn mode:

Khi giảm kích thước lõi sợi để chỉ có một mode sóng cơ bản truyền được trong sợi thì sợi gọi là đơn mode. Trên lý thuyết, sợi làm việc ở chế độ đơn mode thì thừa số V, $V_{c1}=2,405$.

Vì chỉ có một mode sóng truyền trong sợi nên độ tán sắc do nhiều đường truyền bằng không và sự đơn mode có dạng phân bố chiết suất nhảy bậc (SI) với $g \rightarrow$.

Các thông số của loại sợi đơn mode thông dụng là:

- Đường kính lõi: $d=2a=9 \mu\text{m} \div 10 \mu\text{m}$
- Đường kính lớp bọc: $D=2b=125 \mu\text{m}$
- Khẩu độ số: $NA=$

Độ tán sắc của sợi đơn mode nhỏ hơn nhiều so với sự đa mode, đặc biệt ở bước sóng $=1300\text{nm}$ độ tán sắc của sợi đa mode rất thấp (~ 0). Do đó dải thông của đơn mode rất rộng.

Song vì kích thước lõi sợi đơn mode quá nhỏ nên đòi hỏi kích thước của các linh kiện quang

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

cũng phải tương đương và các thiết bị hàn nối sợi quang phải có độ chính xác rất cao. Các yêu cầu ngày nay đều có thể đáp ứng do đó sợi đơn mode đang dùng dùng phổ biến.

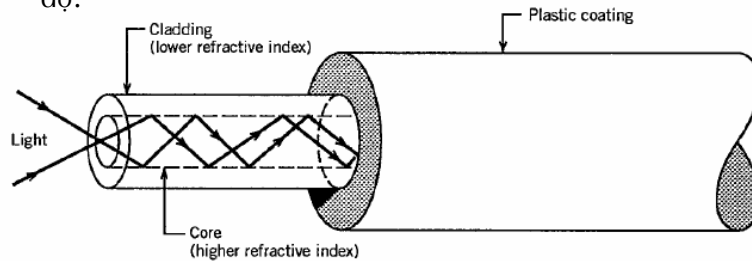
4.2.2 Cấu trúc cáp quang

4.2.2.1 Cấu trúc sợi quang

Thành phần chính của sợi quang gồm lõi (core) và các lớp bọc (cladding). Trong viễn thông dùng loại sợi có cả hai lớp trên bằng thủy tinh. Lõi để dẫn ánh sáng và lớp bọc để giữ ánh sáng tập trung trong lõi nhờ sự phản xạ toàn phần giữa lõi và lớp bọc.

Để bảo vệ sợi quang, tránh nhiều tác dụng do điều kiện bên ngoài sợi quang còn được bọc thêm một vài lớp nữa:

- Lớp phủ hay lớp vỏ thứ nhất (primary coating):
 - Chống lại sự thâm nhập của hơi nước
 - Tránh sự trầy xước gây nên những vết nứt
 - Giảm ảnh hưởng vì uốn cong
- Lớp vỏ thứ hai (secondary coating)
 - Tăng cường sức chịu đựng của sợi quang trước tác dụng cơ học
 - Tăng cường sức chịu đựng của sợi quang trước tác dụng của sự thay đổi nhiệt độ.



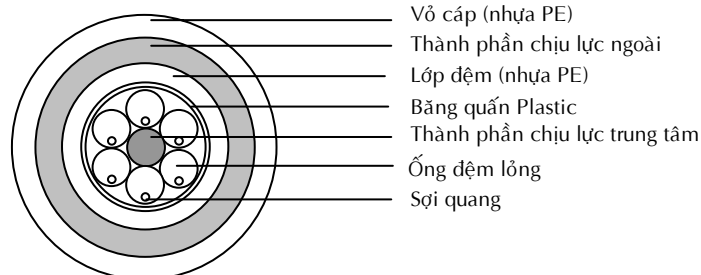
Hình 4.5 Cấu trúc sợi quang:

4.2.2.2 Cấu trúc cáp quang:

Cấu trúc của cáp phải thoả yêu cầu chính là bảo vệ sợi quang trước các tác dụng cơ học của điều kiện bên ngoài trong quá trình thi công lắp đặt và cả quá trình sử dụng lâu dài. Các lực cơ học có thể làm đứt sợi quang tức khắc hoặc làm tăng suy hao và làm giảm tuổi thọ của sợi quang.

Cáp quang cũng được chế tạo phù hợp với mục đích sử dụng của viễn thông, bao gồm: cáp treo, cáp chôn, cáp thả cố, cáp thả biển, cáp trong nhà. Mỗi loại có vài chi tiết đặc biệt ngoài cấu trúc chung của cáp.

Cấu trúc tổng quát của cáp quang bao gồm:



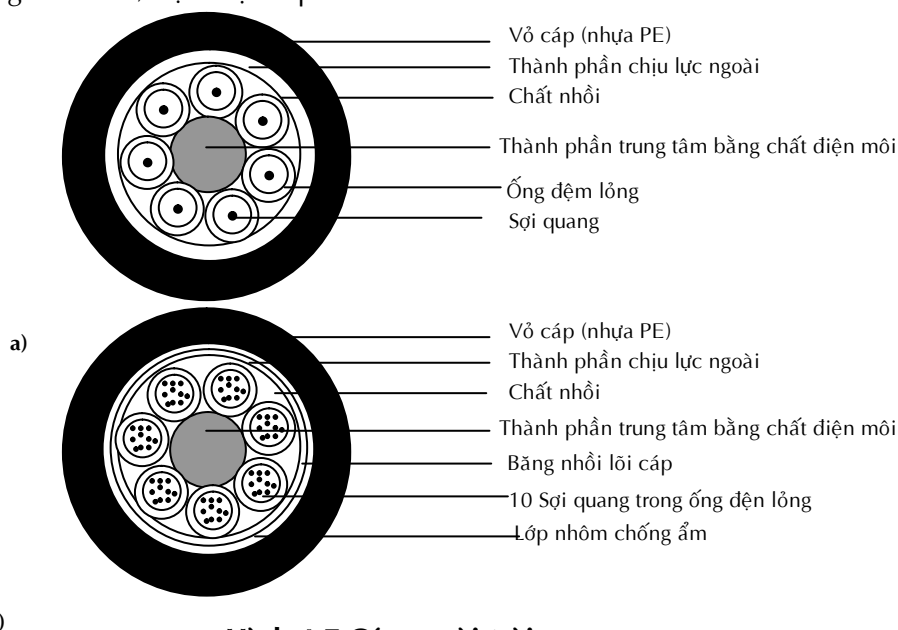
Hình 4.6 cấu trúc tổng quát của cáp quang

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

- Sợi quang: các sợi quang được bọc lớp phủ và lớp vỏ sắp xếp theo một thứ tự nhất định.
- Thành phần chịu lực: bao gồm thành phần chịu lực trung tâm và thành phần chịu lực bao bên ngoài
- Chất nhồi: làm đầy ruột cáp
- Vỏ cáp: để bảo vệ ruột cáp
- Lớp gia cường: để bảo vệ sợi cáp trong những điều kiện khắc nghiệt.

Theo mục đích sử dụng chia cáp quang thành 3 loại:

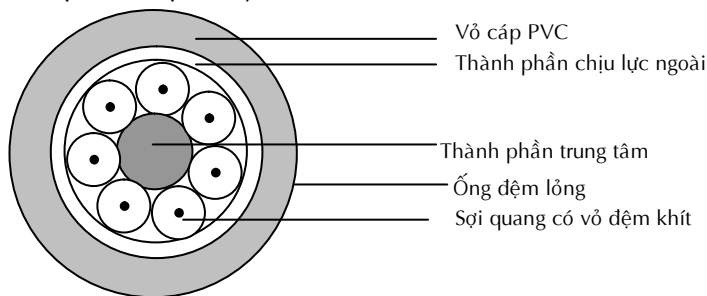
- **Cáp ngoài trời:** cáp treo, cáp chôn trực tiếp hoặc cáp kéo trong cống. Cáp ngoài trời thường có vỏ nhựa PE màu đen. Sợi quang trong cáp được đặt trong các ống đệm lỏng, mỗi ống đệm lỏng chứa một sợi quang hay nhiều sợi quang tùy theo số lượng sợi quang trong cáp. Cáp ngoài trời bình thường không cần lớp gia cường, chỉ cần lớp kim loại (thường là nhôm) bọc ruột cáp.



Hình 4.7 Cáp ngoài trời

- a) Ống đệm lỏng chứa một sợi quang- không có thành phần kim loại
 b) Ống đệm lỏng chứa nhiều sợi quang

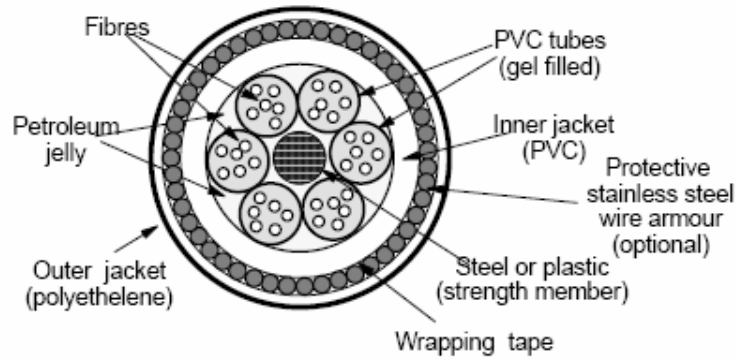
- **Cáp trong nhà:** Cáp trong nhà và ngoài trời khác nhau về cấu trúc và vật liệu làm lớp vỏ nhưng sợi quang bên trong phải có đặc tính truyền dẫn giống nhau. Cáp trong nhà có vỏ PVC, là vật liệu khó cháy, được nhuộm màu (thường màu xám) vì không cần ngăn các bức xạ như cáp ngoài trời. Tùy theo mục đích sử dụng, số lượng cáp quang trong nhà có thể từ một đến vài chục sợi. Trong đó loại một sợi được dùng nhiều nhất để làm cáp phân phối, cáp nhảy.



Hình 4.8 Cáp quang thông dụng trong nhà

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

- **Cáp đặc biệt:** Bao gồm những loại cáp quang dùng trong những môi trường đặc biệt như: cáp quang dùng trong dây điện lực, cáp quang dùng trong để lắp đặt trên tàu biển, trên máy bay, cáp quang thả sông, biển v...v. Trong từng môi trường cụ thể, cáp quang được chế tạo với những đặc điểm khác nhau để thích hợp với điều kiện của môi trường như: không chứa các thành phần kim loại, cực nhẹ, kết cấu cơ học chắc chắn, chịu được rung động cơ học, chịu được nhiệt độ cao, khả năng ngăn ẩm tốt...



Hình 4.9 Cáp quang thả biển

4.2.3 Thông số của sợi quang

Công suất quang truyền trên sợi cũng giảm dần theo cự ly với quy luật hàm số mũ tương tự như tín hiệu điện. Biểu thức tổng quát của hàm số truyền công suất có dạng:

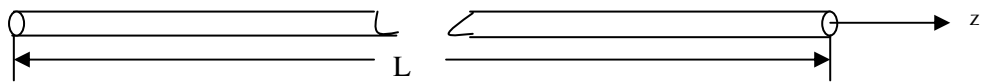
$$P(z) = P(0) \times 10^{-\alpha z / 10}$$

Trong đó: $P(0)$: công suất ở đầu sợi ($z=0$)

- $P(z)$: công suất ở cự ly z tính từ đầu sợi
- α : hệ số suy hao

$$P_1 = P(0)$$

$$P_2 = P(L)$$



Hình 4.10 Công suất truyền trên sợi quang.

Độ suy hao của sợi được tính bởi:
$$A(\text{dB}) = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}$$

Trong đó: $P_1 = P(0)$: công suất đưa vào đầu sợi

$P_2 = P(L)$: công suất ở cuối sợi

4.2.3.1 Các nguyên nhân gây suy hao quang:

Công suất quang truyền trên sợi bị thất thu do sự hấp thụ của vật liệu, sự tán xạ ánh sáng và sự khúc xạ qua chỗ bị uốn cong.

Suy hao do hấp thụ:

- Sự hấp thụ của tạp chất kim loại: các tạp chất kim loại trong thủy tinh là một trong những nguồn hấp thụ năng lượng ánh sáng. Các tạp chất thường gặp là Sắt (Fe), Đồng (Cu), Mangan (Mn). Mức độ hấp thụ của từng loại tạp chất phụ thuộc vào nồng độ tạp chất bước sóng truyền qua nó.
- Sự hấp thụ của ion OH: Sự có mặt của các ion OH trong sợi quang cũng tạo ra một độ suy hao hấp thụ đáng kể.

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

- Sự hấp thụ bằng cực tím và hồng ngoại: ngay cả khi sợi quang được chế tạo từ thủy tinh có độ tinh khiết cao sự hấp thụ vẫn xảy ra. Bản thân thủy tinh khiết cũng hấp thụ ánh sáng trong vùng cực tím và vùng hồng ngoại. Sự hấp thụ trong vùng hồng ngoại gây trở ngại cho khuynh hướng sử dụng các bước dài trong thông tin quang.

Suy hao do tán xạ:

- Tán xạ Rayleigh: khi sóng điện từ truyền trong môi trường điện gặp chỗ không đồng nhất sẽ xảy ra hiện tượng tán xạ. Những chỗ không đồng nhất trong sợi quang do cách sắp xếp của các phân tử thủy tinh, các khuyết tật của bột không khí, các vết nứt,... Khi kích thước của vùng không đồng nhất vào khoảng một phần mười bước sóng thì chúng trở thành những nguồn điểm để tán xạ. Các tia sáng truyền qua những chỗ không đồng nhất này sẽ tỏa ra nhiều hướng. Chỉ một phần năng lượng ánh sáng tiếp tục truyền theo hướng cũ; phần còn lại truyền theo các hướng khác, thậm chí truyền ngược về phía nguồn quang. Ở bước sóng 850nm suy hao do tán xạ Rayleigh của sợi silica khoảng 1 đến 2dB/km và ở bước sóng 1300nm suy hao chỉ khoảng 0,3dB/km. Ở bước sóng 1500nm suy hao này còn thấp hơn nữa.
- Tán xạ do mặt phân cách giữa lõi và lớp bọc không hoàn hảo: khi tia sáng truyền đến những chỗ không hoàn hảo giữa lõi và lớp bọc tia sáng sẽ bị tán xạ. Lúc đó một tia tới sẽ có nhiều tia phản xạ với các góc tới hạn sẽ khúc xạ ra lớp bọc và bị suy hao dần.

Suy hao do sợi bị uốn cong:

- Vi uốn cong: khi sợi quang bị chèn ép tạo nên những chỗ uốn cong nhỏ thì suy hao của sợi cũng tăng lên. Sự suy hao này xuất hiện do tia sáng bị lệch trục khi đi qua những chỗ vi uốn cong đó. Một cách chính xác hơn, sự phân bố trường bị xáo trộn khi đi qua những chỗ vi uốn cong và dẫn tới sự phát xạ năng lượng ra khỏi lõi sợi.
- Uốn cong: khi sợi uốn cong với bán kính uốn cong càng nhỏ thì suy hao càng tăng. Dĩ nhiên không thể tránh được việc uốn cong sợi quang trong quá trình chế tạo và lắp đặt. Song nếu giữ cho bán kính uốn cong lớn hơn một bán kính tối thiểu cho phép thì suy hao do uốn cong không đáng kể. Bán kính tối thiểu do nhà sản xuất đề nghị, thông thường 30mm đến 50mm.

4.2.3.2 Tán sắc:

Tương tự như tín hiệu điện, tín hiệu quang truyền qua sợi quang cũng bị biến dạng. Hiện tượng này được gọi là tán sắc. Sự tán sắc làm méo dạng tín hiệu analog và làm xung bị chồng lấp trong tín hiệu digital. Sự tán sắc làm hạn chế dải thông của đường truyền dẫn quang.

Các nguyên nhân gây tán sắc:

- Tán sắc mode (modal dispersion): do năng lượng của ánh sáng phân tán thành nhiều mode. Mỗi mode lại truyền với vận tốc nhóm khác nhau nên thời gian truyền khác nhau.
- Tán sắc thể (chromatic dispersion): do tín hiệu quang truyền trên sợi không phải là đơn sắc mà gồm một khoảng bước sóng nhất định. Mỗi bước sóng lại có vận tốc truyền khác nhau nên thời gian truyền cũng khác nhau. Tán sắc thể bao gồm tán sắc chất liệu và tán sắc dẫn sóng

Sợi quang đa mode có đầy đủ các thành phần tán sắc

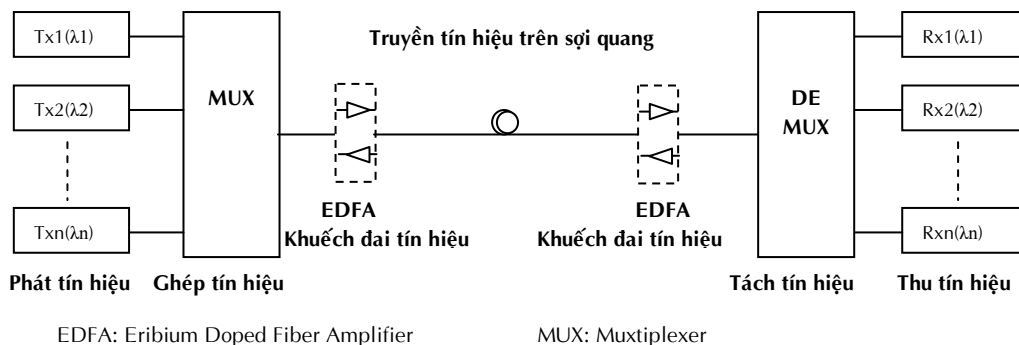
Sợi quang đơn mode chỉ có tán sắc thể.

4.3 Kỹ thuật ghép kênh quang

Mục tiêu của ghép kênh quang nhằm tạo tăng dung lượng lên truyền dẫn. Ngoài ý nghĩa đó việc ghép kênh quang còn tạo ra khả năng xây dựng các tuyến thông tin quang có tốc độ rất cao. Trong phần này, ta sẽ khảo sát ba kỹ thuật ghép kênh là ghép bước sóng quang (WDM-Wavelength Division Multiplexing), ghép phân không gian SDM (Space Devision Multiplexing), và ghép kênh quang theo thời gian (OTDM-Optical Time division Multiplexing)

- **Truyền dẫn ghép phân không gian SDM (Space Devision Multiplexing):** đơn giản không gian và không cần sự phát triển công nghệ, chỉ đơn thuần là tăng số lượng sợi quang, tốc độ truyền dẫn vẫn giữ nguyên. Ta có thể chọn SDM nếu trên tuyến truyền dẫn cần tăng băng thông đã có sẵn số lượng sợi quang chưa dùng và khoảng cách tuyến truyền dẫn là đủ ngắn để không cần dùng các bộ lặp. Nếu khoảng cách là xa, khi đó chi phí sẽ vụt tăng do mỗi hệ thống lắp thêm đều cần một số lượng bộ lặp, bộ khuếch đại....như hệ thống cũ.
- **Truyền dẫn ghép phân thời gian TDM (Time Devision Multiplexing):** tăng tốc độ truyền dẫn lên sợi quang. Khi tiếp tục dùng phương thức truyền thông này, trên phải xem xét đến 2 vấn đề: trước và khi truyền trên sợi quang. Trước khi chuyển thành tín hiệu quang để truyền đi, các linh kiện điện tử có khả năng xử lý với tốc độ tối đa là bao nhiêu? Thực tế hiện nay cho thấy, ở đa số các mạng truyền dẫn, linh kiện điện tử có khả năng đáp ứng tốt đối với các dòng tín hiệu ở tốc độ 2,5Gbps hoặc 10Gbps. Như vậy thì chưa giải quyết trọn vẹn bài toán tăng băng thông. Trong phòng thí nghiệm đã cho các linh kiện hoạt động ở tốc độ 40 Gpbs hoặc 80Gpbs. Để TDM có thể đạt được những tốc độ cao hơn, các phương pháp thực hiện tách/ghép kênh trong miền quang, được gọi là phân kênh thời gian trong miền quang (Optical Time Devision Multiplexing-OTDM) đang được tích cực triển khai. Các kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm cho thấy OTDM có thể ghép được các luồng 10Gbit/s thành luồng 250Gbit/s. Nhưng khi đó, truyền trên sợi quang sẽ vấp phải các vấn đề nghiêm trọng ảnh hưởng đến chất lượng truyền dẫn: tán sắc,....Tóm lại không thể là giải pháp truyền dẫn cho tương lai.
- **Truyền dẫn ghép phân bước sóng WDM (Wave Devision Multiplexing):** ghép thêm nhiều bước sóng để có thể truyền trên một sợi quang, không cần tăng tốc độ truyền dẫn trên một bước sóng. Ở đầu phát, nhiều tín hiệu quang có bước sóng khác nhau được tổ hợp đó được phân giải ra (tách kênh), khôi phục lại tín hiệu gốc rồi đưa vào các đầu cuối khác nhau.

Nguyên lý cơ bản của ghép bước sóng quang được minh họa như sau:



Hình 4.11 Sơ đồ chức năng hệ thống WDM.

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

Như minh hoạ trên hình, để đảm bảo việc truyền nhận bước sóng trên một sợi quang, hệ thống WDM phải thực hiện các chức năng sau:

- Phát tín hiệu: trong hệ thống WDM, nguồn phát quang được dùng là Laser. Hiện tại đã có một số loại nguồn phát như: Laser điều chỉnh được bước sóng (Tunable Laser), Laser đa bước sóng (Multiwavelength Laser)...Yêu cầu đối với nguồn phát laser là phải có độ rộng phổ hẹp, bước sóng phát ra ổn định, mức công suất phát đỉnh, bước sóng trung tâm, độ rộng phổ, độ rộng phải nằm trong giới hạn cho phép.
- Ghép/tách tín hiệu: ghép tín hiệu WDM là sự kết hợp một số nguồn sáng khác nhau thành một luồng tín hiệu ánh sáng tổng hợp để truyền dẫn qua sợi quang. Tách tín hiệu WDM là sự phân chia luồng ánh sáng tổng hợp đó thành các tín hiệu ánh sáng riêng rẽ tại mỗi cổng đầu ra bộ tách. Hiện tại đã có các bộ tách/ghép tín hiệu WDM như: bộ lọc màng mỏng điện môi, cách tử ragg sợi: cách tử nhiễu xạ, linh kiện quang tổ hợp AWG,...khi xét đến các bộ tách/ghép của các kênh bước sóng, bước sóng trung tâm của kênh, mức xuyên âm giữa các kênh, tính đồng đều của kênh, suy hao,...
- Truyền dẫn tín hiệu: quá trình truyền dẫn tín hiệu trong sợi quang, chịu sự ảnh hưởng của nhiều yếu tố: suy hao sợi quang, tán sắc... Mỗi vấn đề kể trên đều phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố sợi quang (loại sợi quang, chất lượng sợi...)
- Khuếch đại tín hiệu: hệ thống WDM hiện tại chủ yếu sử dụng bộ khuếch đại quang sợi EDFA. Có 3 chế độ khuếch đại: khuếch đại công suất, khuếch đại đường và tiền khuếch đại. Khi dùng bộ khuếch đại EDFA cho hệ thống WDM phải đảm bảo các yêu cầu sau:
 - Độ khuếch đại đồng đều đối với tất cả các kênh bước sóng (mức chênh lệch không quá 1dB)
 - Sự thay đổi số lượng kênh bước sóng làm việc không được gây ảnh hưởng đến mức công suất đầu ra của các kênh.
 - Có khả năng phát hiện sự chênh lệch mức công suất đầu vào để điều chỉnh lại các hệ số khuếch đại nhằm đảm bảo đặc tuyến khuếch đại là bằng phẳng đối với tất cả các kênh.
- Thu tín hiệu: thu tín hiệu trong các hệ thống WDM cũng sử dụng các bộ tách sóng quang như trong hệ thống thông tin quang thông thường: PIN, APD.

Công nghệ WDM có thể mang đến giải pháp hoàn toàn thiện nhất trong điều kiện công nghệ hiện tại. Thứ nhất nó vẫn giữ tốc độ xử lý của các linh kiện điện tử ở mức 10Gpbs, bảo đảm thích hợp với sự quang hiện tại. Thay vào đó, công nghệ WDM tăng băng thông bằng cách tận dụng cửa sổ làm việc của sợi quang trong khoảng bước sóng 1260nm đến 1675nm. Khoảng bước sóng này được chia làm nhiều băng sóng hoạt động như bảng 4.2. Thoạt tiên, hệ thống WDM hoạt động ở băng C (do EDFA hoạt động trong khoảng băng sóng này). Về sau, EDFA có khả năng ở cả băng C và băng L. Nếu theo chuẩn ITU-T, xét khoảng giữa các kênh bước sóng là 100GHz (đảm bảo khả năng chống xuyên nhiễu kênh trong điều kiện công nghệ công nghệ hiện tại), sẽ có 32 kênh bước sóng hoạt động trên mỗi băng. Như vậy, nếu vẫn giữ nguyên tốc độ bit trên mỗi kênh truyền, dùng công nghệ WDM cũng đủ làm tăng băng thông truyền trên một sợi quang lên 64 lần.

Bảng 4.2 Sự phân chia các băng sóng

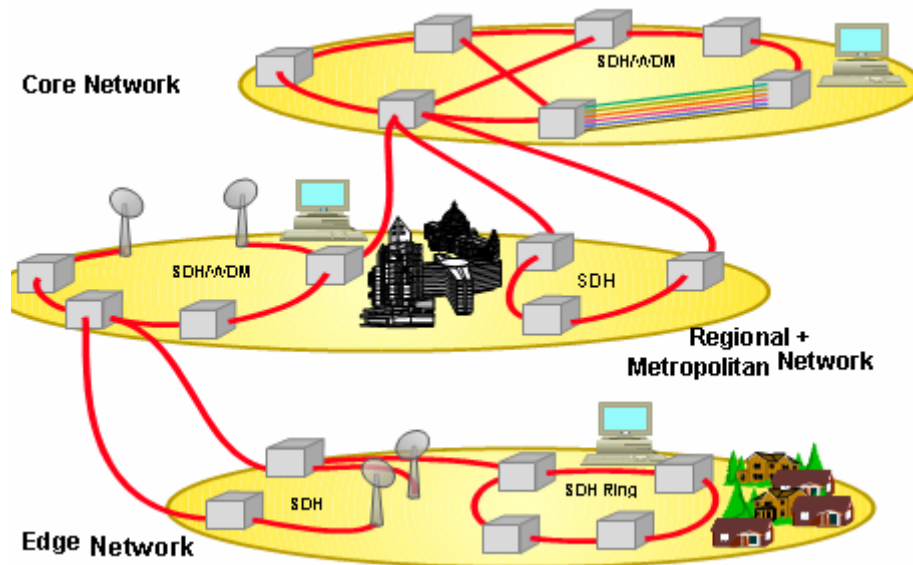
Băng sóng	Mô tả	Phạm vi bước sóng (nm)
Băng O	Original	1260 đến 1360
Băng E	Extended	1360 đến 1460
Băng S	Short	1460 đến 1530
Băng C	Conventional	1530 đến 1565
Băng L	Long	1565 đến 1625
Băng U	Ultra-long	1625 đến 1675

4.4 Mạng thông tin quang

4.4.1 Phân lớp trong mạng quang

Cấu trúc mạng viễn thông hiện đại không ngừng phát triển. Những yếu tố như ứng dụng mới và cách truyền tải thông tin...khiến cho cấu trúc mạng luôn luôn thay đổi. Tuy nhiên, ta có thể khảo sát mạng một cách tổng quát nhất dựa trên những yếu tố cơ bản: công nghệ truyền dẫn, khoảng cách, ứng dụng...Như vậy nhìn từ góc độ vật lý, kiến trúc mạng có thể được phân làm 3 lớp như trên hình:

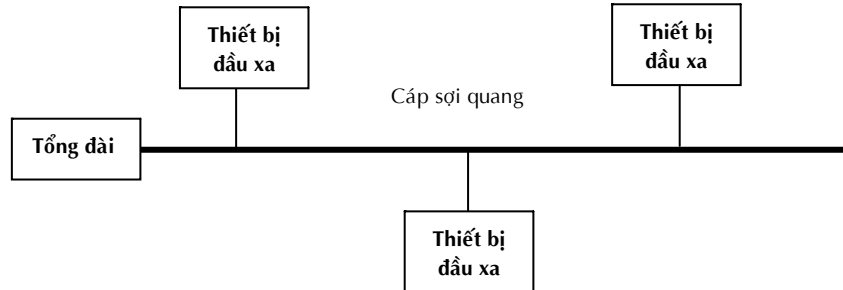
- Mạng đường dài: mạng truyền dẫn đường dài (long-haul network) là phần lõi của toàn thể kiến trúc mạng, kết nối nhiều mạng đô thị MAN lại với nhau. Ứng dụng của mạng này là truyền tải. Do vậy, vấn đề quan tâm nhất mạng đường dài là băng thông.
- Mạng đô thị MAN (Metropolitan Area Network): đóng vai trò chuyển tiếp giữa mạng đường dài và mạng truy nhập. Nó có nhiều tính giống như mạng truy nhập (tính đa dạng và tốc độ kênh truyền). Để đảm bảo được chức năng chuyển tiếp, mạng MAN phải có khả năng đáp ứng nhu cầu tăng băng thông truyền dẫn của mạng đường dài, mặt khác, nó cũng đáp ứng đòi hỏi yêu cầu gia tăng số lượng kết nối và kỹ thuật truy nhập không ngừng của mạng truy nhập.
- Mạng truy nhập: mạng truy nhập (access network) đứng về phía khách hàng và nằm ở biên của mạng đô thị MAN. Nó được đặc trưng bởi tính đa dạng giao thức, kiến trúc mạng và tải rộng trên nhiều tốc độ truyền dẫn khác nhau



Hình 4.12 Toàn thể kiến trúc mạng.

4.4.2 Các cấu trúc mạng quang:

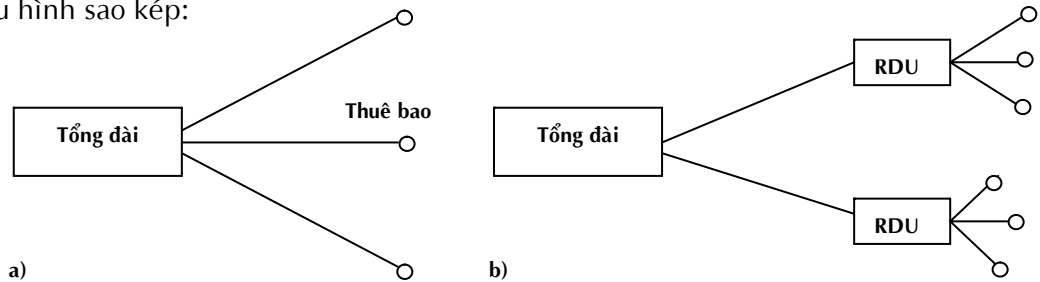
- Bus sợi quang:** cấu hình mạng bus đã được xây dựng trên cáp đồng. Cấu trúc này có ưu điểm là tạo ra mọi truyền dẫn hoàn toàn thụ động và dễ dàng tạo được các nhánh trên đường cáp mà không gây ra xáo trộn cấu hình cũng như gián đoạn việc khi thác mạng. Nhưng khi phát triển cấu trúc bus trên cáp quang thì khó thực hiện; lý do là ở chỗ việc truyền hai hướng trên các nhánh khó thực hiện, các tín hiệu vào và ra ở đường dẫn chính thuận lợi như ở cáp đồng. Cấu trúc bus được mô tả như ở hình 4.13:



Hình 4.13 Cấu trúc Bus sợi quang.

Trong cấu trúc bus chỉ có một đường truyền dẫn từ tổng đài nội hạt tới các thiết bị đầu xa RT hoặc RU (Remote Terminal hoặc Remote Unit). Như vậy cấu trúc hình bus sẽ sử dụng chung thiết bị mạng, tuy nhiên nó không có tính bảo mật thông tin. Cấu hình này phù hợp với việc phân bố các dịch vụ vì các thuê bao có thể nhận chung cùng một tín hiệu

- Cấu trúc hình sao:** trong cấu trúc hình sao, tất cả các nút mạng đều được nối về một điểm chính gọi là nút trung tâm. Nút trung tâm có thể là trạm chứa các thiết bị tích cực hoặc thụ động. Môi trường truyền dẫn đối cấu hình này có thể là các đôi dây kim loại, cáp đồng trục hoặc sợi quang. Cấu hình sao có thể là cấu hình sao đơn hoặc cấu hình sao kép:



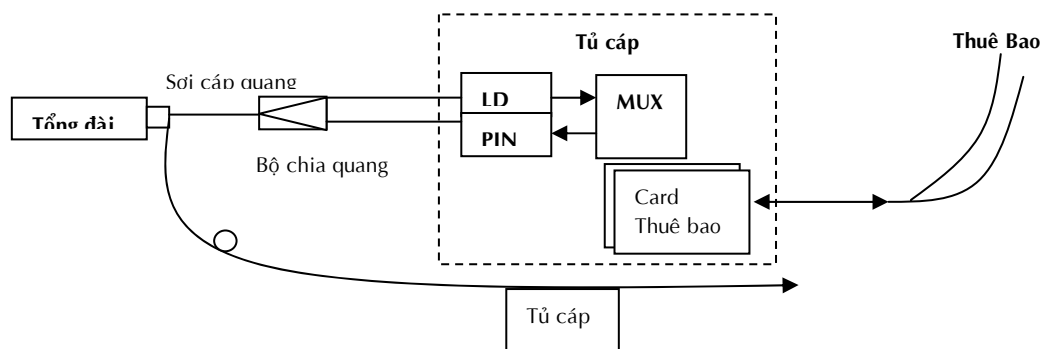
Hình 4.14 Các cấu trúc hình sao

Ở cấu hình sao đơn, từ nút trung tâm truyền tín hiệu thẳng tới các thuê bao, như vậy cấu hình này đơn giản, cho phép thực hiện truyền dung lượng kênh, thiết bị mạng không phức tạp và chúng tách rời nhau, thuận lợi cho việc bảo dưỡng và khai thác. Tuy nhiên, cấu trúc hình sao đơn lại sử dụng nhiều cáp, đối với cáp sợi quang thì lại không tận dụng có hiệu quả băng tần (vì băng tần của sợi quang là rất lớn), điều này dẫn tới tốn kém chi phí đầu tư. Cấu hình này chỉ mang lại hiệu quả kinh tế cao khi giá thành cáp thấp. Đối với cấu trúc hình sao kép, ngoài nút trung tâm là các tổng đài còn có các thiết bị đầu xa. Đối với cấu trúc hình sao kép, ngoài nút trung tâm là các tổng đài còn có các thiết bị đầu xa. Từ nút trung tâm tới các thiết bị đầu xa có cấu trúc hình sao, và từ nút đầu xa tới các thuê bao cũng có cấu trúc hình sao, như vậy tạo thành hình sao kép. Cấu trúc hình sao kép cho phép sử dụng có hiệu quả cáp vì mỗi

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

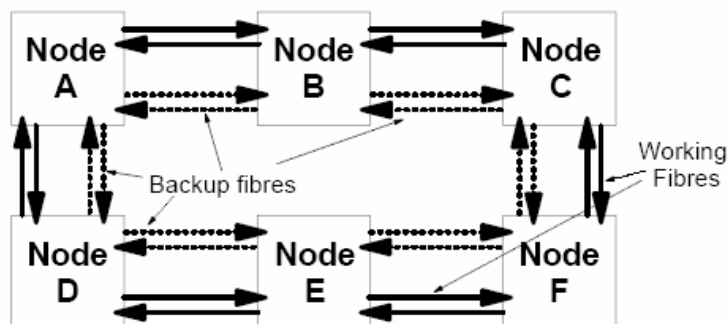
một nhánh có thể sử dụng cho nhiều thuê bao. Đây cũng là một cấu trúc hấp dẫn để đảm bảo kết hợp các dịch vụ chuyển mạch và các dịch vụ phân bố. Bên cạnh các ưu điểm là sử dụng ít sợi quang, nó cũng có nhược điểm là do sử dụng các thiết bị đầu xa mà đòi hỏi thêm về chi phí lắp đặt bảo dưỡng thiết bị, cấu hình phức tạp sẽ làm giảm độ tin cậy, khó phát triển các dịch vụ băng rộng.

Các cấu trúc hình sao được áp dụng rất linh hoạt khi kết hợp cả sử dụng cáp đồng và cáp sợi quang. Có thể thực hiện cấu trúc hình sao này nhờ các giao diện mạng quang (ONI-Optical Network Interfaces) đặt ở các bể cáp trong mạng thực tế. Cấu hình kết hợp này vừa linh hoạt, vừa sử dụng một cách có hiệu quả băng tần của các loại cáp được đặt. Hình 4.15 là ví dụ một cấu trúc hình sao lớp sử dụng các phần tử ghép thụ động ở trên và còn gọi là mạng thụ động (PON-Passive Optical Network). Theo cấu trúc này, các luồng tín hiệu 2Mbit/s từ tổng đài được đưa đến thiết bị ghép kênh tạo ra luồng có tốc độ cao hơn chẳng hạn như 34Mbit/s. Laser LD ở thiết bị phát quang sẽ thực hiện biến đổi điện-quang để chuyển luồng tín hiệu điện thành tín hiệu quang trên đường truyền, Bộ chia quang thụ động sẽ chia tín hiệu này thành các tín hiệu nhánh. Như vậy ở các cửa ra của bộ chia quang, tín hiệu quang sẽ được đưa vào các sợi để đi tới các bể cáp. Tín hiệu từ các thuê bao truyền về phía tổng đài cũng được truyền trên cùng sợi quang nhờ các bộ ghép bước sóng quang, và lúc này các bộ chia lại làm việc chức năng ghép (coupler) để kết hợp các tín hiệu từ các bể cáp đưa tới.



Hình 4.15 Cấu trúc sao kết hợp cáp quang và cáp đồng.

- **Cấu hình ring:** cấu hình ring là một cấu hình sử dụng hiệu quả và phù hợp với tính chất bảo đảm thông tin trong mạng viễn thông. Trong cấu hình ring, các nút mạng liền nhau được nối với nhau bằng tuyến điểm-điểm và cứ như vậy tất cả các nút được nối với nhau tạo thành vòng khép kín. Thông tin dưới dạng các gói dữ liệu (tín hiệu mang thông tin và các bit địa chỉ) được gửi đi từ nút nọ sang nút kia theo vòng ring, với môi trường truyền dẫn hoặc đôi dây, hoặc cáp đồng trục hoặc cáp sợi quang.



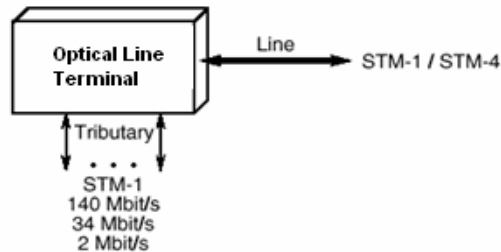
Hình 4.16 Cấu trúc Ring

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

Bộ đầu ghép cuối LT (Line Terminal):

LT là thiết bị khá đơn giản trong mạng truyền dẫn. LT có mô hình điểm-điểm, thực hiện ghép tín hiệu ở đầu phát và truyền đi trên sợi quang, tách ở đầu thu và chuyển tín hiệu thành phân đến phía đầu cuối khách hàng.

Bộ chuyển đổi tín hiệu thực hiện chuyển tín hiệu đến từ mạng khách hàng với những tốc độ, bước sóng và giao thức khác nhau sang thành tín hiệu chuẩn SDH theo chuẩn của ITU-T. Với những tín hiệu khác nhau, bộ chuyển đổi cung cấp các giao tiếp khác nhau.

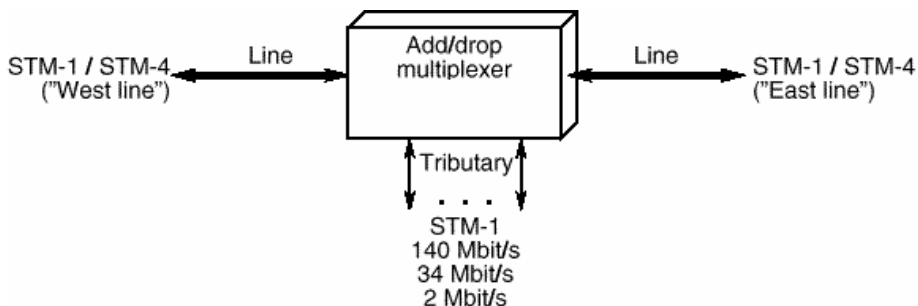


Hình 4.18 Sơ đồ ứng dụng của bộ ghép đầu cuối.

Bộ tách/ghép kênh ADM:

Các bộ tách ghép kênh thường được dùng trong các mạng quang đô thị và mạng quang đường dài vì nó cho hiệu quả kinh tế cao, đặc biệt trong cấu trúc vòng hoặc chuỗi nhằm dễ dàng truy xuất các luồng số của PDH và SDH.

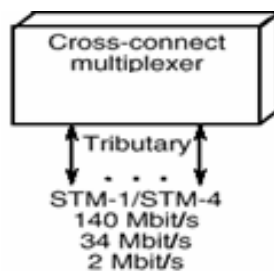
Chức năng của bộ tách/ghép là nó được cấu hình để tách/ghép một số luồng PDH/SDH, một số kênh bước sóng, các luồng còn lại được cấu hình cho đi xuyên qua.



Hình 4.19 Sơ đồ ứng dụng bộ tách/ghép kênh.

Bộ ghép kênh Cross-connect:

Bộ ghép kênh có thể được dùng như các nút mạng nhỏ với các kết nối luồng số- luồng số, hoặc cho vài kết nối trong mạng vòng SDH.



Hình 4.20 Sơ đồ ứng dụng của ghép kênh.

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

4.5.2 Các chức năng quản lý mạng:

Quản lý mạng là một thành phần quan trọng trong mạng viễn thông. Chi phí cho vận hành và quản lý một mạng lớn là thường xuyên và nhiều khi còn vượt trội cả chi phí triển khai các thiết bị mạng ban đầu. Do vậy, bên cạnh mối quan tâm về chi phí triển khai các thiết bị mạng ban đầu, các nhà cung cấp dịch vụ hiện nay đặc biệt quan tâm đến việc giảm thiểu các chi phí thường xuyên này.

Một hệ thống quản lý mạng bao gồm năm chức năng chính:

- **Quản lý chất lượng:** liên quan đến giám sát và quản lý các thông số chất lượng. Quản lý chất lượng là chức năng tối cần thiết giúp nhà cung cấp dịch vụ đảm bảo chất lượng đối với khách hàng và ngược lại phía khách hàng tuân theo các yêu cầu do nhà cung cấp dịch vụ đặt ra trước. Chức năng này cũng đưa ra các thông số đầu ra cho các thông số đầu vào cho các chức năng quản lý khác, đặc biệt là chức năng quản lý sự cố để phát hiện các tình trạng bất thường xảy ra trên mạng.
- **Quản lý sự cố:** liên quan đến phát hiện hư hỏng trên mạng và gửi cảnh báo tức thì đến hệ thống giám sát. Nếu một thông số đang được giám sát có giá trị ngoài tầm, phân tử mạng sẽ cảnh báo. Quản lý sự cố bao gồm cả việc khôi phục lại dịch vụ khi có sự cố xảy ra.
- **Quản lý cấu hình:** liên quan tới việc thiết lập các chức năng được quản lý trong mạng. Chức năng cơ bản là quản lý thiết bị, bao gồm việc đưa vào hoặc loại bỏ thiết bị, định tuyến lại lưu lượng, quản lý phần mềm... Một khía cạnh khác của quản lý cấu hình là quản lý kết nối, bao gồm cài đặt, xoá và dò đường kết nối trong mạng. Chức năng này có thể thực hiện trên hệ thống quản lý tập trung hoặc trên các hệ điều khiển mạng phân bố. Phân bố điều khiển mạng là cần thiết khi khối lượng cài đặt kết nối thường xuyên xảy ra và cấu hình mạng quá lớn và phức tạp.
- **Quản lý an toàn trên mạng:** Bao gồm chức năng quản trị như xác nhận người sử dụng, cài đặt thuộc tính cho phép đọc và ghi tùy cấp người sử dụng. Về phương diện bảo an, một mạng thường được phân chia thành từng miền (domain), theo chiều ngang và dọc. Phân chia theo chiều dọc có nghĩa một số người chỉ được phép truy cập vào một số phần tử mạng nào đó và không được truy nhập vào những phần tử thuộc quyền quản lý của mình. Phân chia theo chiều ngang có nghĩa là một số người sử dụng cho phép truy nhập vào những thông số liên quan mọi phần tử mạng. Tính bảo an trên mạng còn bao gồm cả chức năng bảo mật dữ liệu của người sử dụng bằng cách mã hoá dữ liệu trước khi truyền đi và cung cấp khả năng giải mã cho người dùng hợp pháp.
- **Quản lý kế toán:** liên quan đến việc ghi lại thời gian truy nhập, giá thuê đường truyền cũng như dự toán để duy trì và phát triển mạng lưới.

Đối với mạng thông tin quang, một vấn đề được xem xét thêm là quản lý an toàn khi tiếp xúc với tín hiệu quang:

- Các lasers bán dẫn dùng trong hệ thống thông tin quang là những thiết bị có mức công suất thấp. Tuy nhiên, tín hiệu phát có thể gây ra ảnh hưởng nghiêm trọng đến

Chương 4: Hệ thống thông tin quang

mắt, mù vĩnh viễn hoặc hư mắt. Nhìn càng gần càng tổn thương đến mắt, vì giác mạc trong suốt với các bước sóng này. Trong điều kiện bình thường, các hệ thống quang hoàn toàn đóng kín và tia laser truyền định hướng không phát ra ngoài. Cần chú ý khi lắp đặt, xử lý hay bảo dưỡng. Đặc biệt khi dỡ dây quang ra ngoài cần chú ý luôn giữ mức quang có thể nguy hiểm dưới tầm khuyến cáo của các hệ thống. An toàn quang cần chú ý đến công suất phát tối đa đi vào sợi quang. Các hệ thống làm việc một mình (không có bộ khuếch đại quang) có mức phát đủ nhỏ (-3 đến 0dBm) không cần chú ý nhiều về an toàn quang. Tuy nhiên với các hệ thống dùng bộ khuếch đại quang cần phải cẩn thận trong suốt quá trình thao tác. Phương pháp an toàn là dùng lá chắn tại các đầu quang (connector) và chỉ cần cẩn thận đóng lá chắn khi mở đầu connector quang.

- Tuy nhiên vẫn không ngăn cản được laser phát ra từ thiết bị. Thiết bị an toàn quang có thể dùng các chế độ ALS. Theo chế độ này đầu thu khi phát hiện mất tín hiệu thu sẽ kích hướng phát (card phát và bộ khuếch đại) của nó ngừng phát laser. Và chỉ phát thu vài giây theo chu kỳ đã cài sẵn nhằm không gây ảnh hưởng đến các nhân viên xử lý cáp quang.

Bài tập

1. Trình bày chức năng của mạng quang?
2. Trình bày tốc độ truyền dẫn trên mạng quang?
3. Cấu trúc cơ bản của mạng quang?
4. Trình bày cấu trúc của sợi quang, cáp quang?
5. Trình bày kỹ thuật ghép kênh WDM?
6. Trình bày các phân lớp trong mạng quang?
7. Trình bày các cấu trúc mạng quang và ứng dụng trong thực tiễn?
8. Khi quản lý mạng quang lưu ý những vấn đề gì?

CHƯƠNG 5

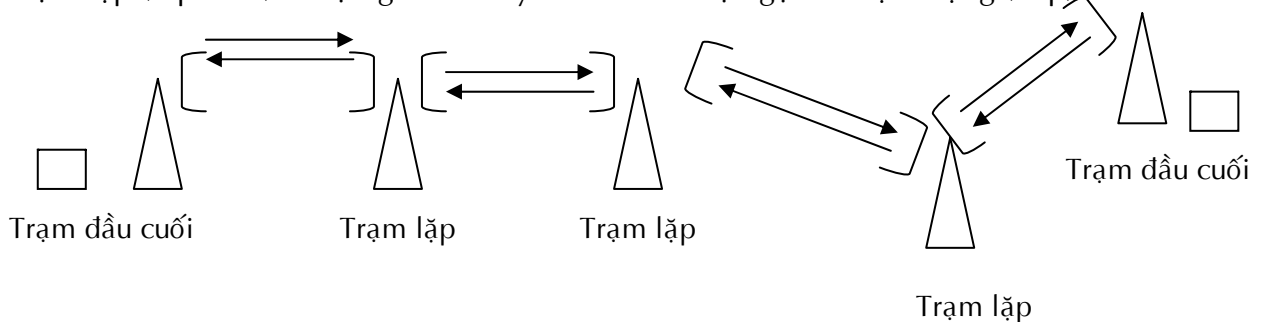
HỆ THỐNG THÔNG TIN VIBA VÀ VỆ TINH

5.1 Mở đầu:

Thông qua chương này sẽ nắm rõ những phần sau:

- Tổng quan về Vi ba và Vệ Tinh.
- Các thành phần vô tuyến của ViBa
- Phân Bố tần số trong vi Ba
- Thông tin Vệ Tinh
- Đa Truy Cập

Vô tuyến chuyển tiếp là một phần rất quan trọng trong mạng thông tin. Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Nguyên lý hoạt động của hệ thống: phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ phát qua không gian và tách lấy tín hiệu gốc. Trong các mạng vô tuyến thường sử dụng vô tuyến chuyển tiếp tầm nhìn thẳng (light of sight). Một tuyến vô tuyến chuyển tiếp nói chung bao gồm các trạm đầu cuối (terminal) và các trạm lặp (repeater). Đoạn giữa bất kỳ 2 antenna được gọi là một chặng (hop).



Hình 5.1 Sơ đồ tổng quát của một tuyến vô tuyến VIBA chuyển tiếp

Thường thì các mạng viba được nối với các trạm chuyển mạch, là một bộ phận của mạng trung kế quốc gia hoặc trung kế riêng. Ứng dụng khác là các tuyến nhánh xuất phát từ các trung tâm thu nhập thông tin khác nhau đến trực chính hoặc tuyến băng rộng tải thông tin đã thu nhập đến một hoặc nhiều trung tâm xử lý chính. Viba số băng tần 2GHz được xây dựng và sử dụng phổ biến làm tuyến dẫn hoặc tuyến nhánh cho viba số có tải cao hơn băng tần 6Ghz và 11Ghz.

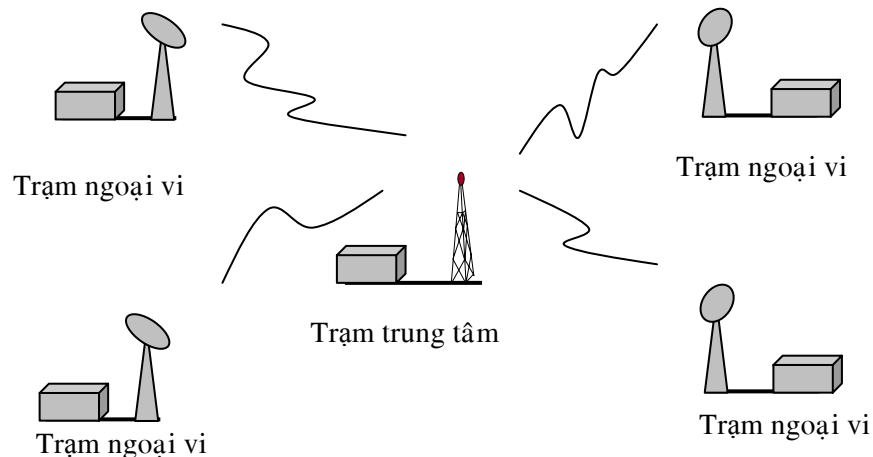
Sau đây là một vài loại mạng viba số đang được sử dụng phổ biến:

5.1.1 Vi ba số điểm nối đa điểm:

Dạng vi ba này trở thành phổ biến trong một số vùng ngoại ô và nông thôn. Cấu trúc mạng như hình 5.2. Trạm trung tâm phát trên một anten đẳng hướng phục

vụ cho một số trạm ngoại vi bao quanh. Các trạm ngoại vi này đặt trong phạm vi chuyển tiếp đơn từ trạm trung tâm đến trạm ngoại vi hoặc khoảng cách giữa các trạm ngoại vi lớn hơn một chặng chuyển tiếp đơn, phải dùng trạm lặp. Sau đó trạm lặp được phân phối cho các trạm ngoại vi. Thiết bị trạm ngoại vi có thể đặt ngoài trời, trên đỉnh cột, v.v hoặc đặt trong hộp đặt biệt. Mỗi trạm ngoại vi có thể lắp đặt thiết bị cho 15 hoặc nhiều trung kế. Các trạm lặp có thể sử dụng để chuyển tiếp nhằm mở rộng phạm vi của vùng phục vụ hoặc sử dụng như điểm đầu tiên trong một nhánh rẽ của tuyến trung kế số hiện đại.

Thiết bị được thiết kế để hoạt động trong các băng tần 1,5GHz; 1,8GHz và 2,4GHz sử dụng một sóng mang cho hệ thống hoàn chỉnh có trung kế PCM 64kbit/s cho điện thoại và/hoặc cho số liệu tốc độ thấp. Hoàn toàn sẵn sàng cho mọi trung kế trong hệ thống. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia thời gian được sử dụng làm phương tiện liên lạc. Trạm trung tâm phát đến tất cả trạm ngoại vi theo phương pháp ghép/tách theo thời gian TDM liên tục. Mỗi trạm ngoại vi được nối đến hệ thống và phát đến trạm trung tâm một hoặc nhiều xung RF được đồng bộ nhờ trạm trung tâm sao cho mỗi trạm chiếm một khe thời gian không trùng nhau đã dành sẵn trong khung đa truy nhập phân chia thời gian TDMA. Trạm trung tâm kiểm tra lần lượt các đường dây thuê bao để xác định một thuê bao nào đó có yêu cầu một trung kế hay không và nếu có, sẽ dành trung kế cho đường dây thuê bao có nhu cầu.

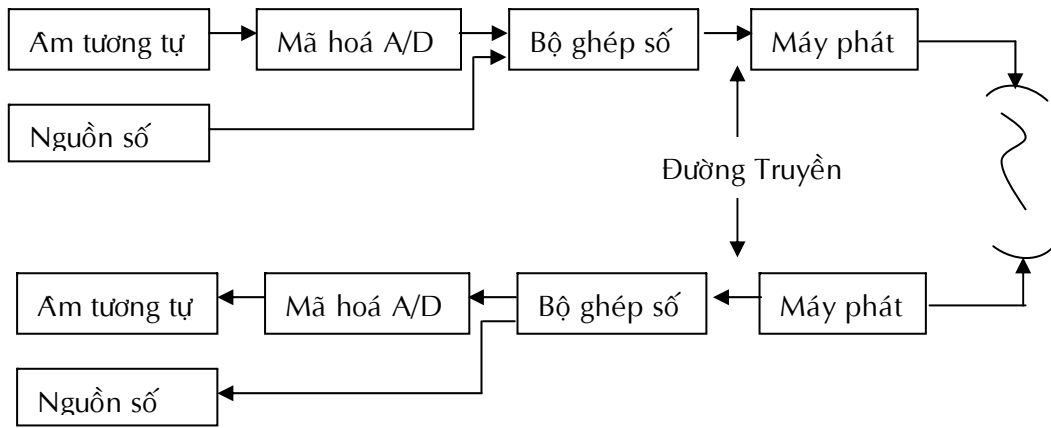


Hình 5.2 Hệ thống viba điểm-nối đa điểm.

5.1.2 Vi ba số điểm nối điểm:

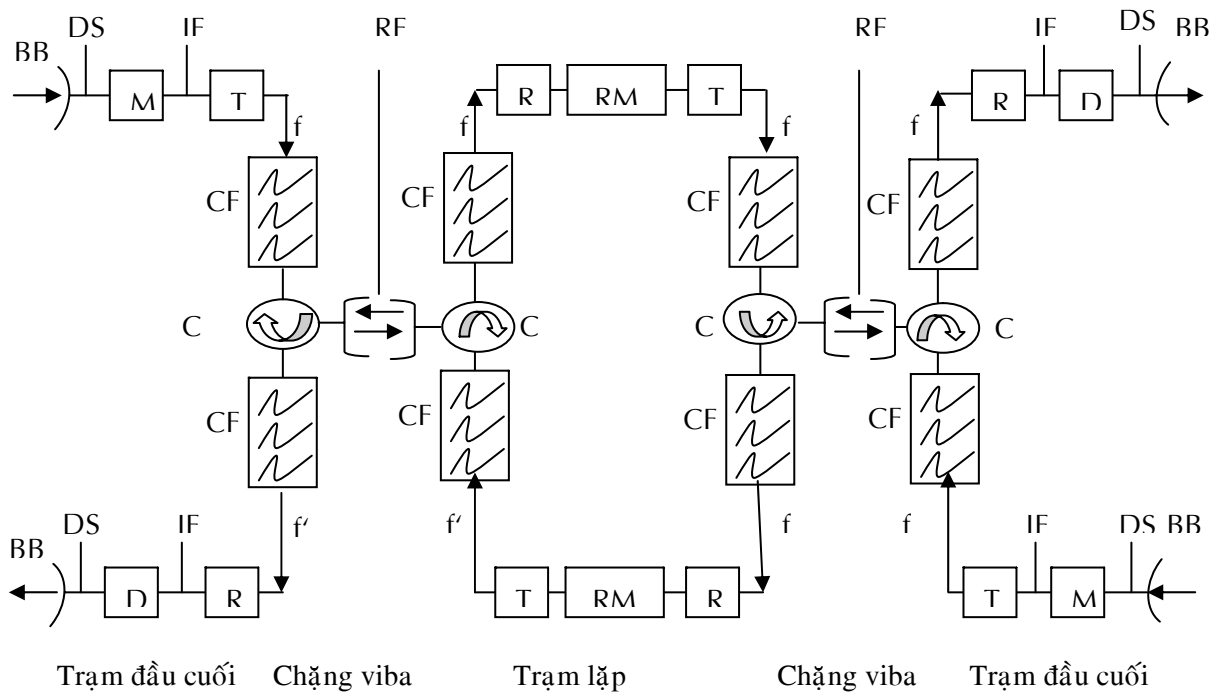
Vì các cơ quan viễn thông lập kế hoạch và bắt đầu thực hiện các chương trình chuyển đổi thành hệ thống số như là một công cuộc hiện đại hoá mạng, nên nỗ lực thay thế mạng đường dài bằng cáp sợi quang và có thể trong quy mô nhỏ hơn viba số dung lượng cao. Hình 5.3 sơ đồ khối của các thành phần trong một hệ thống viba số.

Chương 5: Hệ thống thông tin ViBa và Vệ Tinh



Hình 5.3 Một mô hình của hệ thống Viba số điểm-điểm

5.2 Các thành phần trong mạng Viba



BB: Tín hiệu băng tần gốc
 M: Bộ điều chế
 D: Bộ giải điều chế
 T: máy phát
 R: Máy thu
 CF: Bộ lọc phân kênh

RM: Modem trạm lặp
 DS: Giao tiếp tín hiệu số
 IF: Tín hiệu trung tần IF
 RF: Tín hiệu vô tuyến được điều chế số
 f, f': Tần số vô tuyến ở băng thấp hay băng cao
 c: Bộ xoay vòng

Hình 5.4 mô tả một tuyến vi ba chuyển tiếp với hai trạm đầu cuối và một trạm lặp.

Tại phía phát của trạm đầu cuối: tín hiệu băng gốc (baseband) được dẫn tới bộ điều chế (M) và được điều chế thành sóng mang trung tâm tần (IF). Tại đây hạn chế

băng tần truyền dẫn, các dạng điều chế đặc biệt được áp dụng như điều pha số (PSK), điều biên cầu phương (QAM), hoặc SSB. Máy phát (T) sau đó biến đổi tín hiệu này thành tín hiệu vô tuyến (RF) và khuếch đại đến mức phát chuẩn. Băng tần vô tuyến được giới hạn trong khoảng 40MHz đến 22GHz.

Từ máy phát tín hiệu RF được chuyển qua bộ lọc phân kênh (channel branching filter) gồm bộ lọc băng thông và bộ xoay vòng (circulator). Bộ xoay vòng được sử dụng để chia hướng phát và hướng thu. Tín hiệu sau đó được dẫn đến antena thông qua bộ lọc dải thông, bộ xoay vòng và cáp antena (cáp đồng trục suy hao thấp hay ống dẫn sóng).

Nếu khoảng cách giữa các trạm đầu cuối lớn hơn 50km (hoặc nhỏ hơn tùy theo tần số vô tuyến sử dụng), cần phải lắp đặt trạm lặp giữa các trạm đầu cuối này.

Antena thu ở trạm lặp sẽ chuyển tín hiệu thu được qua bộ lọc băng thông và bộ xoay vòng của bộ lọc phân kênh đến máy thu (R). Máy thu khuếch đại tín hiệu này và biến đổi nó thành tín hiệu trung tần IF. Từ tín hiệu IF, bộ giải điều chế (M) sẽ tái tạo lại tín hiệu băng gốc ban đầu và bộ điều chế sẽ điều chế nó lại thành tín hiệu IF. Giống như trạm đầu cuối, tín hiệu IF lại một lần nữa được chuyển đến máy phát (T) rồi qua bộ lọc phân kênh, bộ xoay vòng đến antena bức xạ.

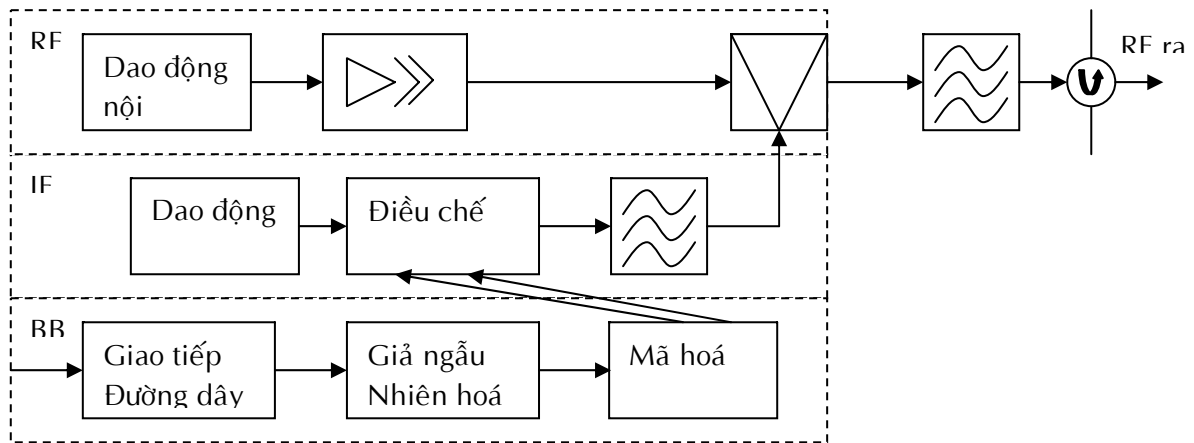
Tại trạm đầu cuối, tín hiệu băng gốc được khôi phục ở bộ giải điều chế và được dẫn tới bộ phân kênh. Tại đây tín hiệu được phân kênh hoàn toàn.

Thông tin vô tuyến không chỉ đóng khung trong phạm vi của một quốc gia vì thế đòi hỏi có tiêu chuẩn quốc tế cho nó. Tổ chức quốc tế chịu trách nhiệm về vấn đề này là Hiệp Hội Viễn Thông Quốc Tế ITU (International Telecommunication Union). ITU bao gồm CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative) và CCIR (International Radio Consultative Committee). CCITT chịu trách nhiệm về các khuyến nghị cho toàn bộ giao tiếp giữa người sử dụng đến người sử dụng (user to user) và các giao tiếp trên đường truyền dẫn. CCIR chịu trách nhiệm về các khuyến nghị cho vô tuyến chuyển tiếp ví dụ như phổ... Nhờ các tiêu chuẩn này mà mạng viễn thông của các nước khác nhau có thể giao tiếp với nhau tạo thành mạng viễn thông toàn cầu.

5.2.1 Máy phát

Máy phát thường bao gồm những khối sau:

- Mạch băng gốc phát
- Khối xử lý số liệu băng gốc
- Bộ điều chế
- Bộ lọc và khuếch đại IF máy phát
- Bộ đổi tần trên
- Bộ khuếch đại và bộ lọc nhánh RF



Hình 5.5 Sơ đồ khối máy phát điển hình.

5.2.1.1 Mạch băng gốc máy phát

Tín hiệu băng gốc thu nhận hoặc phát đến cáp đồng hoặc cáp đồng trục, đầu tiên phải được xử lý sao cho tín hiệu thích hợp với hệ thống. Hình 5. minh họa sơ đồ khối của bộ điều chế-giải điều chế 16-QAM, MDAP-140MB, NEC.

Bộ chuyển đổi mã đường:

Thiết bị này gồm có khối chuyển đổi mã đường CMI-NRZ, khối này lấy tín hiệu ở đầu ra khối ghép kênh cấp E4 139,264Mbit/s và chuyển đổi luồng bit mã CMI thành luồng bit nhị phân NRZ.

Khối xử lý số liệu:

Một khi đã tiến hành chuyển mã, tín hiệu từ khối chuyển đổi CMI-NRZ đi vào khung xử lý số liệu (TX PDU), ở đây tín hiệu NRZ được ngẫu nhiên. Tốc độ bit của E4 tăng lên do đưa vào các bit thông tin về khung, bit kiểm tra chẵn lẻ như các kênh giám sát BER, khe thời gian cho tín hiệu kênh nghiệp vụ số tùy ý, và các bit nhận dạng kênh RF. Để hạn chế độ rộng băng RF, việc tăng tốc độ bit tổng thường không vượt quá 4% tốc độ danh định 139,264Mbit/s.

5.2.1.2 Bộ điều chế

Bộ điều chế theo nguyên lý điều chế biên độ cầu phương : 4PSK (hay còn gọi là QPSK hay 4QAM) hoặc 16 QAM. Ví dụ ở đây đối với hệ thống viba 140Mbit/s, sử dụng điều chế 16 QAM.

Bộ điều chế 16 QAM ngoài việc chuyển đổi nối tiếp-song song. Bộ biến đổi nối tiếp/song song sẽ biến đổi tín hiệu băng gốc thành 4 tín hiệu a,b,c,d có tốc độ 35Mbaud rồi từ 4 tín hiệu này thành 2 tín hiệu I và Q bốn trạng thái, bộ giao động nội tải tần 140MHz và điều chế thành 2 thành phần cầu phương của tải tần và tổ hợp tiếp tục để được tín hiệu 16-QAM. Trong bộ điều chế tiếp theo các tín hiệu I và Q điều chế hai sóng mang IF tương ứng. Hai sóng mang đã được điều chế được cộng lại theo nguyên tắc vector để hình thành tín hiệu 16QAM. Ngoài ra còn có bộ lọc IF ở

đầu ra của bộ điều chế hạn chế phổ tín hiệu không mong muốn. Việc tạo tần số dao động nội IF 140MHz được thực hiện qua bộ dao động khoá pha PLL.

5.2.1.3 Bộ biến đổi tần trên, bộ khuếch đại và bộ lọc của máy phát

Tín hiệu IF ra từ bộ lọc đi vào từ các mạch đổi tần trên để tạo tín hiệu ra ở tần số sóng mang RF

Bộ dao động nội (LO): tạo ra sóng mang RF để điều chế tín hiệu IF thành tín hiệu có tần số vô tuyến mong muốn. Để đảm bảo tính ổn định cao của bộ dao động nội, người ta thường sử dụng vòng khoá pha (PLL) hay các bộ dao động nội hốc cộng hưởng điện môi (DRO). Theo phương pháp thứ nhất, bộ dao động tự do được ghép thành một bộ số của tần số của thạch anh bằng vòng khoá pha PLL. Do đó có thể hiệu chỉnh máy phát đến các vô tuyến khác nhau bằng cách thay tinh thể thạch anh của bộ dao động nội. Trong bộ DRO, tần số dao động được xác định bởi một phần tử điện môi. Tần số dao động nội trong trường hợp này rất ổn định trong dải tần GHz cho nên yêu cầu về mạch trở nên đơn giản hơn. Tuy nhiên, các bộ DRO không thể chỉnh đến các tần số vô tuyến khác nhau.

Bộ biến đổi tần trên (up converter): sử dụng tần số LO để điều chế tín hiệu IF thành tín hiệu RF. Sản phẩm tại ngõ ra của bộ điều chế sẽ là:

- Băng IF dưới tần số LO: $(f_{LO} - f_{IF})$
- Băng IF trên tần số LO: $(f_{LO} + f_{IF})$
- Tần số của chính bộ LO: f_{LO}

Bộ khuếch đại công suất:

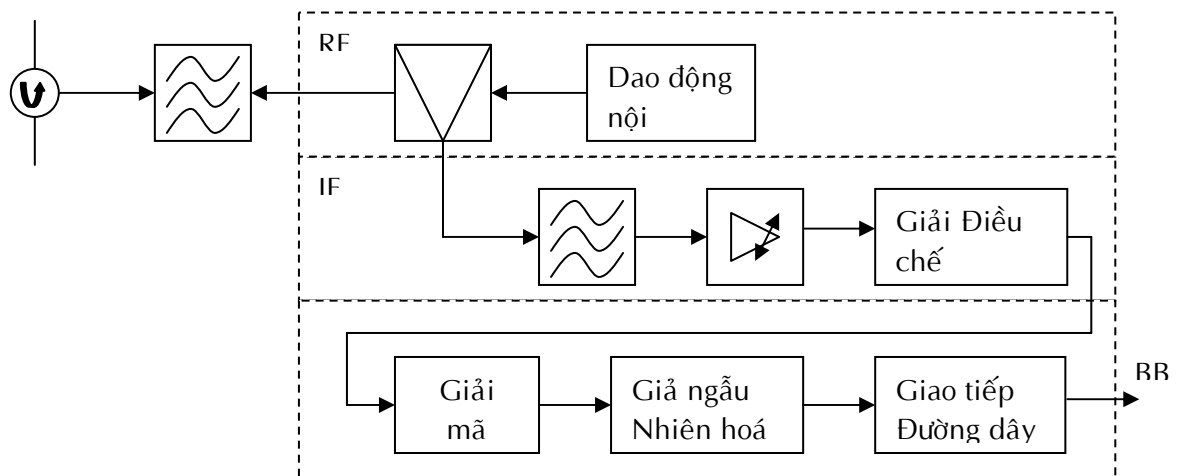
Bộ lọc sau bộ biến đổi tần trên để loại trừ những băng không mong muốn và sóng mang LO. Băng còn lại được đưa vào bộ khuếch đại công suất cao tần. Diot tách sóng lấy tín hiệu ra để giám sát với mức công suất dự tính qua một bộ ghép một hướng. Tín hiệu cao tần RF ở đầu ra của bộ ghép một hướng được đưa vào bộ khuếch đại công suất. Thường có hai loại khuếch đại công suất: một loại dùng transistor hiệu ứng trường (GaASFET) cho công suất ra trung bình ở nhánh ra 25dBm, và một loại dùng đèn sóng chạy (TWT) cho công suất ra là 33 dBm. Phần công suất lấy ra qua bộ ghép một hướng và diot tách sóng còn dùng để đo công suất, cảnh báo, giám sát.

Bộ lọc nhánh: một bộ phân mạch định hướng vòng phân cách bộ khuếch đại công suất với bộ lọc nhánh và bộ lọc thấp, đó là những bộ lọc bằng hốc cộng hưởng ghép trong ống dẫn sóng đưa ra anten. Số hốc cộng hưởng tùy theo thiết kế bộ lọc trung tần IF.

5.2.2 Máy thu:

Các mạch băng gốc trong máy phát và máy thu đều là mạch số logic, thực hiện việc xử lý tín hiệu yêu cầu giữa giao tiếp đường dây và modem. Khối giao tiếp đường dây tái tạo tín hiệu thu được từ đường dây và thực hiện chuyển đổi mã giữa mã đường và mã xung nhị phân đơn cực dùng trong quá trình xử lý; nếu cần phòng vệ quá áp và cân bằng suy hao dùng các đoạn cáp dài hơn. Các thao tác chuyển đổi đều chính xác với luồng bit đến hoặc đi của khối băng gốc thu hoặc bộ giải điều chế băng gốc. Nếu tốc độ bit phát đi không phải là tốc độ bit được tạo ra do cấu trúc ghép kênh phân cấp đã chấp nhận, cần có một khối ghép kênh. Trong trường hợp này các luồng bit không đồng bộ (thường là hai) đều được ghép lại để tạo một luồng bit có tốc độ bit cao hơn một ít so với tổng hai tốc độ bit của hai luồng. Những bit thông tin thêm vào được cộng sao cho phía thu có thể phân kênh được đúng. Khi thiết kế bộ lọc phải lưu ý đến đặc tính của tín hiệu RF. Về phía máy phát, yêu cầu chủ yếu thường là tạo dạng phổ, trong khi đó về phía máy thu, việc thiết kế bộ lọc RF ít chặt chẽ vì tập trung bộ lọc IF. Bộ lọc IF quyết định độ chọn lọc của máy thu. Máy thu bao gồm:

- Các mạch thu RF
- Các mạch băng gốc máy thu



Hình 5.6 Sơ đồ khối máy thu.

5.2.2.1 Các máy thu RF

Tín hiệu cao tần đến từ anten đi vào phần thu RF của máy thu.

Bộ dao động nội (LO) để tạo sóng mang vô tuyến dùng cho việc đổi tần xuống của tín hiệu vô tuyến. Tần số vô tuyến này không được khác với tần số các máy thu.

Bộ đổi tần số (down converter): sử dụng tần số LO để điều chế tín hiệu vô tuyến thu được thành trung tần. Sản phẩm điều chế gồm:

- $f_{IF} = f_{RF1} - f_{LO}$.
- $f_{IF} = f_{RF2} + f_{LO}$.

5.2.2.2 Các mạch băng gốc máy thu

Mục tiêu chính là:

- Giải điều chế tín hiệu IF,
- Cân bằng băng gốc thích nghi và tái tạo số liệu
- Xử lý băng gốc gồm giải mã vi sai và chuyển đổi song song-nối tiếp
- Phân kênh tổ hợp thành các tín hiệu băng gốc chính và tín hiệu nghiệp vụ
- Giám sát BER

Giải điều chế nhận được bằng cách ánh xạ tín hiệu PAM nhiều mức trên hai trục vuông góc. Sau khi lọc và tái tạo băng gốc, ta được bốn luồng nhị phân 35Mbit/s. Qua giải mã vi sai và chuyển đổi song song – nối tiếp ta có luồng 140Mbit/s. Đồng thời chuyển tín hiệu số NRZ nhị phân lưỡng cực thành tín hiệu số mã CMI, sẵn sàng truyền đi ra môi trường bên ngoài.

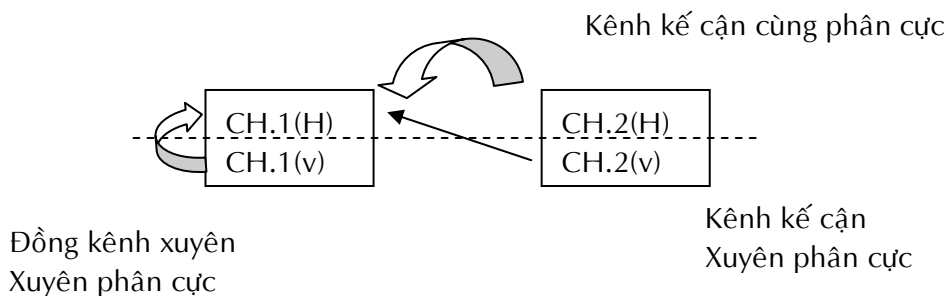
5.3 Nhiễu và phân bố tần số:

Việc lựa chọn tần số cho một tuyến vô tuyến phải thỏa mãn các khuyến nghị về phân bố tần số của CCIR đồng thời phải quan tâm đến vấn đề can nhiễu giữa các tuyến vi ba trong vùng. Trong phần này sẽ giới thiệu các khuyến nghị về phân bố tần số và của CCIR đồng thời cũng khái quát hoá các nguyên tắc về việc phân bố tần số cho một tuyến viba.

5.3.1 Nhiễu tần số

Nhiễu giữa các kênh vô tuyến:

Nhiễu giữa các kênh vô tuyến trong một băng tần số được minh hoạ trên hình 5.10.



Hình 5.10 Nhiễu giữa các kênh phân cực

Nhiễu này có thể là nhiễu đồng kênh (cochannel) hay nhiễu kênh kế cận. Nhiễu do kênh kế cận cũng chia làm hai loại: xuyên phân cực (cross-polar) và đồng phân cực (copolar). Nhiễu đồng kênh chỉ có thể là nhiễu xuyên phân cực.

Đối với các kênh kế cận, nhiễu đồng phân cực có thể loại trừ bằng các bộ lọc kênh, nhiễu xuyên phân cực không còn là vấn đề đối với các anten hiện nay vì các bộ lọc phân cực thường có độ phân biệt phân cực trên 30dB.

Nhiễu giữa các chặng vô tuyến

Nhiễu này có thể là: nhiễu do bức xạ ra sau, nhiễu ở các điểm nút và nhiễu vượt qua. Để đánh giá ảnh hưởng của các loại nhiễu này, người ta thường sử dụng tỉ số sóng mang/nhiễu C/I. Tỉ số này được xác định bởi số lệch góc giữa các anten và có thể giảm đi khi có fading.

Nhiễu do bức xạ trước ra sau:

Hình 5.11 giải thích loại nhiễu. Nhiễu này chỉ có ảnh hưởng khi sử dụng các anten nhỏ hoạt động ở tần số thấp. Để tránh loại nhiễu này, các tần số vô tuyến cho các chặng kế cận phải được thay đổi tuần tự.

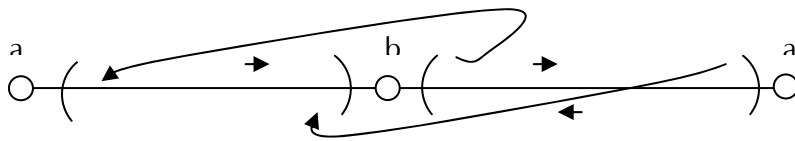
Tỉ số C/I có thể tính như sau:

$$C/I = a_{\alpha} + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_{α} : sự lệch góc giữa hai anten đối lưng

d_1, d_w : khoảng cách đường truyền mong muốn và đường truyền nhiễu tương

ứng



Hình 5.11 Bức xạ trước sau.

Nhiễu ở điểm nút:

Hình 5.12 giải thích loại nhiễu này, cần có sự thay đổi tần số và phân cực phù hợp để giảm ảnh hưởng của loại nhiễu này khi góc lệch giữa hai anten nhỏ:

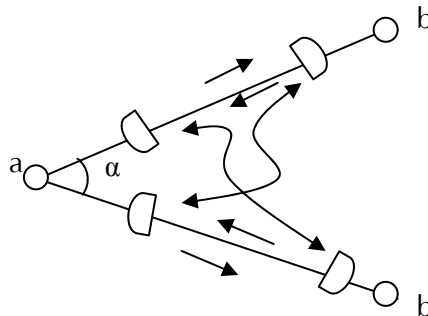
Tỉ số C/I được tính như sau:

$$C/I = a_{\alpha} + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_{α} : sự lệch góc giữa hai anten

d_1, d_w : khoảng cách đường truyền mong muốn và đường truyền nhiễu tương

ứng



Hình 5.12 Nhiễu ở điểm nút.

Nhiều từ các hệ thống bên ngoài:

Nhiều này có thể xuất phát từ:

1. Các hệ thống vệ tinh
2. Radar
3. Các hệ thống vô tuyến khác sử dụng cùng một băng tần số

Cần lưu ý rằng năng lượng xuất phát phân bố đều trong băng. Nói một cách khác, năng lượng sóng mang có thể trải dài ra khỏi băng. Trong khu đó năng lượng sóng vô tuyến tương tự chỉ tập trung giữa băng. Điều này có nghĩa là vô tuyến tương tự dễ bị ảnh hưởng của nhiễu từ các tuyến viba số hơn.

5.3.2 Phân bố các kênh vô tuyến

Sóng vô tuyến thường không chỉ là lan truyền trong phạm vi một quốc gia. Vì thế việc phân bố kênh vô tuyến đòi hỏi phải được tiêu chuẩn hoá trên toàn thế giới để bảo đảm cho việc kết nối các tuyến vô tuyến giữa các nước láng giềng đồng thời đảm bảo không có vấn đề xuyên nhiễu giữa các kênh vô tuyến.

CCIR phân chia các kênh vô tuyến theo nguyên tắc như sau:

- Một băng tần được chia thành hai băng nhỏ (sub band): băng cao (upper band) và băng thấp (lower band). Tần số biên giới giữa hai băng nhỏ này gọi là tần số trung tâm (center frequency). Khoảng cách giữa hai băng gọi là khe trung tâm (center gap).
- Tất cả các tần số vô tuyến trong băng đều cách đều nhau một khoảng gọi là khoảng cách kênh (channel spacing). Khoảng cách này được tối ưu hoá để một mặt bảo đảm được dung lượng tối đa của băng đồng thời tránh được vấn đề xuyên nhiễu giữa các kênh.
- Trong một băng sử dụng cả hai phân cực: đứng và ngang. Các tần số trong một băng có thể tuần tự thay đổi phân cực: một tần số phải có phân cực khác với hai tần số kế cận nó (trước và sau) hoặc sử dụng cùng một tần số cho cả hai phân cực.

Tính dải thông của một kênh vô tuyến:

Nếu M là số mức điều chế, n là số bit cho một ký tự thì :

$$M=2^n \text{ hay } n=\log_2 M;$$

Tốc độ ký tự sẽ là

$$R_s=R_{\text{bit}}/n, \text{ với } R_{\text{bit}} \text{ là tốc độ bit}$$

Độ rộng dải thông RF sẽ là:

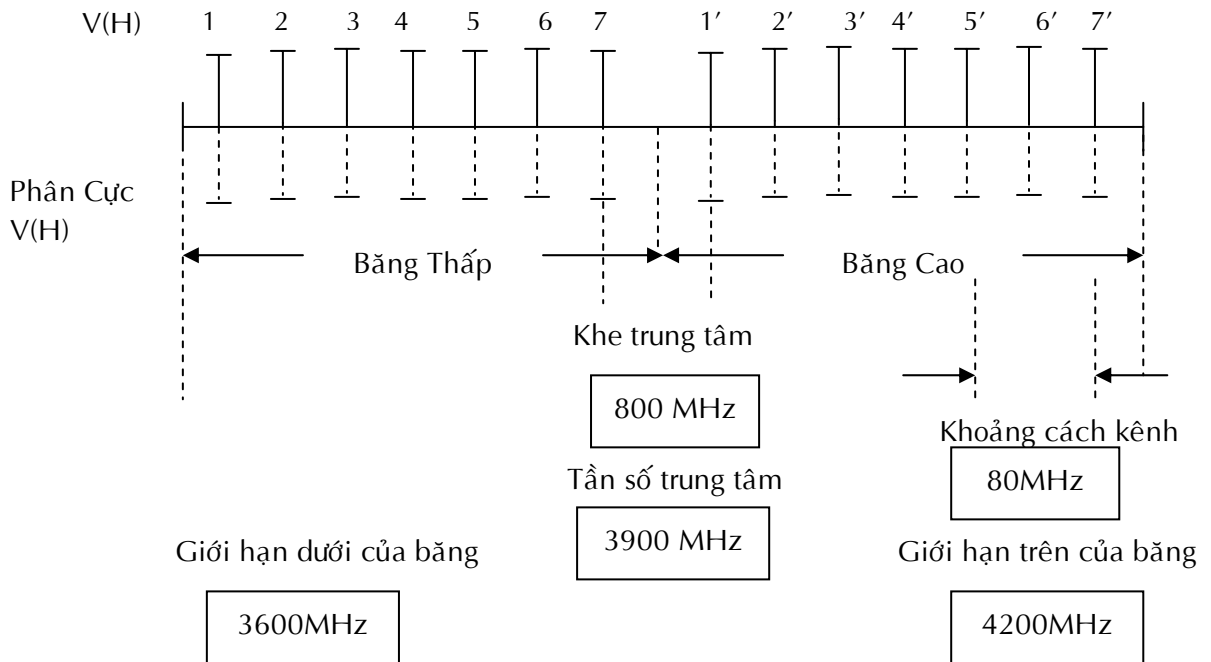
$$\Delta B=(1+r)R_s. \text{ với } r \text{ là hệ số roll-off}$$

Tính khoảng cách giữa các kênh vô tuyến trong một băng:

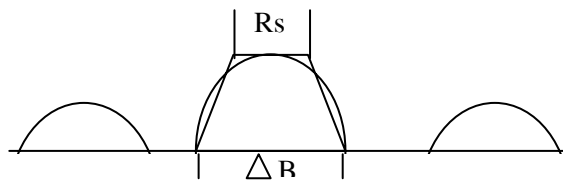
Khoảng cách giữa các kênh vô tuyến ΔF

$$\Delta F \sim (1,5 \div 2,2) \Delta B$$

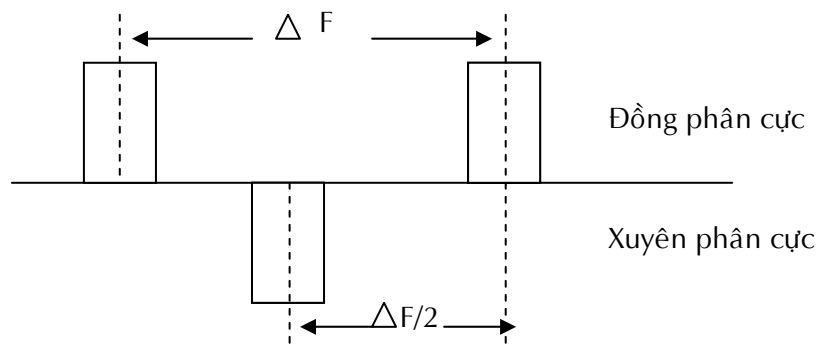
Ví dụ: Đối với hệ thống 140Mbit/s, 16 QAM hoạt động băng tần 6,7GHz khoảng cách giữa các kênh cho chế độ kênh là 80 MHz và là 40 MHz cho chế độ phân cực giữa hai kênh kế cận. Hiệu quả sử dụng dải thông sẽ là 3,5bit/s.



Hình 5.13 Minh họa nguyên tắc phân bố kênh vô tuyến cho một băng tần số.



Hình 5.14 Độ rộng giải thông của một kênh RF



Hình 5.15 Khoảng cách giữa các kênh vô tuyến

Hình 5.16 cho ta những con số về các băng tần cho phép và dung sai cho phép của tần số mang v.v... Báo cáo 497-2 cung cấp chi tiết về phân kênh về phân bố kênh vô tuyến RF đối với những hệ thống số dung lượng trung bình làm việc trong băng 13 GHz. Khuyến nghị 387-3 CCIR cho chi tiết về các hệ thống dung lượng nhỏ và trung bình làm việc trong băng tần đến 11GHz.

Chương 5: Hệ thống thông tin ViBa và Vệ Tinh

Đối với các hệ thống số dung lượng trung bình và cao, báo cáo 934 CCIR (băng dưới 10GHz), báo cáo 782-1 (băng 10,7 đến 11,7GHz), báo cáo 607-2 (băng 10,5-10,68GHz và 11,7-15,35GHz), và báo cáo 935 (đến 200Mbit/s trong băng 4GHz) đều đề cập đến. Khuyến nghị 595 CCIR cũng đề cập đến sự phân bố kênh vô tuyến RF đối với hệ thống viba số trong băng tần 17,7-19,7GHz. Trong khuyến nghị này cũng có những thông tin cần thiết để thiết lập kế hoạch tần số cho hệ thống viba, có tính đến những cặp tần số, tức là cặp tần số phát và thu, và băng phòng vệ yêu cầu giữa các kênh kề nhau và băng kề nhau.

Băng 11GHz
CCIR Khuyến nghị 387.3
389.2

10700-11700 MHz

H (V)*	V (H)*	(MHz)
1	10715	80MHz
2	10755	
3	10795	
4	10835	530MHz
5	10875	
6	10915	
7	10955	90MHz
8	10995	
9	11035	
10	11075	1000MHz
11	11115	
12	11155	
f ₀	11200	90MHz
1'	11245	
2'	11285	
3'	11325	500MHz
4'	11365	
5'	11405	
6'	11455	1000MHz
7'	11485	
8'	11525	
9'	11565	500MHz
10'	11605	
11'	11645	
12'	11685	

Băng 13GHz
CCIR Khuyến nghị 497.2

12750-13250 MHz

H ₂ (V)*	V (H)*	(MHz)
1	12765	56MHz
2	12793	
3	12821	70MHz
4	12849	
5	12877	
6	12905	266MHz
7	12933	
8	12961	
f _n	12996	70MHz
1'	11035	
2'	12793	
3'	13087	500MHz
4'	13115	
5'	12877	
6'	13071	500MHz
7'	13199	
8'	13277	

Hình 5.16 Phân bố kênh vô tuyến cho các băng tần khác nhau

Ví dụ:

Xét băng tần 13GHz được chọn cho hệ thống số trong đó dung lượng có thể lên đến 480 kênh thoại (34Mbit/s). Sử dụng thông tin trong khuyến nghị 497-2 CCIR, có thể phân bố tần số vô tuyến với đặc tính dưới đây:

$$\text{Phần dưới của băng: } f_n = (f_0 - 259 + 28n) \text{ (MHz)}$$

$$\text{Phần trên của băng: } f'_n = (f_0 + 7 + 28n) \text{ (MHz)}$$

trong đó $n=1,2,3,4,5,6,7$ hoặc 8.

f_0 : tần số gốc (MHz) gần trung tâm băng 12,75-13,25GHz.

f_n : tần số trung tâm (MHz) của kênh RF ở nửa phần dưới của băng.

f'_n : tần số trung tâm (MHz) của kênh RF ở nửa phần trên của băng.

Nếu tần số trung tâm chọn là $f_0=12996\text{MHz}$, thì trong ví dụ này cặp tần số thu và phát (hoặc cặp phát và thu) đối với kênh 6 ($n=6$) theo biểu thức sẽ là:

$$f_6 = (122996 - 259 + 28 \cdot 6) = 12905 \text{ MHz}$$

$$f'_6 = (122996 + 7 + 28 \cdot 6) = 13171 \text{ MHz}$$

5.3.3 Lập cấu hình tần số cho một tuyến viba

Để tránh các vấn đề nhiễu tần số, việc lập cấu hình cho một mạng viba cần phải theo nguyên tắc sau:

1. Phải có kế hoạch phân bố tần số trước cho toàn mạng. Kế hoạch này không chỉ tính đến các yêu cầu hiện tại mà còn phải tính đến sự phát triển của mạng trong tương lai.
2. Phải xác định trước khoảng cách giữa các kênh vô tuyến và phân cực chúng
3. Tất cả các máy phát của một trạm vô tuyến chuyển tiếp sử dụng chung một anten (thông qua các bộ lọc phân nhánh) phải hoạt động trên cùng một băng nhỏ: hoặc là băng cao hoặc là băng thấp. Việc thay đổi băng cao và băng thấp phải thay đổi tuần tự qua từng trạm.
4. Chế độ đồng kênh chỉ sử dụng trên các đường có sự khác biệt về góc trên 100° .
5. Việc thay đổi phân cực trên chặng thứ 3 phải tính đến khả năng có nhiễu vượt qua.
6. Ở những nút có góc nhỏ nên sử dụng chế độ hoạt động bên kế cận.

5.4 Thông tin vệ tinh

5.4.1 Chọn quỹ đạo cho vệ tinh

Quỹ đạo của vệ tinh là một hình Ellipse có trục đi xuyên qua tâm trái đất và tuân theo các định luật vạn vật hấp dẫn theo Kepler. Các định luật này cho phép xác định chu kỳ quay T của vệ tinh quanh trái đất tùy theo bán kính trục lớn a của quỹ đạo Ellipse và độ cao $h=a-R$ của vệ tinh (R là bán kính trái đất):

Chương 5: Hệ thống thông tin ViBa và Vệ Tinh

$$T=2\pi(a^3/GM)^{1/2}=2\pi((h+R)/GM)^{1/2};$$

Trong đó $M=6 \times 10^{24}$ kg- là khối lượng trái đất.

$G=6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg-là hằng số trọng lượng.

$R=6378$ km- là bán kính trung bình trái đất.

Với vệ tinh địa tĩnh, cần có sự cân bằng giữa chu kỳ quay của vệ tinh và chu kỳ quay của trái đất (1 ngày=23h56'4''), ta rút ra:

$$h=35.768\text{km}$$

Ngoài ra, quỹ đạo của vệ tinh địa tĩnh cũng phải là hình tròn, cùng chiều quay với trái đất, để giữ vận tốc góc không đổi và có vị trí tương đối cố định so với Mặt Đất. Vệ tinh địa tĩnh có các ưu điểm sau:

- Bảo phủ khoảng 1/3 diện tích mặt đất liên tục tại mọi thời điểm
- Việc thu sóng từ các anten mặt đất lẫn việc theo bắt vệ tinh dễ dàng
- Thời gian che tối ánh sáng Mặt Trời bởi Trái Đất, không cho ánh sáng đến vệ tinh sẽ ngắn hơn, để tránh những đột biến nhiệt độ trên vệ tinh và duy trì năng lượng ánh sáng cấp nguồn cho vệ tinh
- Không có hiệu ứng Doppler khi có sóng phát từ trái đất, và được chuyển về từ vệ tinh

Tuy nhiên, nhược điểm của vệ tinh địa tĩnh gắn liền với độ cao của nó:

- Vì vệ tinh quá cao, nên suy giảm của sóng trong không gian rất nhiều
- Thời gian cho sóng đi và về Trái Đất-vệ tinh là $240 \div 275$ ms, khá lớn khiến tai ta cảm giác được sự chậm pha khi đàm thoại, đồng thời cần có các bộ phận chống tiếng dội
- Cần thiết bị điều chỉnh tự động tinh vi để giữ quỹ đạo vệ tinh không đổi so với mặt đất.
- Quá trình phóng vệ tinh lên quỹ đạo rất phức tạp

5.4.2 Tần số làm việc vệ tinh

Theo quy ước của CCIR, đa số các trạm mặt đất hiện nay sử dụng hai vùng tần số sóng phải được giảm thiểu tối đa.

Theo quy ước CCIR, đa số trạm mặt đất hiện nay sử dụng hai vùng tần số 6GHz và 4GHz cho phát và thu:

Phát từ Mặt đất-Vệ Tinh: $f_{pm}= 5,925 \div 6,425$ GHz

Thu từ Vệ Tinh-Mặt Đất: $f_{pd}= 3,700 \div 4,200$ GHz

Với băng thông $B=500$ MHz của mỗi chiều (băng C)

Việc dùng hai vùng tần số phát thu cách xa hẳn nhau sẽ cho phép tách các sóng thu và phát với các mức công suất hoàn toàn khác biệt nhau trên cùng một anten. Tuy nhiên, vệ tinh phải làm nhiệm vụ dịch chuyển phổ tần một quãng 2.225GHz

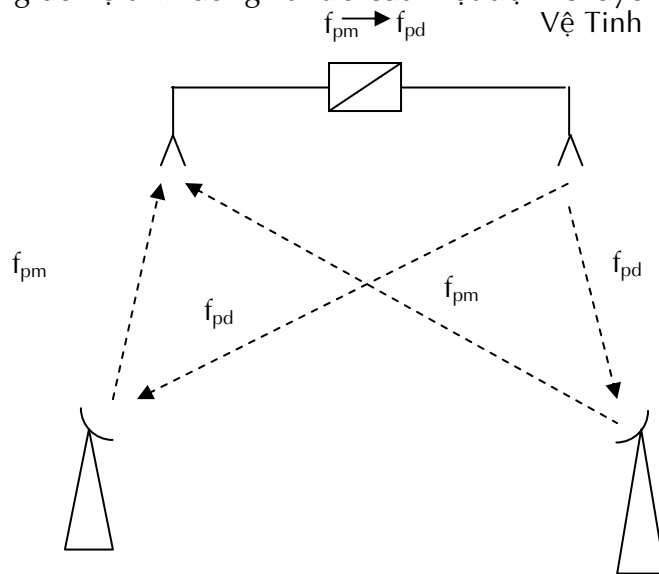
Ngày nay, do nhu cầu ngày càng tăng của thông tin vệ tinh, các dải tần thu phát khác đang bắt đầu được khai thác

12,5/18 GHz với băng thông $B=500\text{MHz}$ (băng ku)

18/26,5 GHz với băng thông $B=3500\text{MHz}$ (băng K)

5.4.3 Cấu trúc của mỗi liên kết vệ tinh

Một đường thông tin vệ tinh cũng tương tự như thông tin viba mặt đất với hai đoạn chuyển tiếp, trong đó vệ tinh đóng vai trò của một trạm chuyển tiếp.



Hình 5.17 Vệ tinh đóng vai trò chuyển tiếp.

Thông tin truyền đi dưới dạng số hay tương tự, với các phương thức điều chế khác nhau.

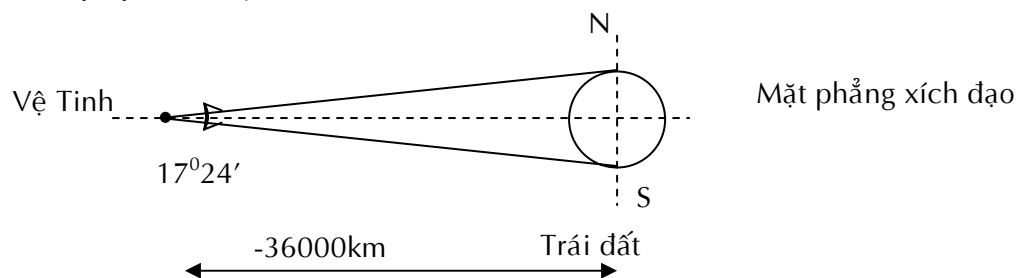
- Truyền tương tự: điều chế FM
- Truyền số: điều chế DPSK, MSK với các phương pháp mã hoá phức tạp.

Thông tin vệ tinh gặp nhiều khó khăn so với thông tin viba mặt đất ở các điểm sau:

- Khoảng cách giữa hai trạm chuyển tiếp viba mặt đất khoảng 50km, trong khi khoảng cách của mỗi đoạn chuyển tiếp của thông tin vệ tinh là từ 36000km đến 41000km (là bán kính chủ đạo của vệ tinh).
- Công suất phát từ vệ tinh xuống trái đất bị giới hạn

5.4.5 Thiết bị đặt trên vệ tinh

Anten:



Hình 5.18 Góc nhìn từ trái đất.

Chương 5: Hệ thống thông tin ViBa và Vệ Tinh

Góc nhìn trái đất từ vệ tinh là $17^{\circ}24'$. Nếu tính đến chiều cao anten mặt đất, góc nhìn được tính là $17^{\circ}18'$.

Các loại anten sau có thể được sử dụng đặt trên vệ tinh.

Anten đẳng hướng: không có hướng tính trong không gian tự do.

Anten chấn tử: có hướng tính cực đại theo mặt phẳng thẳng góc với trục chính anten. Mặt phẳng này của anten trên vệ tinh phải được hướng về trái đất, ổn định bằng chuyển động tự xoay spin của vệ tinh quay trục song song với trục chính của chấn tử.

Anten loa: với góc mở trùng với góc nhìn từ vệ tinh về trái đất (17°). Độ lợi anten chừng 20dB, nhưng anten phải luôn hướng về trái đất.

Anten parabol: với hướng tính rất (spot beam). Vùng bao phủ sóng của anten chỉ giới hạn trong một địa lục, một vùng hoặc một quốc gia, độ lợi anten sẽ tỉ lệ nghịch với góc mở của tia sáng

Bộ chuyển tiếp:

Nhiều bộ chuyển tiếp giống nhau (chẳng hạn 20 bộ trong chuyển tiếp trong hệ Intelsat IV A) được phân bố trên dải băng 500MHz, mỗi bộ chuyển tiếp cho một băng thông 36MHz, có độ khuếch đại mức tín hiệu $G=100\text{dB}$ và chuyển tần số mang chiều lên (6GHz) thành tần số chiều xuống (4GHz) bằng phương pháp điều chế SSB.

Nếu một bộ chuyển tiếp trên vệ tinh được dùng cho nhiều sóng mang đồng thời (phân kênh đa tần số), nó phải thoả mãn các đòi hỏi khắt khe về độ tuyến tính để tránh hiệu ứng nhiễu hài tần.

Điều khiển và đo từ xa:

Nhiều chức năng của vệ tinh được điều khiển xa từ Mặt Đất (chẳng hạn, điều khiển độ lợi của bộ chuyển tiếp, chỉnh hướng tín anten, chỉnh quỹ đạo vệ tinh...). Đồng thời, các thông số kỹ thuật cũng được đo và giám sát từ mặt đất.

Các thông tin điều khiển này được thực hiện thông qua cách điều chế gián đoạn PSK của một sóng mang phụ, ghép kênh thời gian. Ngoài ra, vệ tinh còn phát thường trực một tín hiệu "beacons" cho phép chỉnh theo dõi theo của các anten Trái Đất

Cấp nguồn cho Vệ Tinh:

Năng lượng Mặt Trời là nguồn năng lượng chủ yếu cho vệ tinh. Các phần tử quang điện được đặt trên những tấm chắn hay thân của vệ tinh hướng phía Mặt trời. Công suất thu trung bình 1400w/m^2 , nhưng hiệu suất chuyển đổi thành điện 10%. Công suất điện cần thiết cho vệ tinh ở mức vài trăm watts và tăng cường hơn với các thế hệ vệ tinh mới.

Khi vệ tinh qua vùng che bóng bởi Trái đất, phải có bộ dự trữ năng lượng.

Độ tin cậy của Vệ Tinh:

Độ tin cậy của vệ tinh phải được đặt lên hàng đầu, bởi các lý do sau:

- Vệ tinh làm việc trong điều kiện khắc nghiệt; chịu thay đổi nhiệt độ đột ngột, chịu các bức xạ không gian, chịu sự va chạm của thiên thạch v...v
- Vệ tinh trong các trường hợp thực tế là các bộ phận không thể sửa chữa được
- Tuổi thọ và thời gian hoạt động tốt không chỉ phụ thuộc vào xác suất hư hỏng, mà còn dựa vào các nguồn năng lượng mới để điều chỉnh quỹ đạo vệ tinh. Ngày nay, tuổi thọ trung bình của vệ tinh là 5 năm đến 7 năm.

5.4.6 Trạm mặt đất

Chọn vị trí trạm mặt đất:

Việc chọn lựa vị trí Trạm Mặt Đất rất phức tạp, phải xét đến các điều kiện sau:

- Tầm nhìn đến vệ tinh rõ, ở cả hai phía chân trời.
- Ít khả năng bị nhiễu loạn sóng viba ở cùng dải tần số, dù chúng ở cách đến hàng trăm km và hướng các trạm khác nhau.
- Vị trí cách xa các vùng có cường độ dòng điện lớn (vùng công nghiệp, các trạm biến điện...)
- Ít bị ảnh hưởng bởi sóng vô tuyến của các đường hàng không thông thường
- Có thể đến trạm dễ dàng và quy mô của trạm có thể mở rộng đến phạm vi chung quanh
- Dễ bảo vệ, canh phòng

Anten

Các anten Mặt Đất cần có kích thước lớn (cho cả thu và phát) vì các lý do sau:

- Độ lợi anten cao (khoảng 60db) để tăng công suất phát và tăng công suất tín hiệu thu
- Anten được hướng thường trực đến vệ tinh, với độ chính xác cao (độ lệch góc chừng vài phút); cùng với khối lượng rất lớn của anten, cùng với điều kiện gió, khí hậu của môi trường, cần phải có bộ tự điều chỉnh cơ khí để dõn theo tự động.

5.5 Đa Truy cập

5.5.1 Ưu điểm của đa truy cập

Mỗi bộ chuyển tiếp trên vệ tinh, với dải băng 36MHz và 972 kênh thoại, có thể cho phép thông tin một chiều giữa một trạm Mặt Đất này và trạm khác. Tuy nhiên, vì số trạm mặt đất cần liên lạc rất nhiều hơn số chuyển tiếp trên vệ tinh và thêm vào đó, mỗi bộ chuyển tiếp có thể chuyển tải nhiều tin hơn là chỉ cho hai trạm mặt đất với nhau, do đó, cần thiết phải lập quá trình ghép kênh về tần số (FDM) hoặc về thời gian (TDM).

Kết cấu của các kênh đa truy cập không ảnh hưởng gì đến hoạt động của vệ tinh, có thể được thay đổi khi vệ tinh đã được lên quỹ đạo.

Sự khác biệt giữa đa truy cập với ghép kênh là thay vì ghép từng kênh rời rạc thì đa truy cập xử lý trên từng nhóm kênh đã được ghép kênh và thuộc đường truyền đến một đích.

5.5.2 Đa truy cập phân kênh theo tần số

Nguyên lý của đa truy cập phân kênh theo tần số gồm các phần sau:

- Dùng n sóng mang tải tin trong một dải băng của vệ tinh
- Mỗi sóng mang được dùng cho trạm Mặt Đất cố định để phát đến các trạm Mặt Đất khác.
- Vệ tinh có nhiệm vụ phát tất cả n sóng mang đến tất cả các trạm Mặt Đất.
- Trạm Mặt Đất thu tất cả n sóng mang, giải điều chế và tách riêng các kênh tin có đích là trạm Mặt Đất đó.

Như vậy, mỗi trạm Mặt Đất sẽ gồm một bộ điều chế FM, một mạch phát với sóng mang tương ứng trạm đó; gồm nhiều bộ thu và giải điều chế FM và bộ tách các kênh tin có đích là trạm đó.

5.5.5 Đa truy cập phân kênh theo thời gian: TDMA

Đa truy cập phân kênh theo thời gian cho phép giữ nguyên đặc tính của hệ thống (về công suất phát cho mỗi kênh, tỉ số S/N), nhưng kéo theo việc khó khăn về đồng bộ hoá các trạm. TDMA có các đặc tính sau

- Phát từng gói xung tuần hoàn và có đồng bộ từ các trạm Mặt Đất (điều chế PSK trên sóng mang f_{pm} là chung cho tất cả trạm Mặt Đất).
- Tổ chức phát từng gói xung này đến trạm vệ tinh sao cho các gói xung ở các trạm Mặt Đất đến Vệ Tinh tuần tự theo thời gian mà không chồng lên nhau. Việc đồng bộ này rất phức tạp, đòi hỏi việc định thời gian rất chính xác và tính đến thời gian truyền khác nhau từ các trạm Mặt Đất khác nhau đến Vệ Tinh.
- Mỗi gói xung được báo hiệu bằng đoạn tin đầu (preamble) ghi số nơi xuất phát và nơi đến của gói xung đó.
- Vệ tinh thu nhận các gói xung ở tần số f_{pm} , rồi phát trở lại xuống tất cả các trạm Mặt đất với tần số f_{pd} .
- Phần kênh theo thời gian tránh được các nhiễu trộn hài tần và cho phép phát toàn bộ công suất từ vệ tinh cho mỗi lần phát. Hiệu suất sử dụng của hệ bị giảm chút ít khi chừa lề thời gian (time margin) giữa các gói xung để tránh các bất ổn hoặc đồng bộ không chính xác.