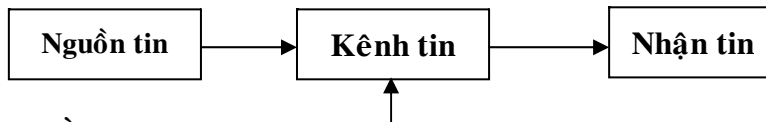


Chương 1. LÝ THUYẾT THÔNG TIN

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 (cụ lý 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.

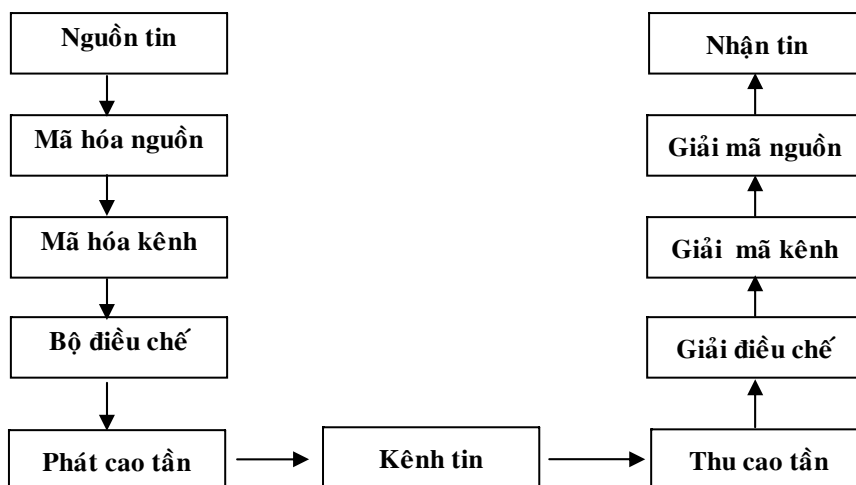
- Dãy ngẫu nhiên rời rạc.

- **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:

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

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 $r_b/r \geq H(X)$.

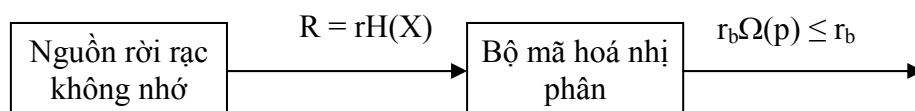
Đại lượng r_b/r là một thông số quan trọng được gọi là độ dài mã trung bình. Về mặt vật lý, độ dài mã trung bình là số chữ số nhị phân trung bình trên mỗi ký tự nguồn. Về mặt toán học ta có trung bình thống kê:

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

Định lý mã hoá nguồn của Shannon phát biểu rằng giá trị cực tiểu của 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 RỜI 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: $N_0=2^n$., nếu:

+ $N < N_0$ ta gọi là mã vớ.

+ $N > N_0$ 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:

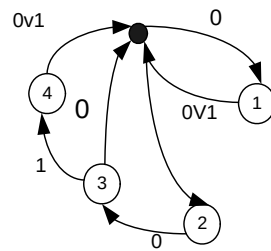
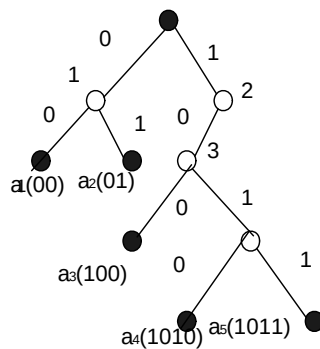
$$b_i = \sum_{K=1}^n \sigma_K 2^{K-1} \quad (1)$$

$\sigma_K = 0$ 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 prêphic 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 prefix.

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

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:

$P_i = 0,34$ $\times 2$ $0,68 \rightarrow 0$ $\times 2$ $1,36 \rightarrow 1$ $- 1$ $0,36$ $\times 2$ $0,72 \rightarrow 0$ $\times 2$ $1,44 \rightarrow 1$ Khi đó $P_i = 0,34$ $\rightarrow 0,0101$	$P_i = 0,86$ $\times 2$ $1,72 \rightarrow 1$ $- 1$ $0,72$ $\times 2$ $1,44 \rightarrow 1$ $- 1$ $0,44$ $\times 2$ $0,88 \rightarrow 0$ $\times 2$ $1,76 \rightarrow 1$ $- 1$ $0,76$ $\times 2$ $1,52 \rightarrow 1$ Khi đó $P_i = 0,86 \rightarrow 0,11011$

+ Tính n_i theo (2)

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

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

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

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

⇒ 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:

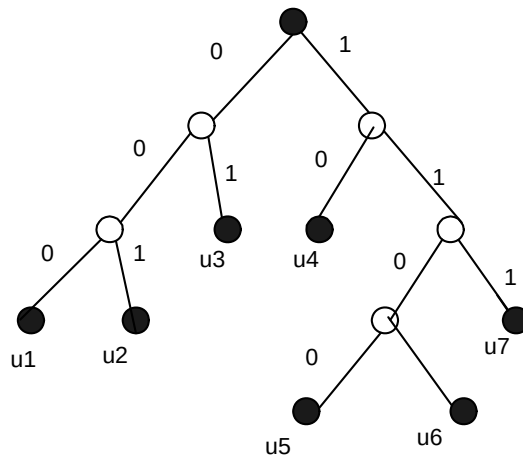
U_i	p_i	Cách chia 1	Từ mã	Cách chia 2	Từ mã
U_1	0,19	0 0	0 0	0 0 0	0 0 0
U_2	0,19	0 1 0	0 1 0	0 0 1	0 0 1
U_3	0,19	0 1 1	0 1 1	0 1	0 1
U_4	0,19	1 0	1 0	1 0	1 0
U_5	0,08	1 1 0	1 1 0	1 1 0 0	1 1 0 0
U_6	0,08	1 1 1 0	1 1 1 0	1 1 0 1	1 1 0 1
U_7	0,08	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1	1 1 1

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

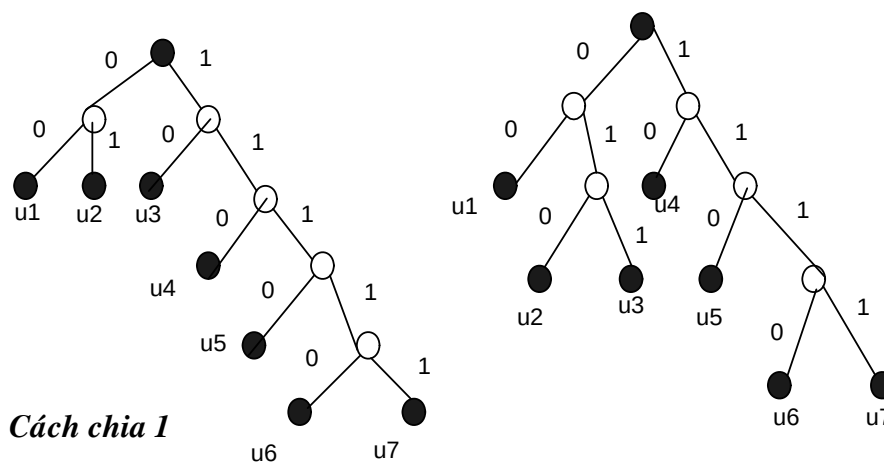
$$\bar{n}_2 = \sum_{i=1}^7 p_i n_i = (0,19 \times 3) + (0,19 \times 3) + (0,19 \times 2) + (0,19 \times 2) + (0,08 \times 4) + (0,08 \times 4) + (0,08 \times 3) = 2,46$$

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:

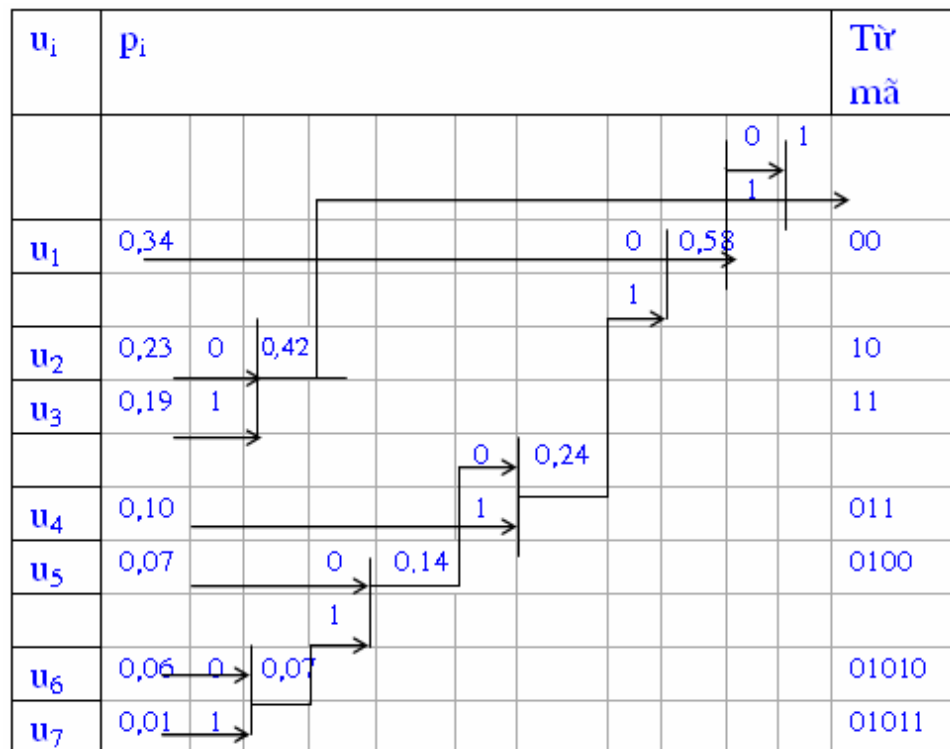
- 1- Tính thứ tự độ dài các từ mã: $p_i \geq p_j$ với $i < j$ thì $n_i \leq n_j$.
- 2- Tính những từ cuối: có độ dài bằng nhau, chỉ khác nhau về trọng số của ký hiệu cuối cùng.
- 3- Tính liên hệ giữa những từ cuối và từ trước cuối.
 - Các bước thực hiện mã hóa TK tối ưu Hópman.

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

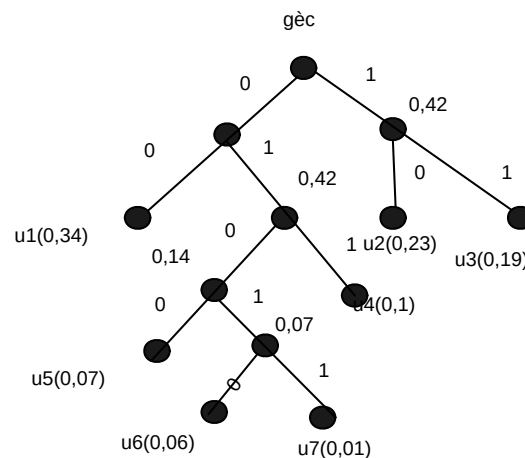
Bước 2: Hai tin cuối có xác suất bé nhất được hợp thành tin phụ mới có xác suất bằng tổng xác suất các tin hợp thành.

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.



- **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 cồng kềnh. 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:

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

$$\text{Trong đó } E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + \dots + E_i \quad (3)$$

$E_1, E_2, \dots, E_i$ 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.

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

- 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.

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

- 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:

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

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

- 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 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:

$$t = u_0 g_0 + u_1 g_1 + \dots + u_{k-1} g_{k-1} \quad (1)$$

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)

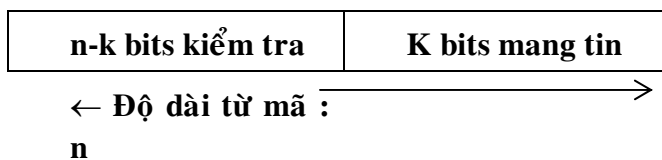
Với $t_j = 0$ hoặc 1 và $0 \leq j \leq n-1$

- 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 :

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

Trong đó $p_{ij} = 0$ hoặc 1 và

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

Khi đó $t = u.\tilde{G}$ 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:

$$G(4,7) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} (1) \\ (2) \\ (3) \\ (4) \end{matrix} \Rightarrow \tilde{G}(4,7) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1'=1 \\ 2'=2 \\ 3'=1+3 \\ 4'=1+2+4 \end{matrix}$$

- 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

$$\tilde{t} = u \cdot \tilde{G} = (u_0, u_1, u_2, u_3) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\tilde{t} = u \cdot \tilde{G} = (u_0, u_1, u_2, u_3) \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

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

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

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

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

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

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

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

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:

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

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

$t = [t_0\ t_1\ \dots\ t_{n-k-1}\ u_0\ u_1\ \dots\ u_{k-1}]$ (14) 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:

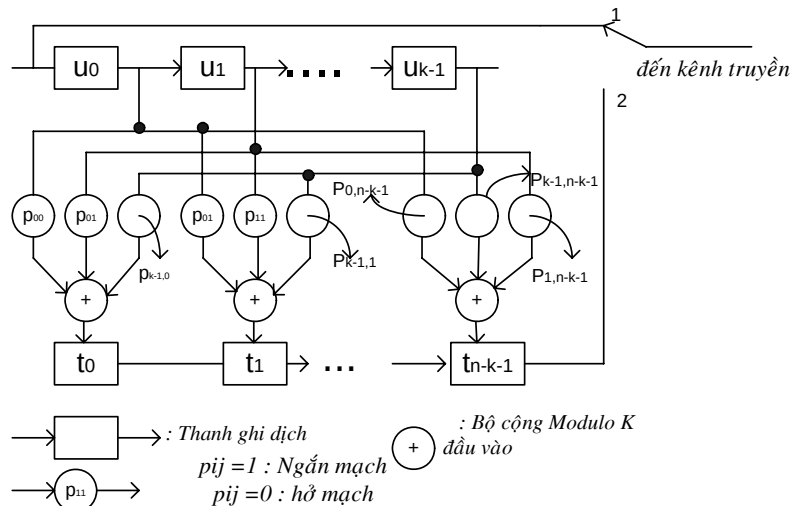
$$\tilde{H}[3,7] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- **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 .

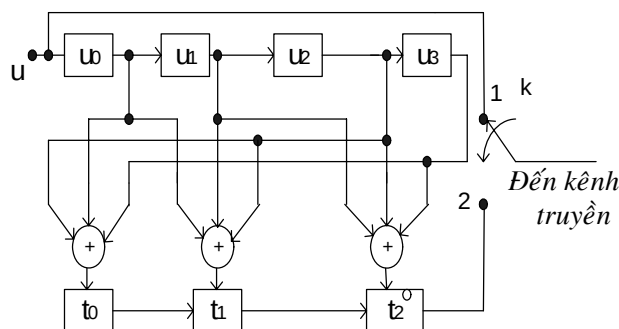
Bước 2: Dựa vào công thức $t = U.G$ hoặc $t.H^T = 0$ để thiết lập các từ mã tương ứng với các thông báo u đã biết.

- 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 nhị). 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 nhị 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:

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

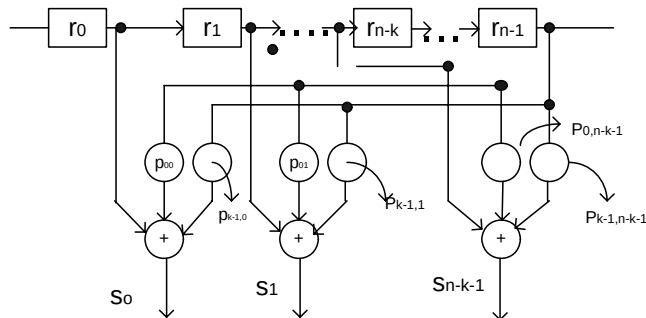
$$S_1 = r_1 + r_{n-k}p_{01} + r_{n-k-1}p_{11} + \dots + r_{n-i}p_{k-1,1}$$

.....

(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

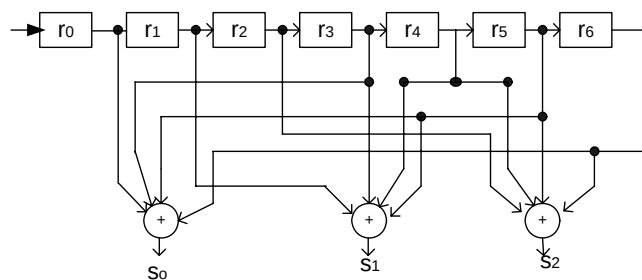
$$r = (r_0 \ r_1 \ r_2 \ r_3 \ r_4 \ r_5 \ r_6)$$

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

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

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

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



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 ($r=t$)

$$\begin{array}{r} r = 1001001 \\ \oplus e = 0000010 \\ \hline t = 1001011 \end{array}$$



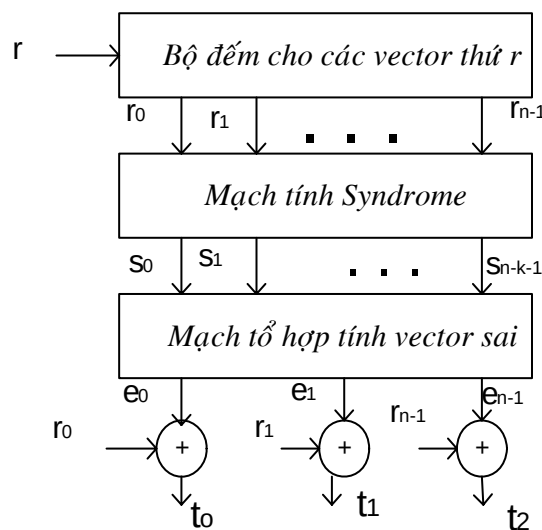
đảo bit tại r_5

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:

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

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

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

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

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

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

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

Ví dụ: Tin cần phát đi:

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

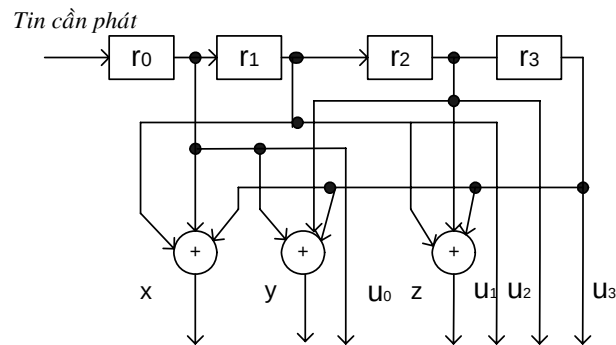
$$x = u_0 + u_1 + u_3 = 1 + 0 + 1 = 0$$

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

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

$\Rightarrow$ 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:

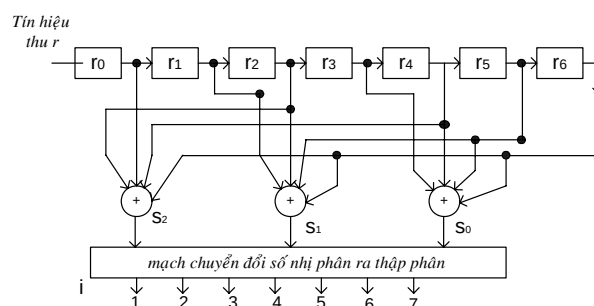
$$s = r.H^T = (r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6) \begin{pmatrix} 001 \\ 010 \\ 011 \\ 100 \\ 101 \\ 110 \\ 111 \end{pmatrix} = (S_0, S_1, S_2)$$

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

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

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

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

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

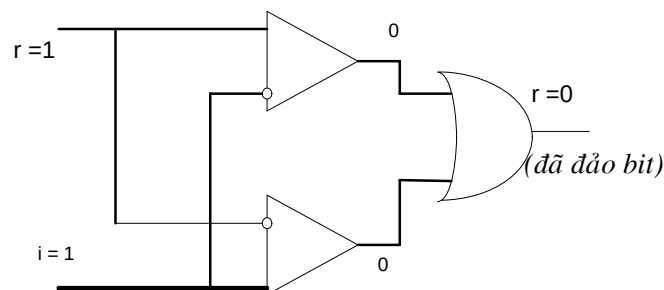
$$s_1 = r_1 + r_2 + r_5 + r_6 = 0+1+1+1=1$$

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

$S=(1\ 1\ 0)$, 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:

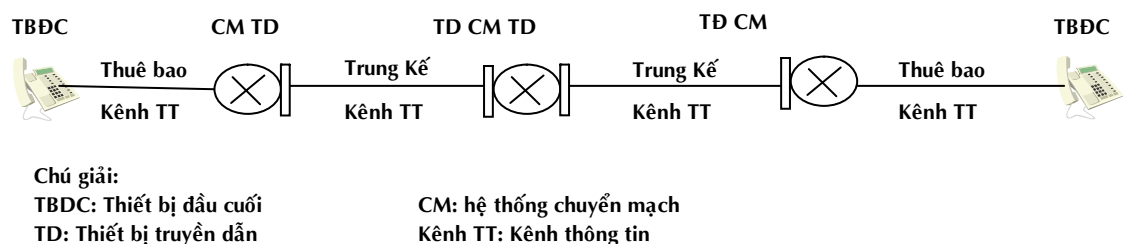
2.1.1 Phạm vi và mục tiêu

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:



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 đưa 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 đưa 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 ($> 2\text{Mb/s}$).

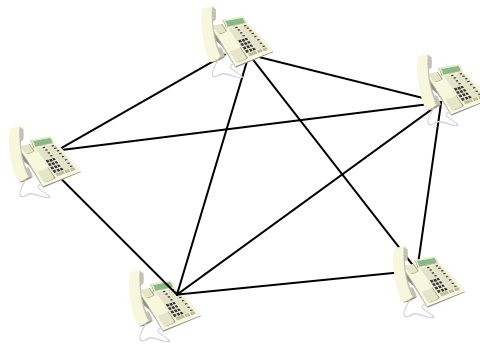
Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

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....

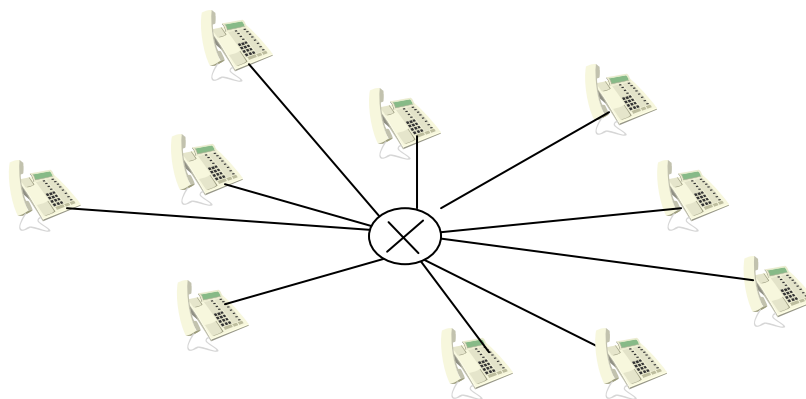
Cần chỉ rõ rằng với chức năng của hệ thống chuyển mạch trong mạng viễn thông, nó đã trở thành một thành phần phức tạp nhất, tập trung cao nhất hàm lượng công nghệ hiện đại, hàm lượng chất xám và hàm lượng các chức năng xử lý thông tin.

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

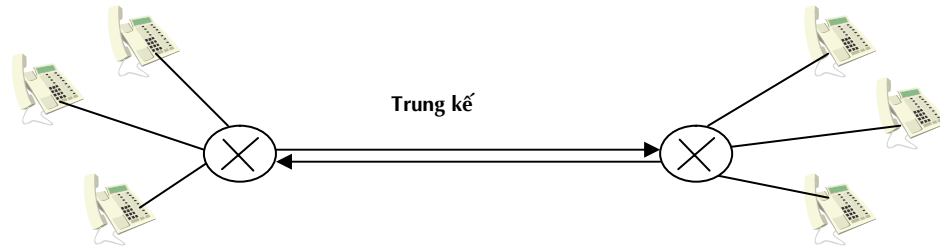
Khi N là một số đủ lớn thì thực tế không thể thực hiện được phương án trên. Số lượng đường dây có thể giảm được tới N nếu sử dụng khái niệm hệ thống chuyển mạch như minh họa trên hình H2.3



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

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.

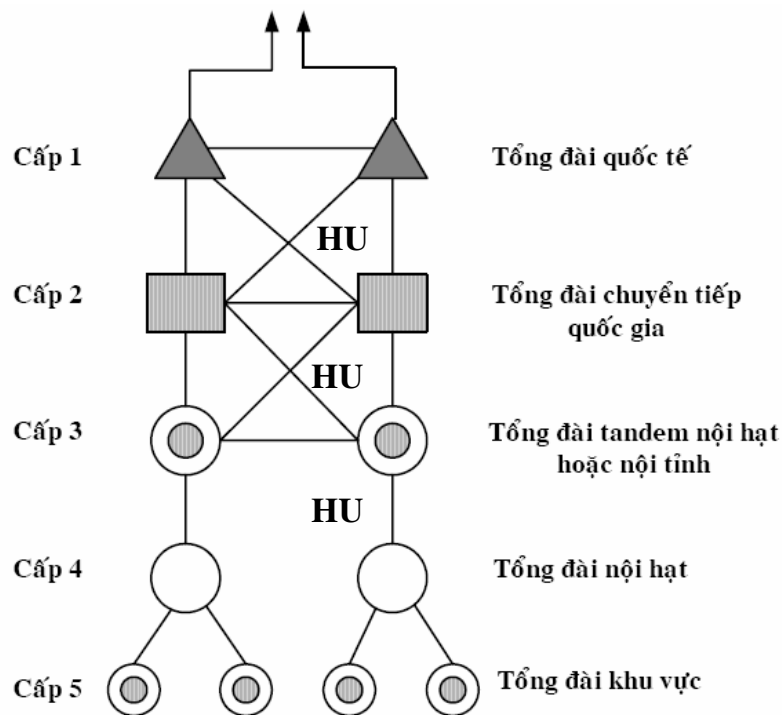


Hình 2.4 Nguyên tắc phân khu mạng

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 $1 \dots N$
O là tập hợp các đầu ra $1 \dots M$
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 hờ mạch. Khi có yêu cầu kết nối một kênh vào i nào đó ($i = 1 \dots N$) ra một kênh bất kỳ O_j ($j = 1 \dots M$) 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.

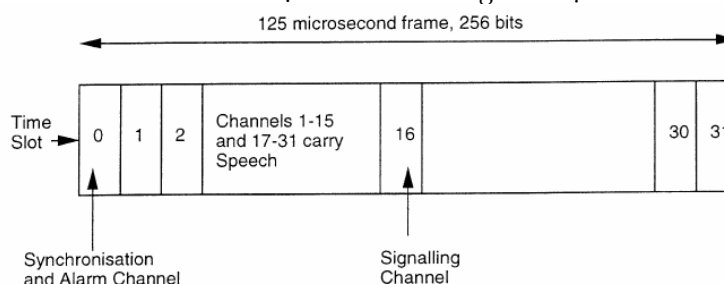
Các đặc trưng cơ bản SW:

- 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:

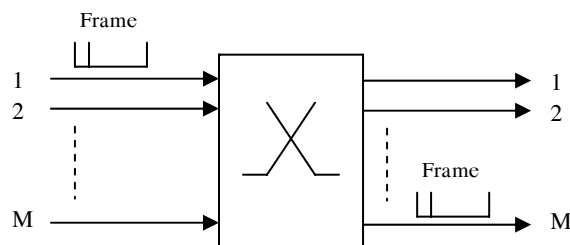


Hình 2.5 Cấu trúc khung PCM

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

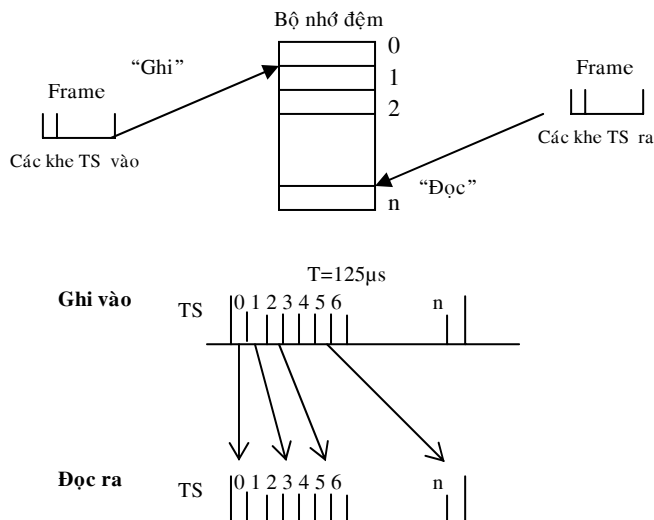
Model hệ chuyển mạch TDM bao gồm M đường TDM phía đầu vào, N đường TDM đầu ra, mỗi đường TDM thực hiện ghép n kênh (khe thời gian) theo thời gian. Thiết bị chuyển mạch SW đảm bảo cơ chế chuyển mạch giữa 1 kênh vào tới 1 kênh ra bất kỳ. Giả sử quá trình nối mạch cho kênh 3 của đường TDM thứ nhất phía 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 kì phía đầu vào tới TS bất kì 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 kì 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%

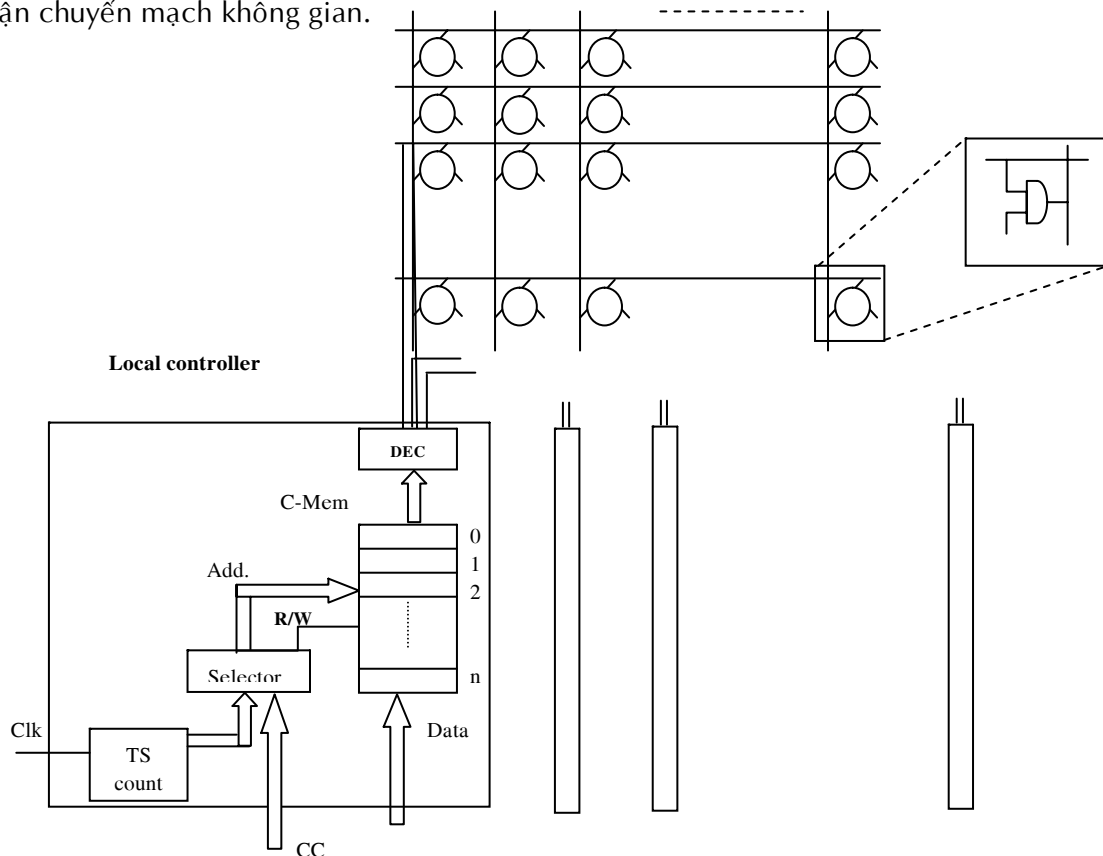
- Nhà xưởng, đất đai và các phương tiện khác xấp xỉ 11%

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 IdN (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.

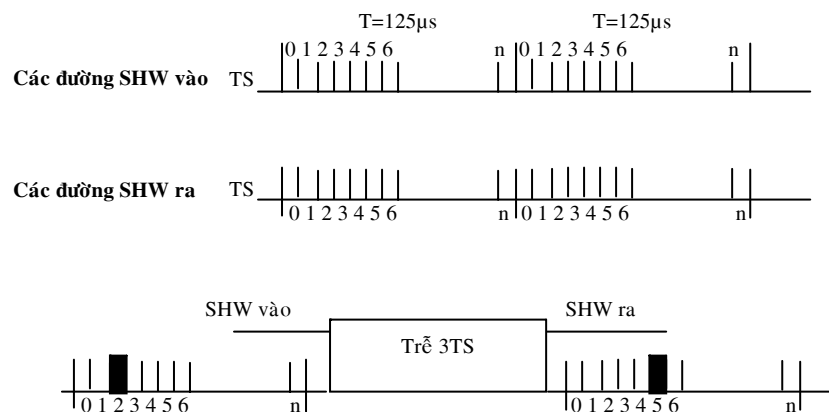
Kết thúc thời gian của TS#0, xung đồng hồ thứ hai tác động vào TS-counter làm nó chuyển sang trạng thái 1 có mã nhị phân tương ứng vào địa chỉ ô nhớ 1 của C-mem. Như vậy kết thúc việc tạo tín hiệu điều khiển cho AND11 đối với quá trình chuyển mạch cho TS#0 theo yêu cầu. Tương ứng như vậy đối với các 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.



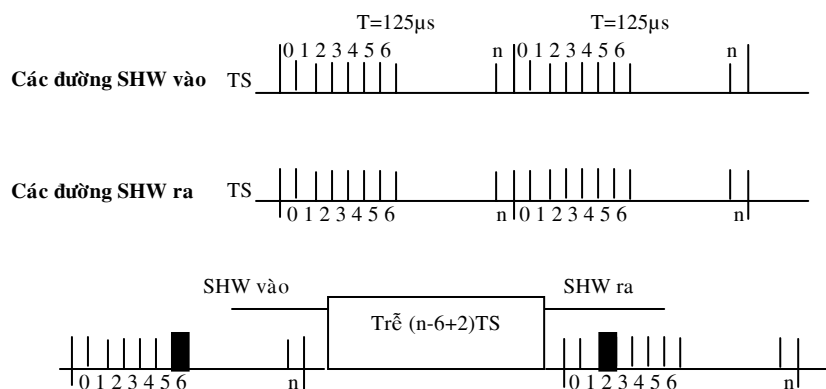
Hình 2.10 Trao đổi khe thời gian

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

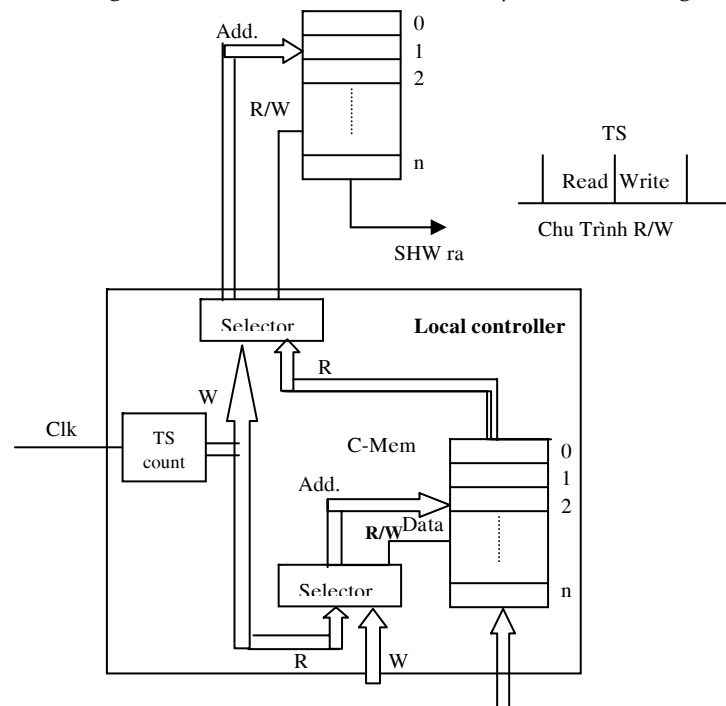
Nguyên lý cấu tạo của chuyển mạch tầng T bao gồm 02 thành phần chính là bộ nhớ tin S-mem (Speak memory) và bộ nhớ điều khiển C-mem như hình H2.11 minh họa dưới đây. Chức năng cơ bản của S-mem là để nhớ tạm thời các tín hiệu PCM chứa trong mỗi khe thời gian phía đầu vào để tạo độ trễ thích hợp theo yêu 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 trong 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 ràng 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 nối.

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 (Sequencial 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 Swquencial 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 sô 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.

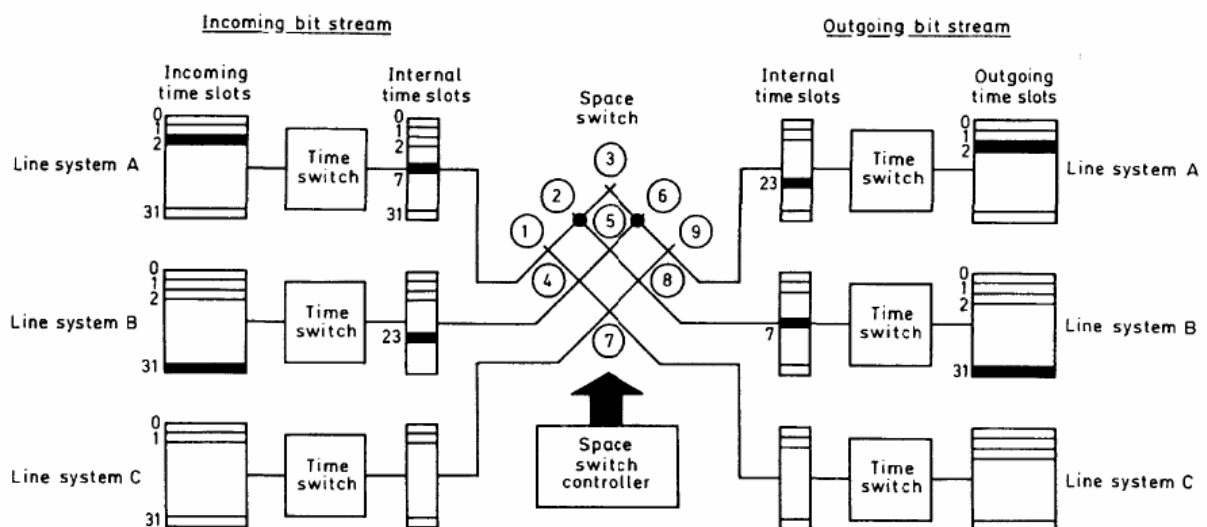
Thuyết cấu trúc chuyển mạch T-S-T có hệ số tập trung là 1:1 có thể bảo đảm không xảy ra blocking nếu số lượng khe thời gian nội bộ qua tầng chuyển mạch S là $2n-1$ trong đó n là số lượng khe thời gian ở trong các luồng PCM vào và ra của tầng chuyển mạch T ngoại vi. Tuy vậy thậm chí là cả khi mà số lượng 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 rồi 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 cân 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

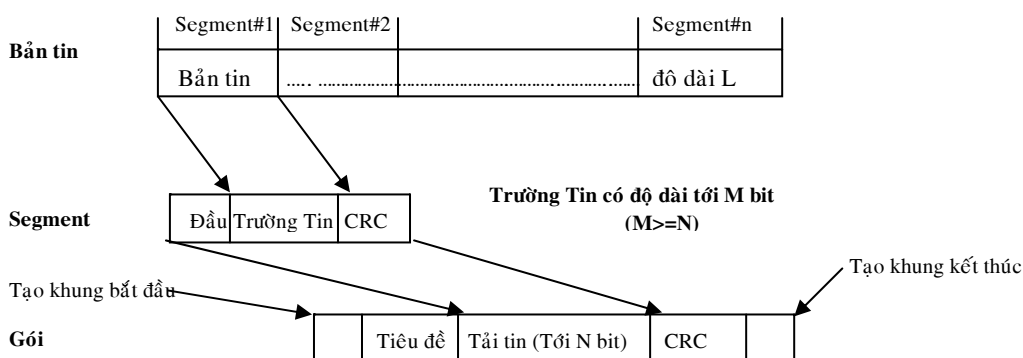
chuyển mạch tầng T đầu vào tương ứng của cả hai mặt của khối chuyển mạch. Phía đầu thu mỗi tổ hợp mã PCM 9 bit từ cả hai sẽ được kiểm tra tính chẵn để phát hiện có sai lỗi hay không. Nếu phát hiện thay lỗi ở mặt nào thì lập tức mặt đó sẽ bị cô lập khỏi khối chuyển mạch một cách tự động hoàn toàn. Ngoài 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 thứ 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

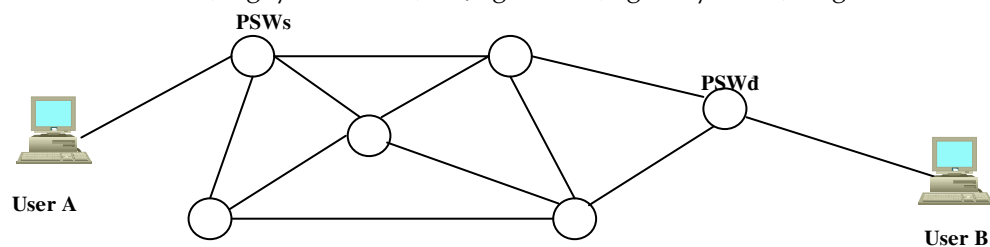
Đối với các gói tin truyền qua mạng Chuyển mạch gói còn phải chứa các mẫu tạo khung để đánh dấu điểm đầu và điểm cuối của mỗi gói. Tiêu đề (Header) của gói tương tự như đầu của Segment, ngoài ra nó còn có thêm các thông tin mà mạng chuyển mạch yêu cầu để điều khiển sự truyền tải của các gói qua mạng,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

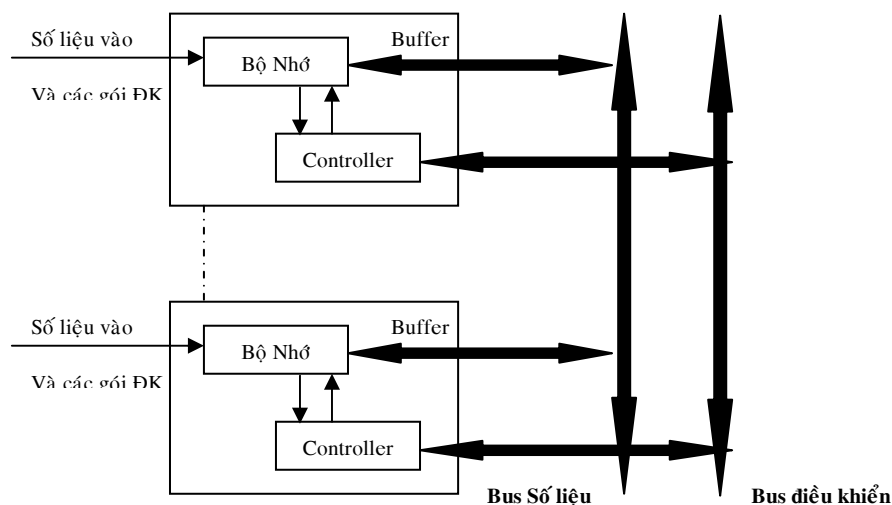
Hình vẽ H2.15 minh họa nguyên tắc hoạt động của mạng chuyển mạch gói.



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 gọi 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:



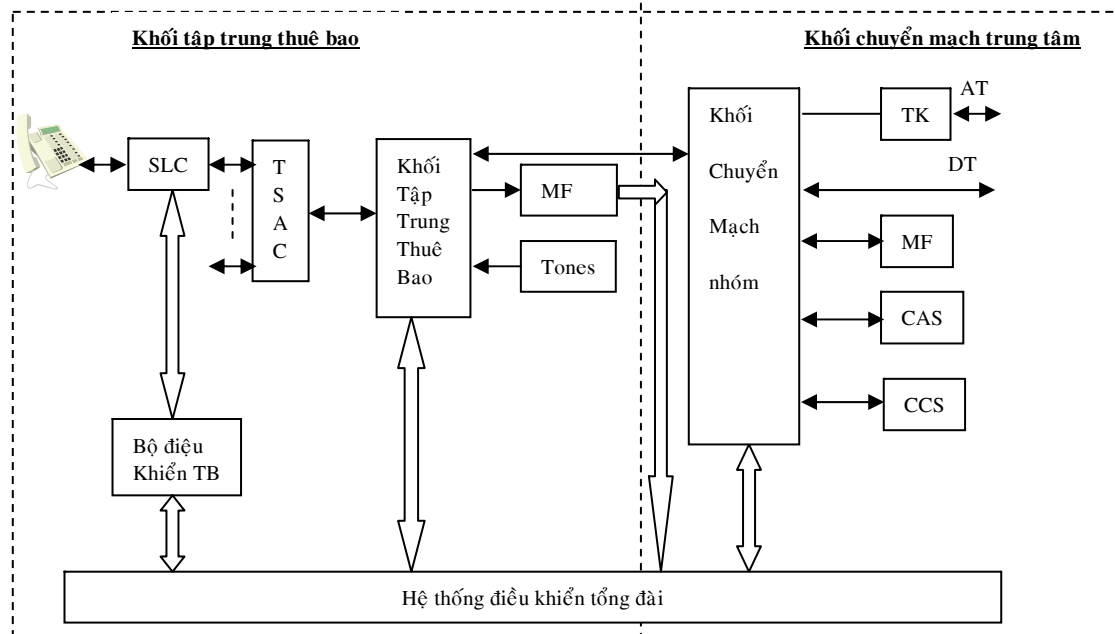
Hình 2.16 Nguyên tắc trường chuyển mạch gói.

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 .

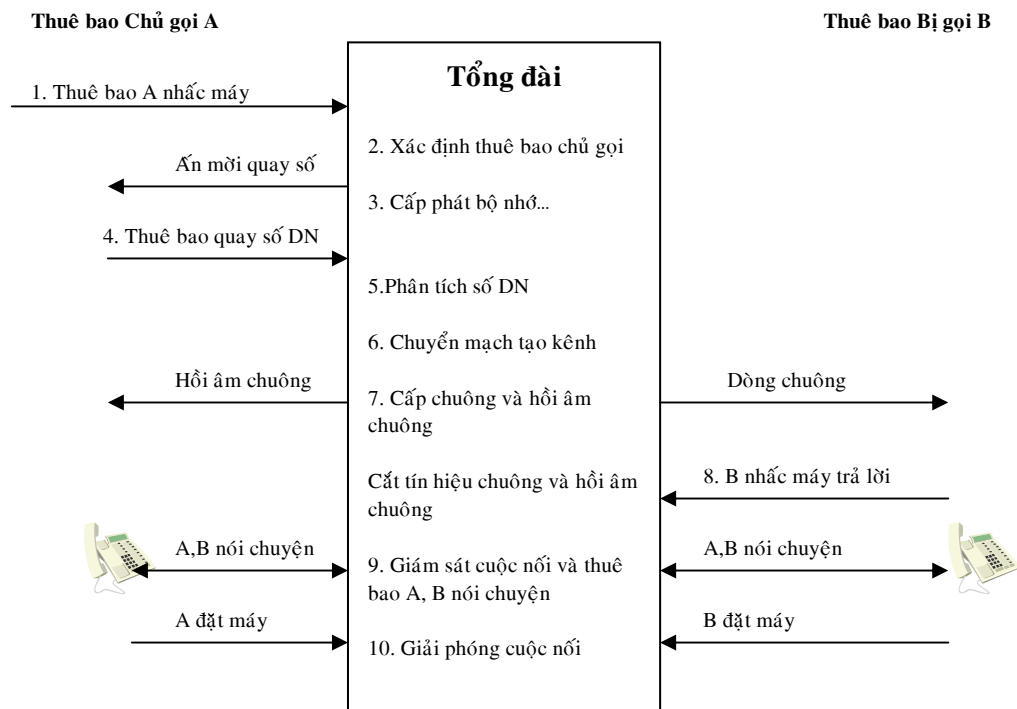
Chương 2: Mạng và chuyển Mạch

- 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 ohực 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 cuối 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 cuối 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 năm 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 hóa 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:

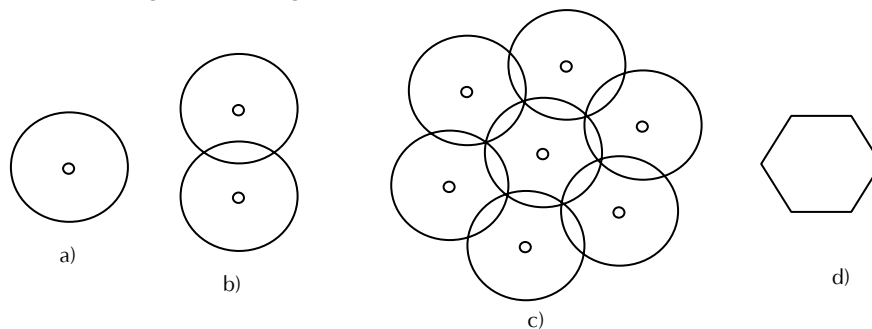
Thông qua chương này, sinh viên sẽ hiểu được những thuật ngữ liên quan đến hệ thống thông tin di động và những kiến thức cơ bản sau đây:

- 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:



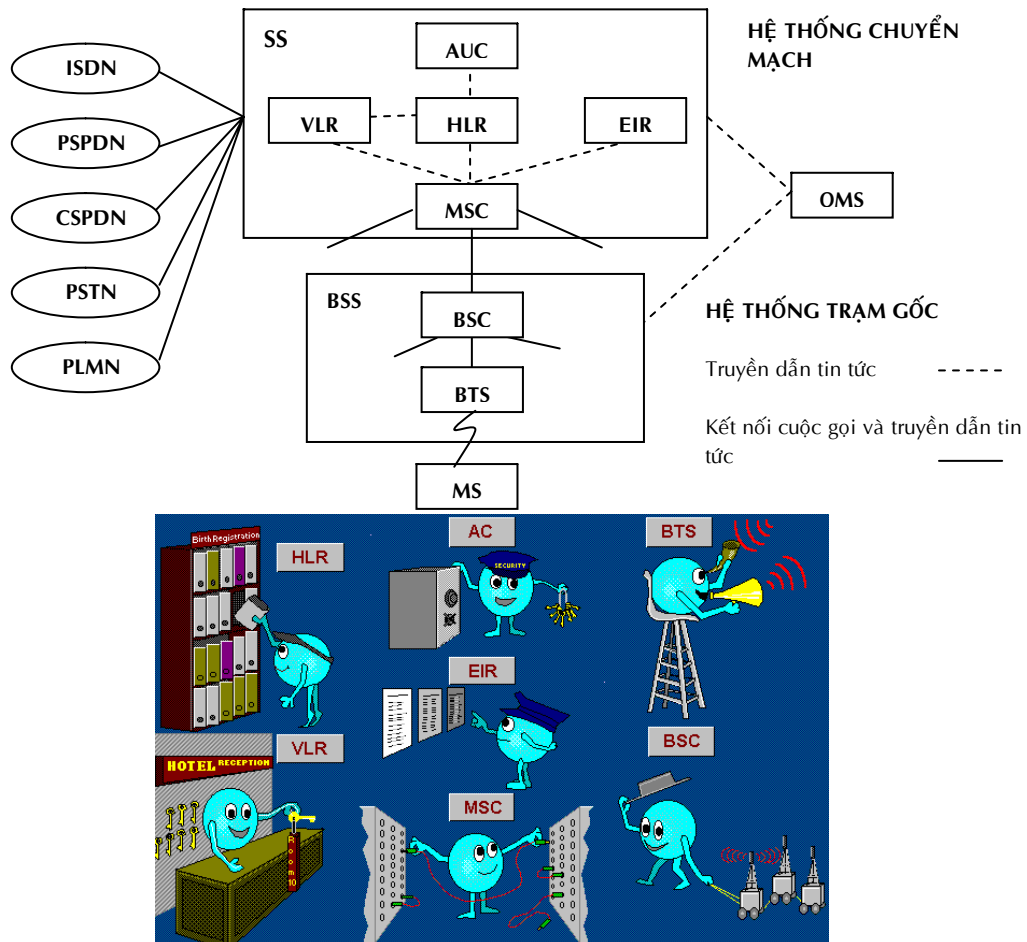
Hình 3.1 Khái niệm về biên giới của cell.

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 này 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 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.

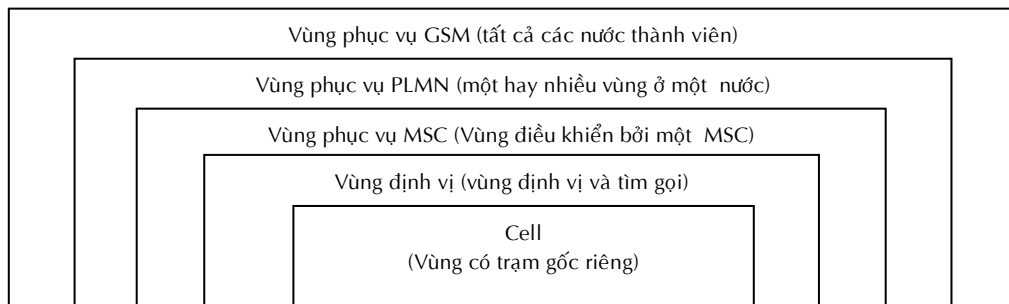
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

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 thức 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) chứa 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:

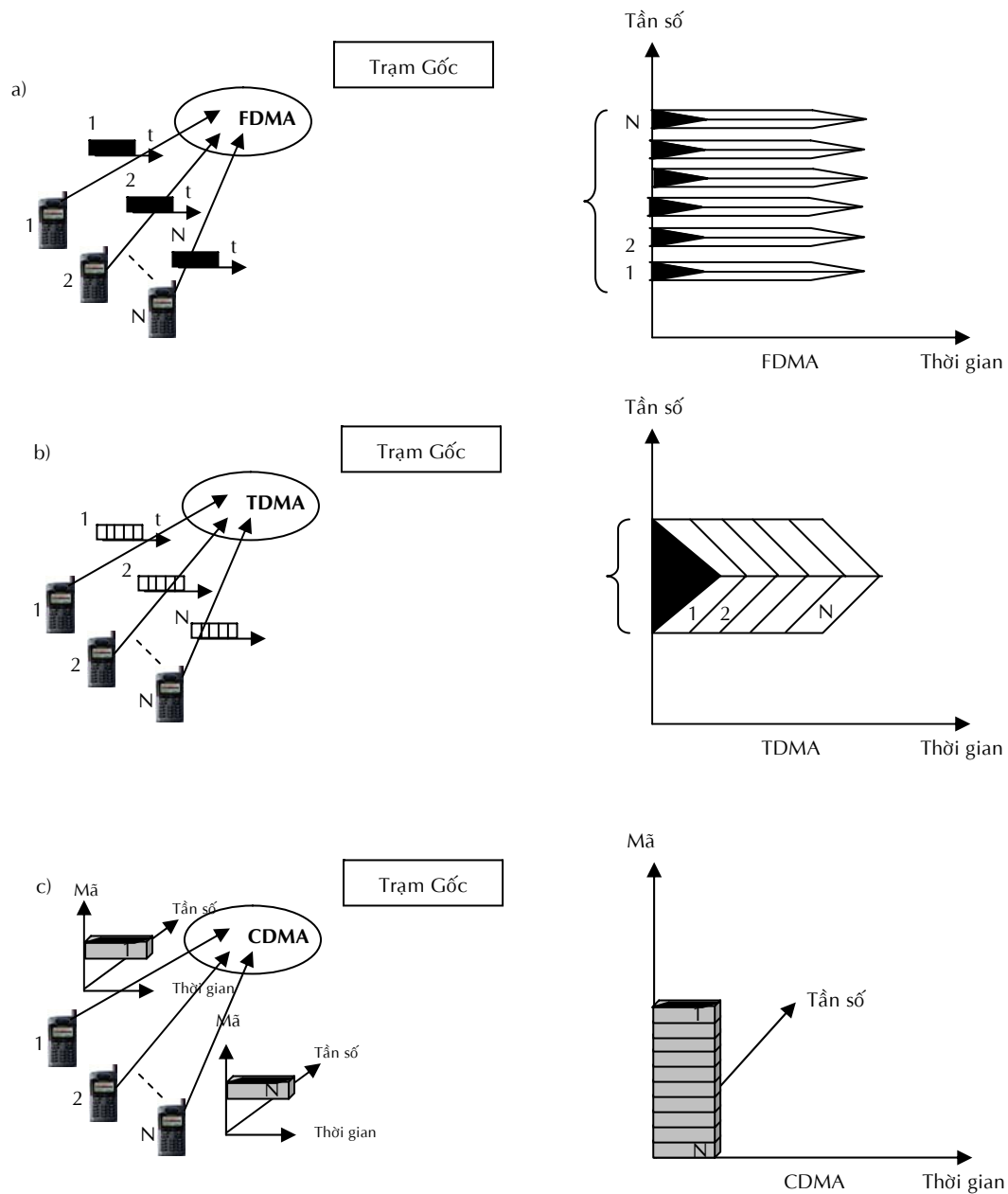
Ở giao diện vô tuyến, MS và BTS liên lạc với nhau bằng sóng vô tuyến. Để tài nguyên tần số có hạn có thể phục vụ càng nhiều thuê bao di động, ngoài việc sử dụng lại tần số, trong mỗi cell, số kênh tần số được dùng chung theo kiểu trung kế.

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).

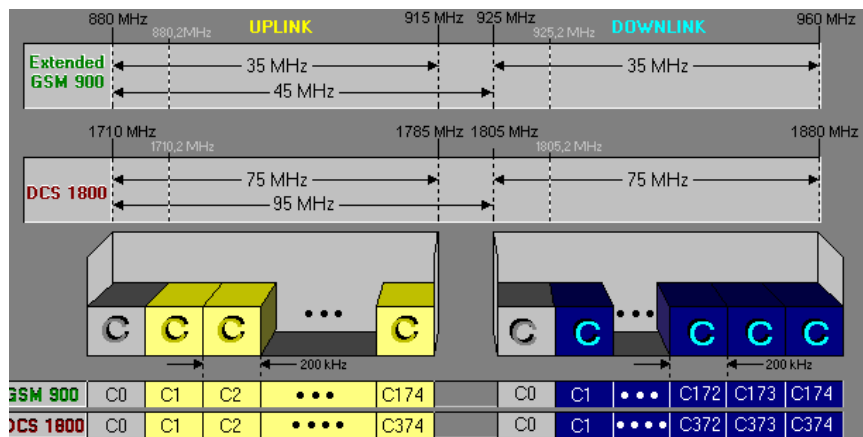
925-960 MHz cho đường xuống (MS thu).

Hệ thống DCS 1800 băng tần được sử dụng là:

1710-1785 MHz đường lên.

1805-1880 MHz đường xuống.

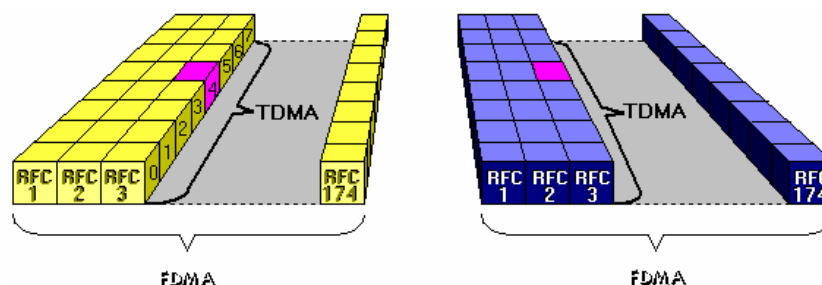
Khoảng cách giữa các sóng mang là 200kHz.



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.

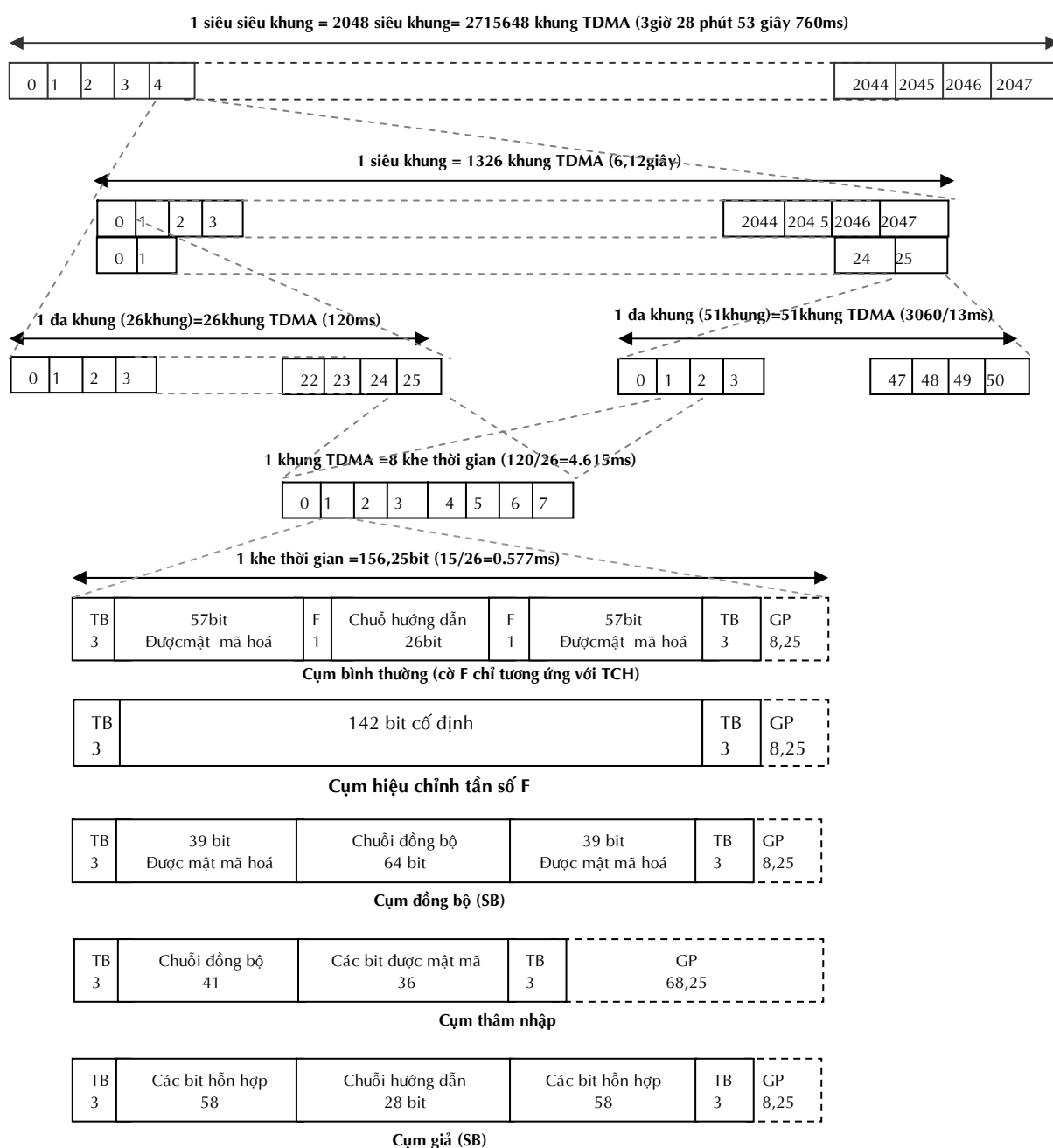
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

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 đa 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:

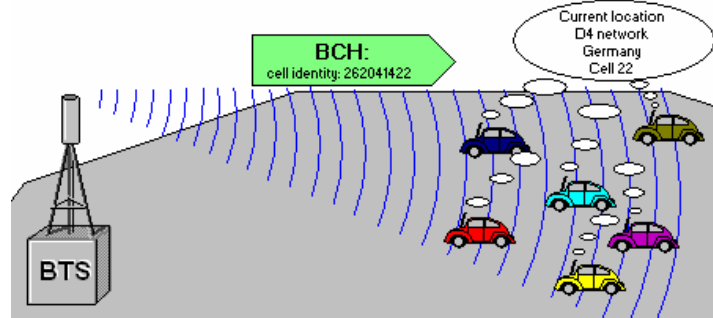
- **BM hay TCH toàn tốc (TCH/F),** kênh này mang thông tin tiếng hoặc số liệu ở tốc độ khoảng 22,8kbit/s
- **Lm hay TCH bán tốc (TCH/H),** kênh này mang thông tin ở tốc độ vào 11,4kbit/s. Các kênh báo hiệu điều khiển được chia thành ba loại: các kênh điều khiển được chia thành ba loại: các kênh điều 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

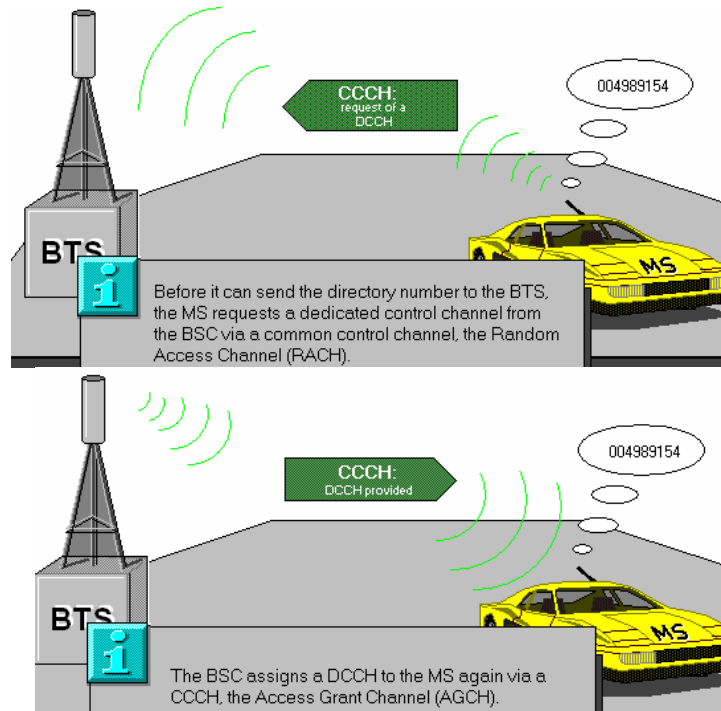
- **Kênh điều khiển quảng bá (BCCH):** phát quảng bá các thông tin chung về ô. Các bản tin này gọi là thông tin hệ thống. BCCH chỉ sử dụng cho đường xuống.



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.

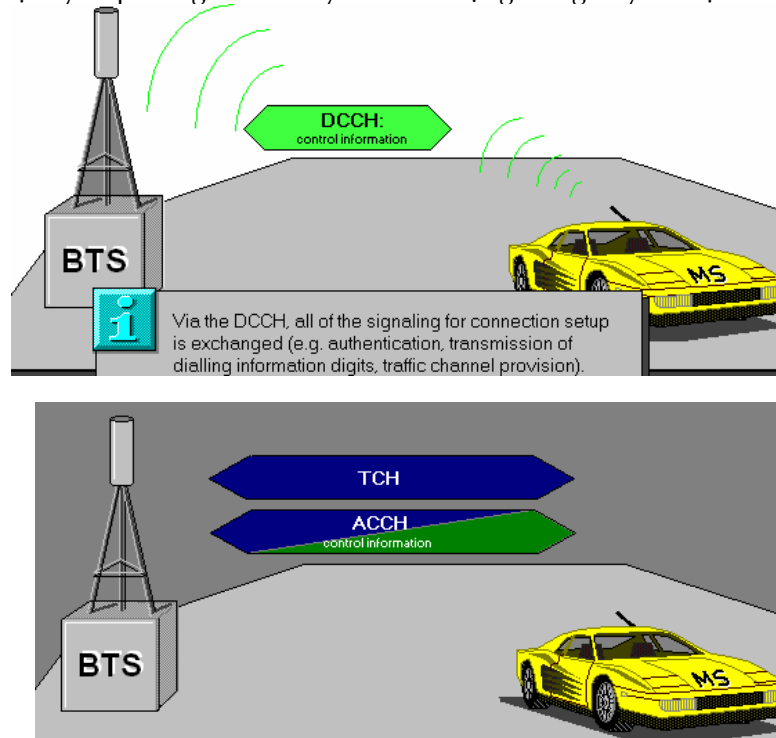
Các kênh điều khiển dành riêng (DCCH):

- **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 cắp 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

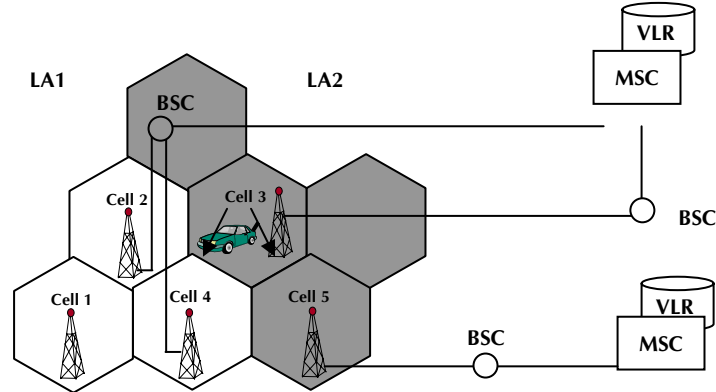
3.3.2.1 Cập nhật vị trí

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

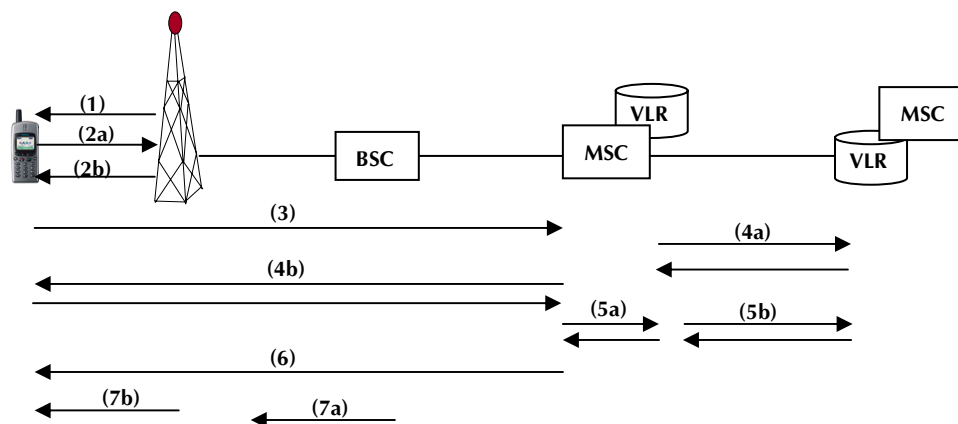
- MS chuyển từ cell 3 thuộc LA2 sang cell 4 thuộc LA1. Cả hai vị trí đều thuộc cùng một tổng đài MSC. Trong trường hợp này cập nhật vị trí không cần thông báo đến HLR vì HLR chỉ quản lý vị trí của MS đến tổng đài MSC phụ trách MS.
- MS chuyển từ cell 3 sang 5 có LA3. hai ô này trực thuộc hai tổng đài 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.

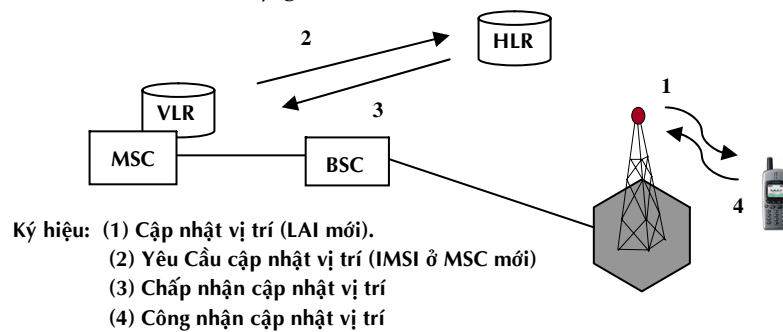
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

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.

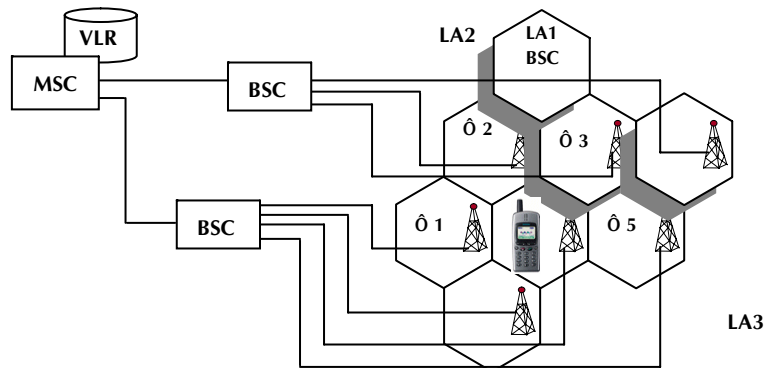
Bắt đầu từ giờ MSC/HLR công nhận là MS tích cực và đánh dấu cờ “thâm nhập vị trí tích cực” vào trường dữ liệu của mình. Cờ này gắn với IMSI.



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:

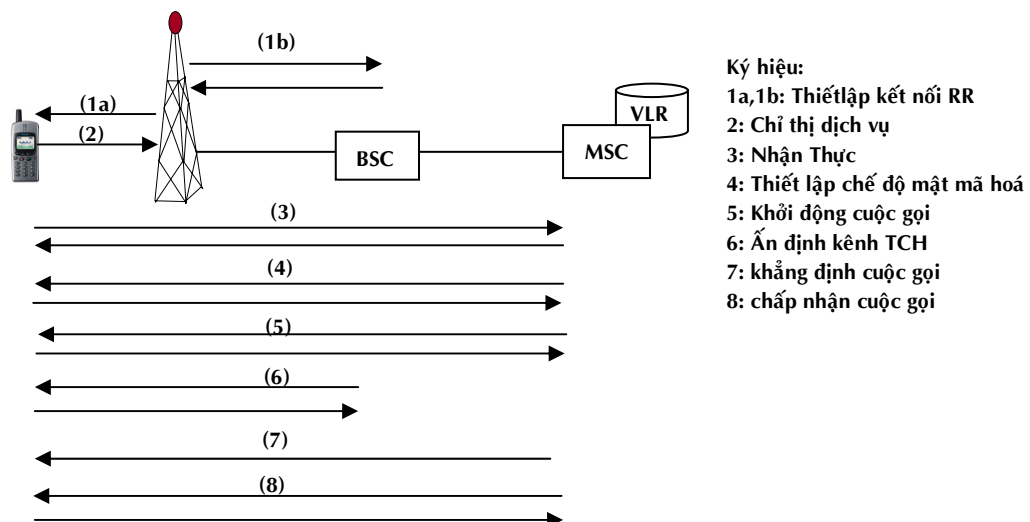
- Bằng kênh thâm nhập ngẫu nhiên MS gửi yêu cầu kênh báo hiệu đến BTS (1)
- MS thông báo rằng nó thiết lập cuộc gọi (2). Số nhận dạng trạm di động được phân tích và MS được đánh dấu bận ở VLR
- Quá trình nhận thực được thực hiện (3).

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

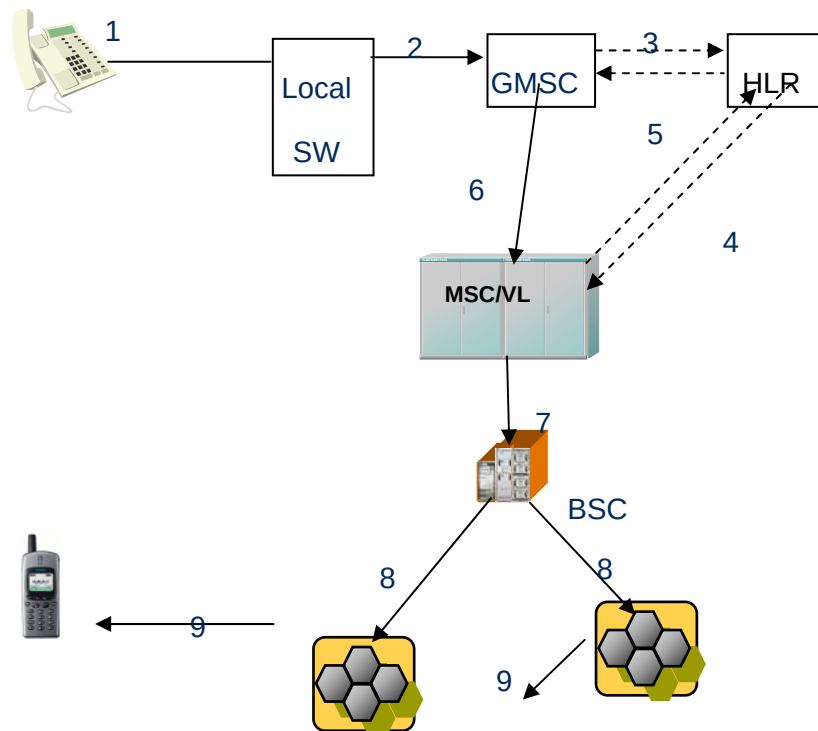
3.3.2.5 Cuộc gọi kết cuối ở MS (MTC: Mobile Terminating Call):

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 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

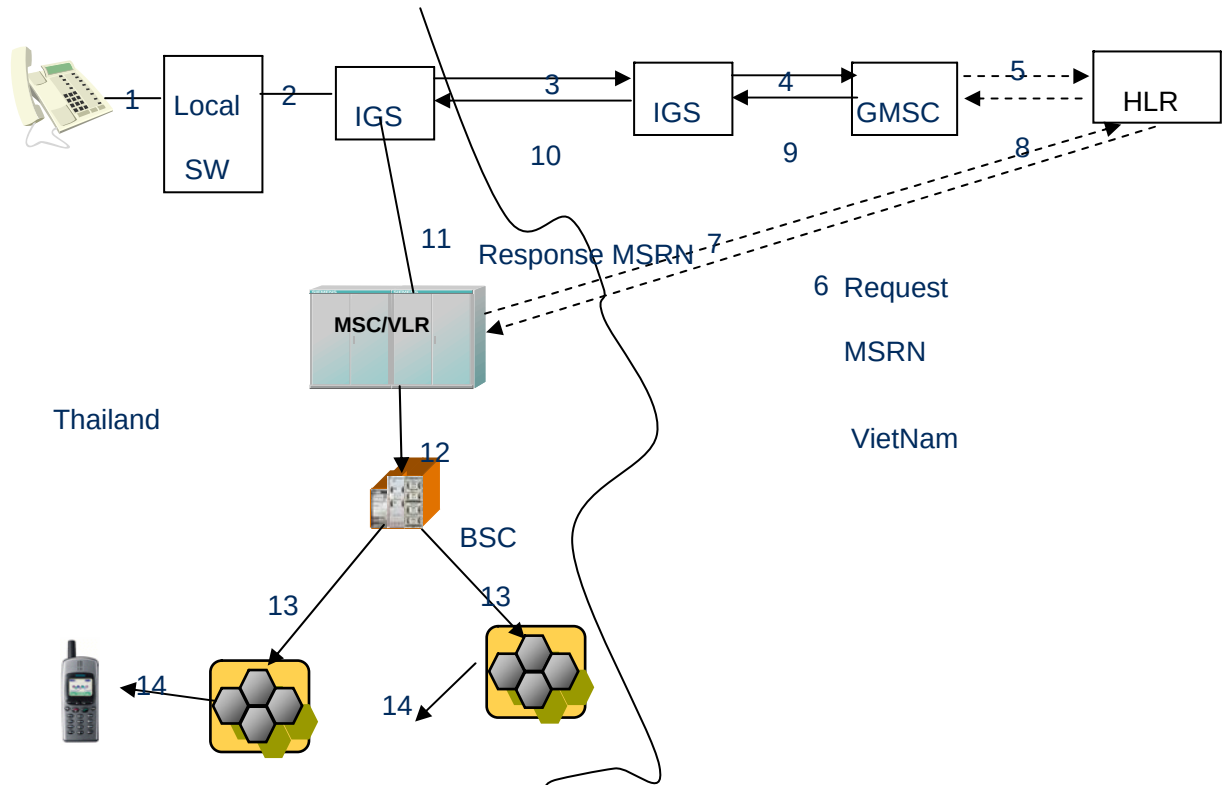
3.3.2.6 Cuộc gọi quốc tế MS:

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

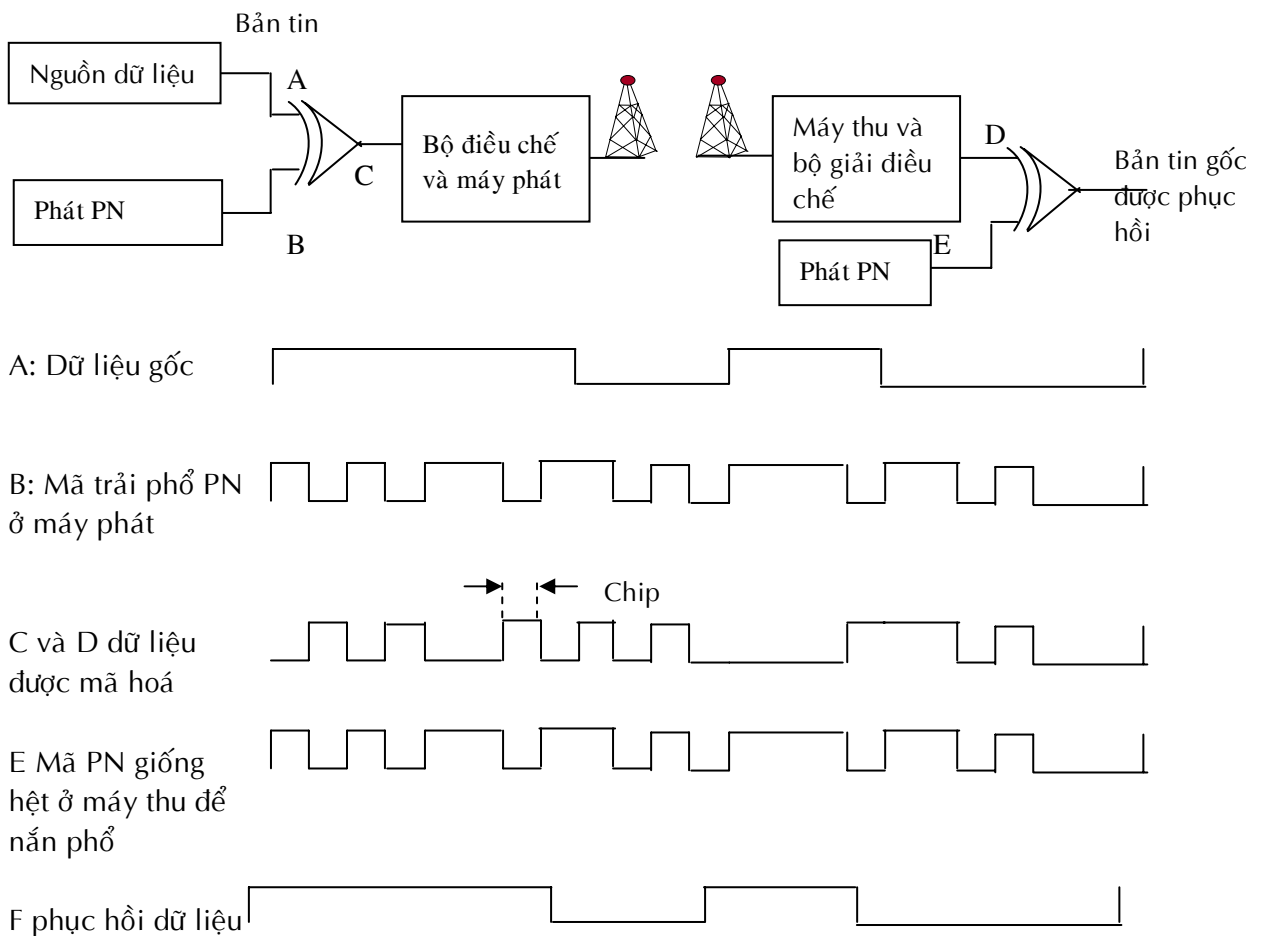
Trong trường hợp chuyển giao nhiều lần hai cell thuộc hai MSC khác nhau, tổng đài MSC đầu tiên phụ trách MS được gọi là tổng đài quá giang vì cuộc gọi luôn luôn được chuyển mạch qua tổng đài này. Lần chuyển giao giữa hai cell thuộc hai tổng đài khác nhau thứ nhất được

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 trải 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

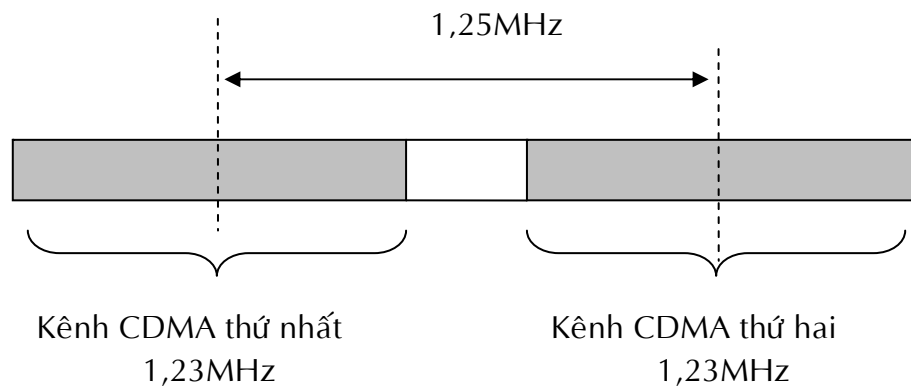
Chương 3: Hệ thống thông tin di động

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 động 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 chỉ 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 nhấc.

Kênh nhấc tin: là một kênh mã hướng xuống có cấu trúc khe thời gian 200ms để truyền tin tức điều khiển và tin nhấc 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 nhấc tin sơ cấp: Kênh mã Walsh 1 dùng cho nhấc 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 nhấc 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 1966 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	• Có kích thước và trọng lượng nhỏ
• Băng tần truyền dẫn rất lớn	• Sợi có tính cách điện tốt
• Không bị ảnh hưởng của nhiễu điện từ	• Tin cậy và linh hoạt
• Có tính bảo mật tín hiệu thông tin	• Sợi được chế tạo từ vật liệu rất sẵn có

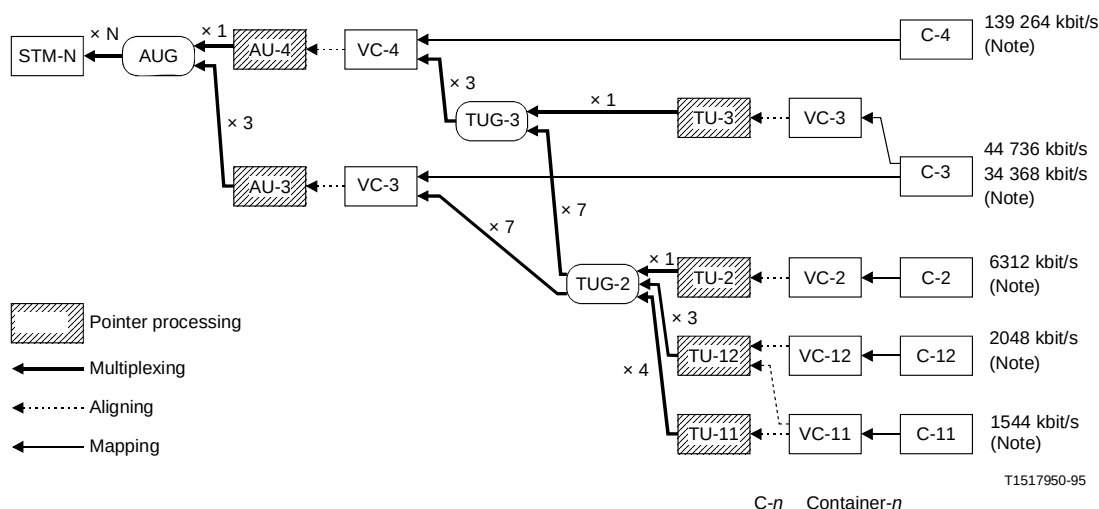
Chương 4: Hệ thống thông tin quang

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:

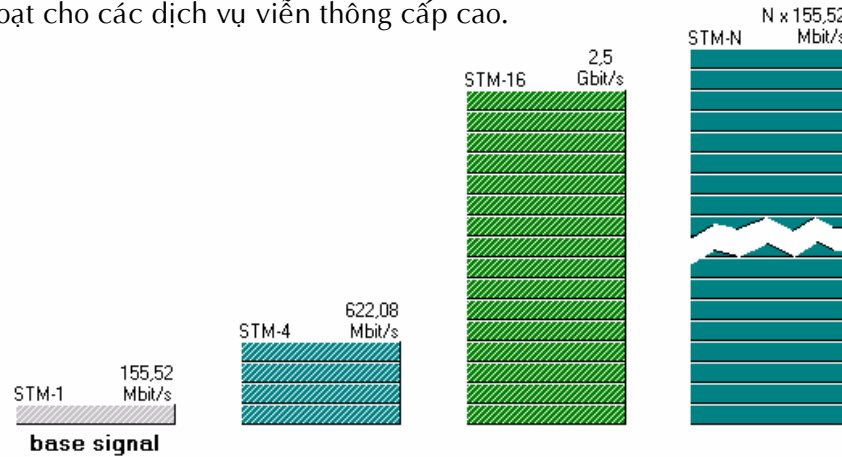


Hình 4.1 Ghép PDH lên SDH theo ITU-T.

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

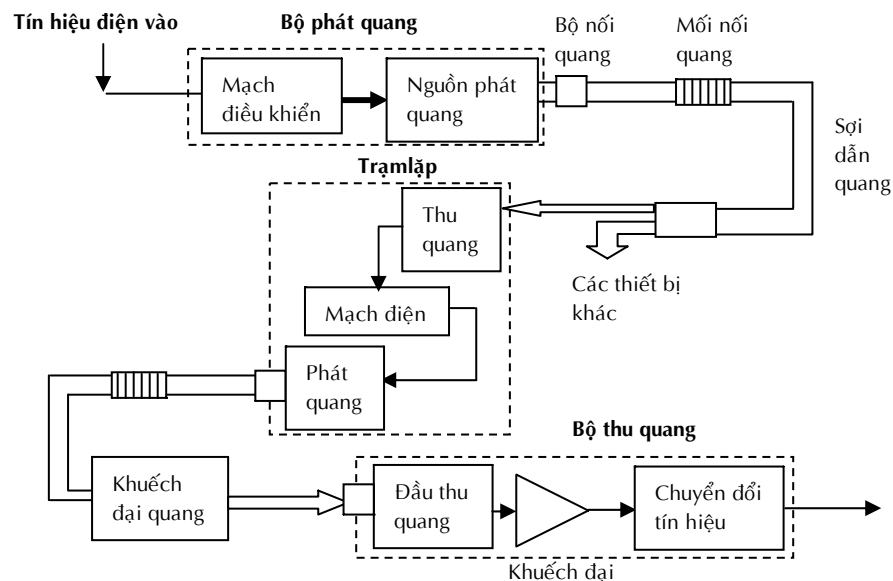
của họ. Các hệ thống thông tin quang sẽ là mũi đột phá về tốc độ, cự ly truyền dẫn và cấu hình linh hoạt cho các dịch vụ viễn thông cấp cao.



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 quang 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:

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

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 (50/125 μm) là:

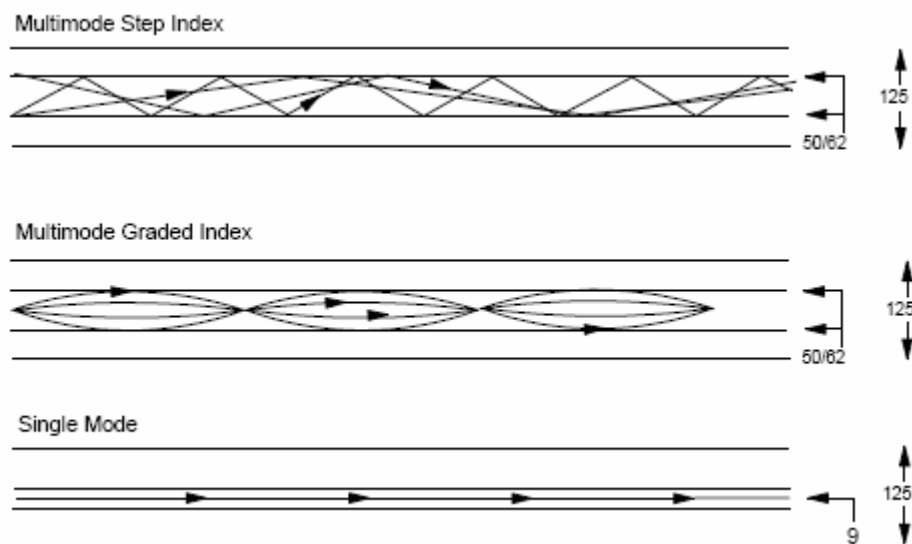
- Đường kính lõi: $d=2a=50\text{ }\mu\text{m}$
- Đường kính lớp bọc: $D=2b=125\text{ }\mu\text{m}$
- Khẩu độ số: $NA=$
- Chiết suất nhảy bậc $g \rightarrow$

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

Độ tán sắc của sợi đơn mode nhỏ hơn nhiều so với sự đa mode, đặc biệt ở bước sóng $\lambda=1300\text{nm}$ 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 phổ biến.

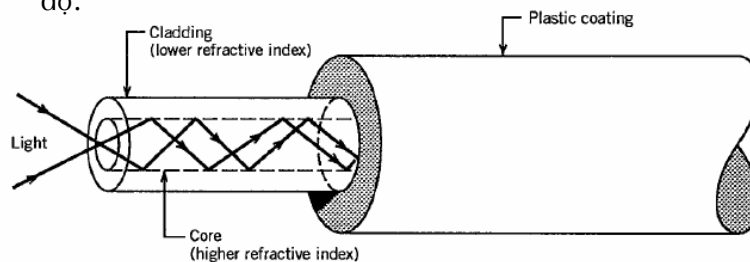
4.2.2 Cấu trúc cáp quang

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



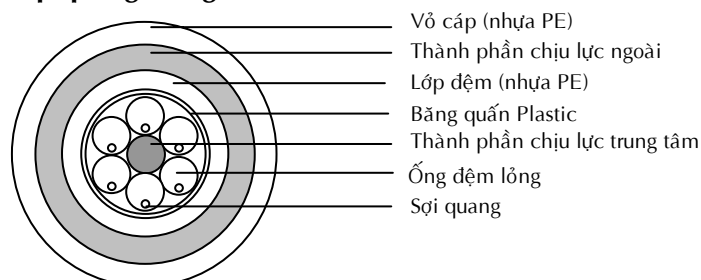
Hình 4.5 Cấu trúc sợi quang:

4.2.2.2 Cấu trúc cáp quang:

Cấu trúc của cáp phải thỏa 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 cống, 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:



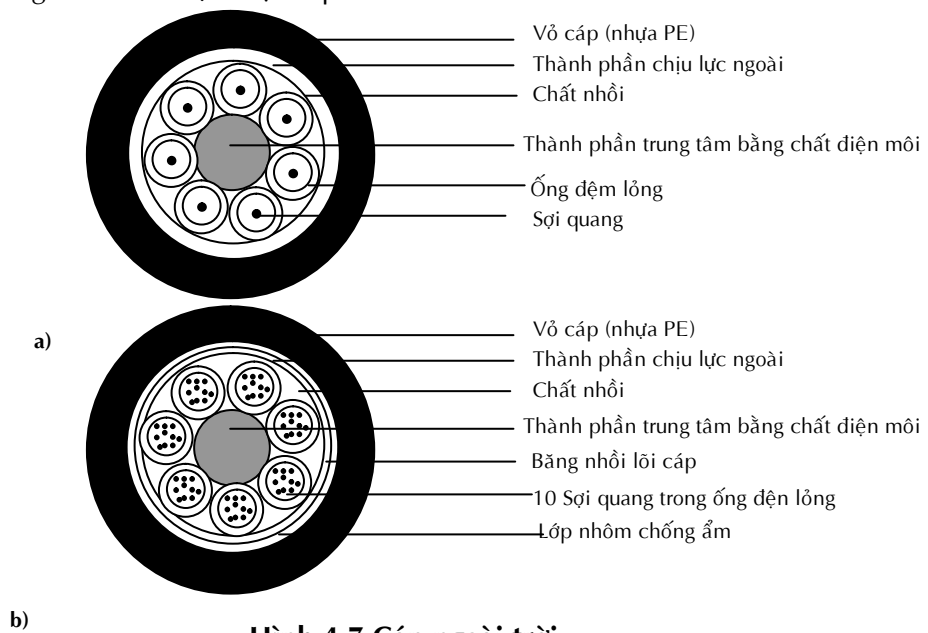
Hình 4.6 cấu trúc tổng quát của cáp quang

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:

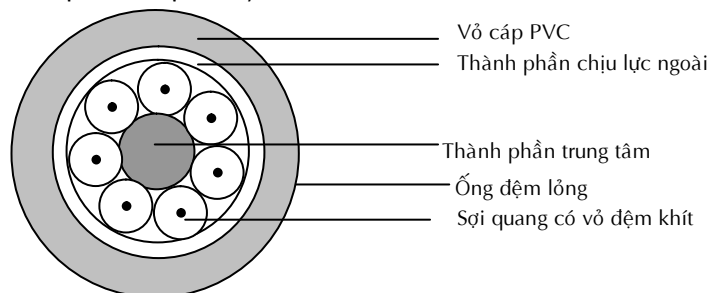
- **Cáp ngoài trời:** cáp treo, cáp chôn trực tiếp hoặc cáp kéo trong cống. Cáp ngoài trời thường có vỏ nhựa PE màu đen. Sợi quang trong cáp được đặt trong các ống đệm lỏng, mỗi ống đệm lỏng chứa một sợi quang hay nhiều sợi quang tùy theo số lượng sợi quang trong cáp. Cáp ngoài trời bình thường không 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

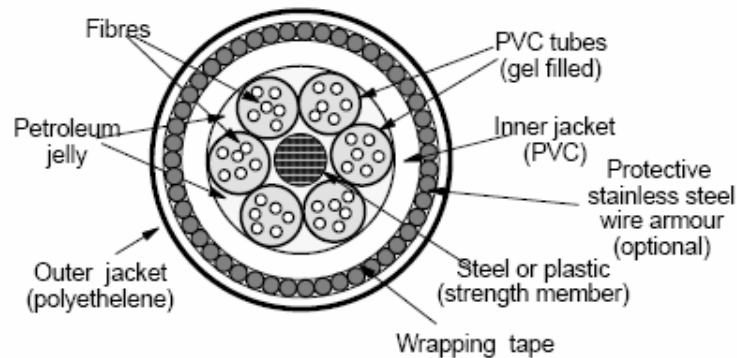
- **Cáp trong nhà:** Cáp trong nhà và ngoài trời khác nhau về cấu trúc và vật liệu làm lớp vỏ nhưng sợi quang bên trong phải có đặc tính truyền dẫn giống nhau. Cáp trong nhà có vỏ PVC, là vật liệu khó cháy, được nhuộm màu (thường màu xám) vì không cần ngăn các bức xạ như cáp ngoài trời. Tùy theo mục 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:

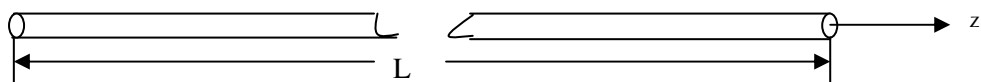
$$P(z) = P(0) \times 10^{-\alpha z / 10}$$

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 gập 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

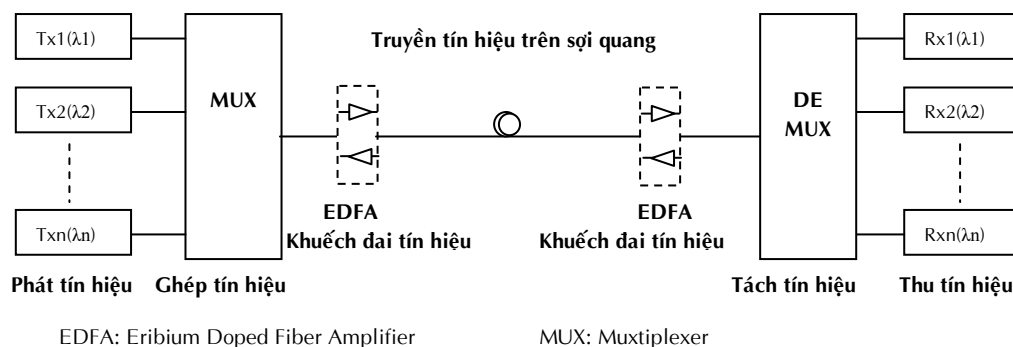
Sợi quang đơn mode chỉ có tán sắc thể.

4.3 Kỹ thuật ghép kênh quang

Mục tiêu của ghép kênh quang nhằm tạo tăng dung lượng kênh 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:
 - o Độ khuếch đại đồng đều đối với tất cả các kênh bước sóng (mức chênh lệch không quá 1dB)
 - o Sự thay đổi số lượng kênh bước sóng làm việc không được gây ảnh hưởng đến mức công suất đầu ra của các kênh.
 - o 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

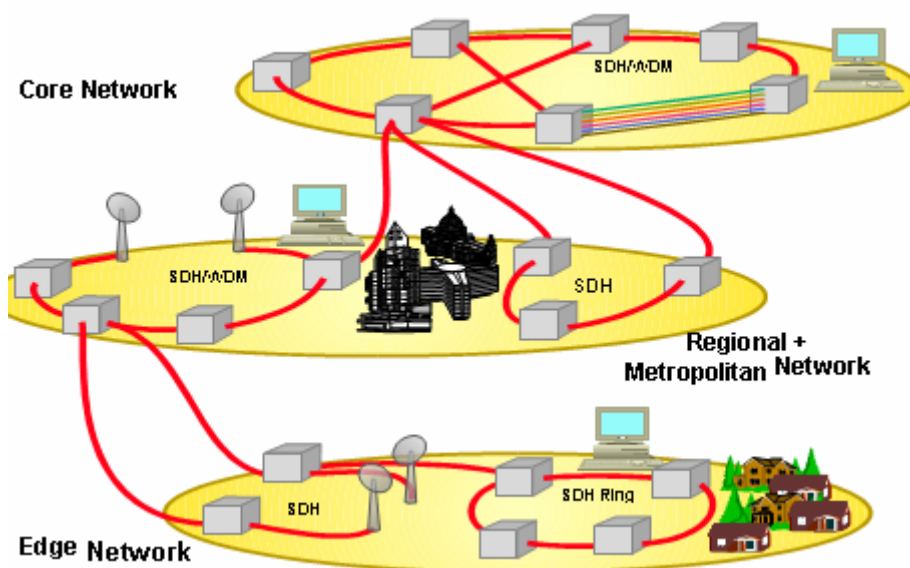
Băng sóng	Mô tả	Phạm vi bước sóng (nm)
Băng O	Original	1260 đến 1360
Băng E	Extended	1360 đến 1460
Băng S	Short	1460 đến 1530
Băng C	Conventional	1530 đến 1565
Băng L	Long	1565 đến 1625
Băng U	Ultra-long	1625 đến 1675

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:

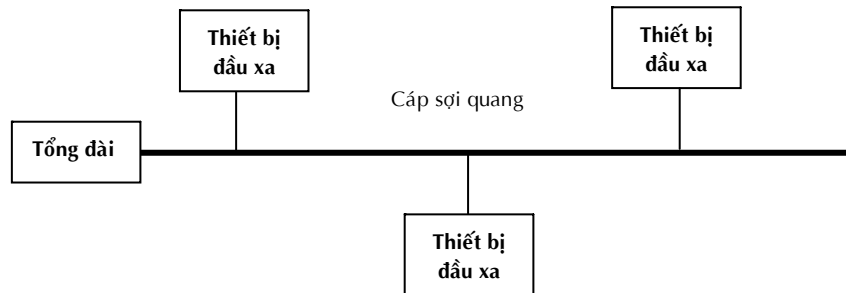
- Mạng đường dài: mạng truyền dẫn đường dài (long-haul network) là phần lõi của toàn thể kiến trúc mạng, kết nối nhiều mạng đô thị MAN lại với nhau. Ứng dụng của mạng này là truyền tải. Do vậy, vấn đề quan tâm nhất mạng đường dài là băng thông.
- Mạng đô thị MAN (Metropolitan Area Network): đóng vai 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:

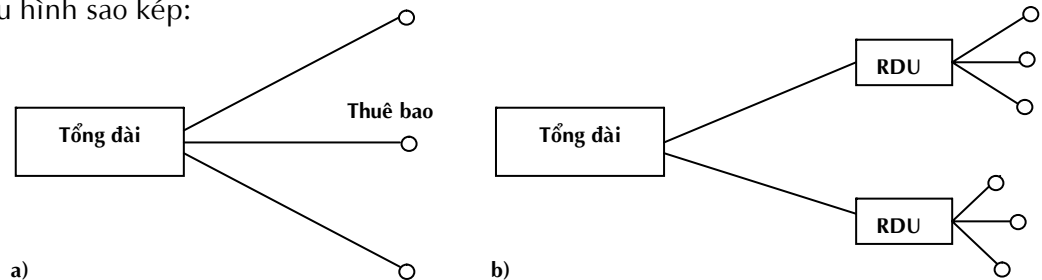
- **Bus sợi quang:** cấu hình mạng bus đã được xây dựng trên cáp đồng. Cấu trúc này có ưu điểm là tạo ra mọi truyền dẫn hoàn toàn thụ động và dễ dàng tạo được các nhánh trên đường cáp mà không gây ra xáo trộn cấu hình cũng như gián đoạn việc khi thác mạng. Nhưng khi phát triển cấu trúc bus trên cáp quang 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:



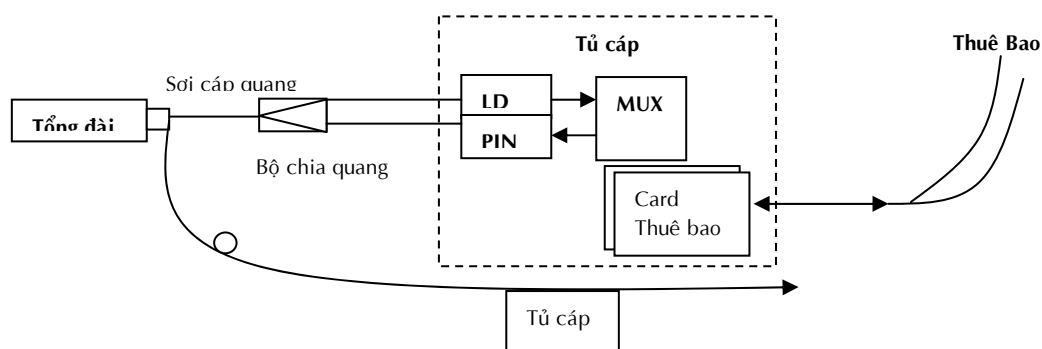
Hình 4.14 Các cấu trúc hình sao

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

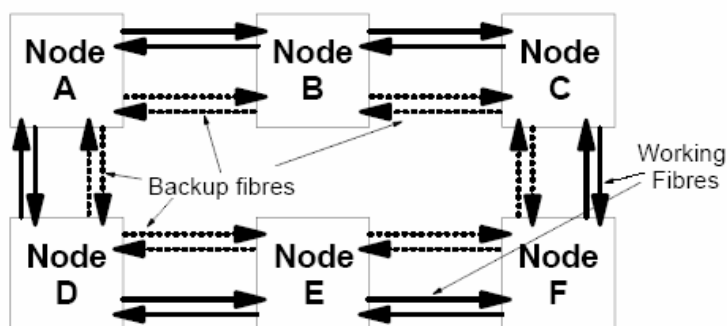
một nhánh có thể sử dụng cho nhiều thuê bao. Đây cũng là một cấu trúc hấp dẫn để đảm bảo kết hợp các dịch vụ chuyển mạch và các dịch vụ phân bố. Bên cạnh các ưu điểm là sử dụng ít sợi quang, nó cũng có nhược điểm là do sử dụng các thiết bị đầu xa mà đòi hỏi thêm về chi phí lắp đặt bảo dưỡng thiết bị, 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 liên 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

Khi thực hiện xây dựng mạng cấu hình ring cần phải xem xét kỹ mọi chi tiết có liên quan. Trước hết phải đưa được toàn bộ các nút vào ring. Khi thêm nút mới, thì đường truyền dẫn phải được đặt giữa nút này và hai nút kế bên. Như vậy rất khó có thể lắp đặt trước các đường cáp cho trạm dự đoán sẽ sử dụng trong tương lai. Hơn nữa, bất kỳ một đoạn cáp nào đứt, trạm nào hỏng hoặc khi lắp đặt trạm mới cũng sẽ làm gián đoạn thông tin trên mạng. Trước tình hình này, người ta sử dụng kỹ thuật để khắc phục những sự cố gián đoạn thông tin trên tuyến. Các biện pháp kỹ thuật đi vòng và nối mạch “loopback” được sử dụng để kết nối với các cáp khác. Các kỹ thuật này rất phù hợp đối với cấu trúc ring sử dụng truyền dẫn phân cấp số đồng bộ SDH (Synchronous Digital Hierachy).

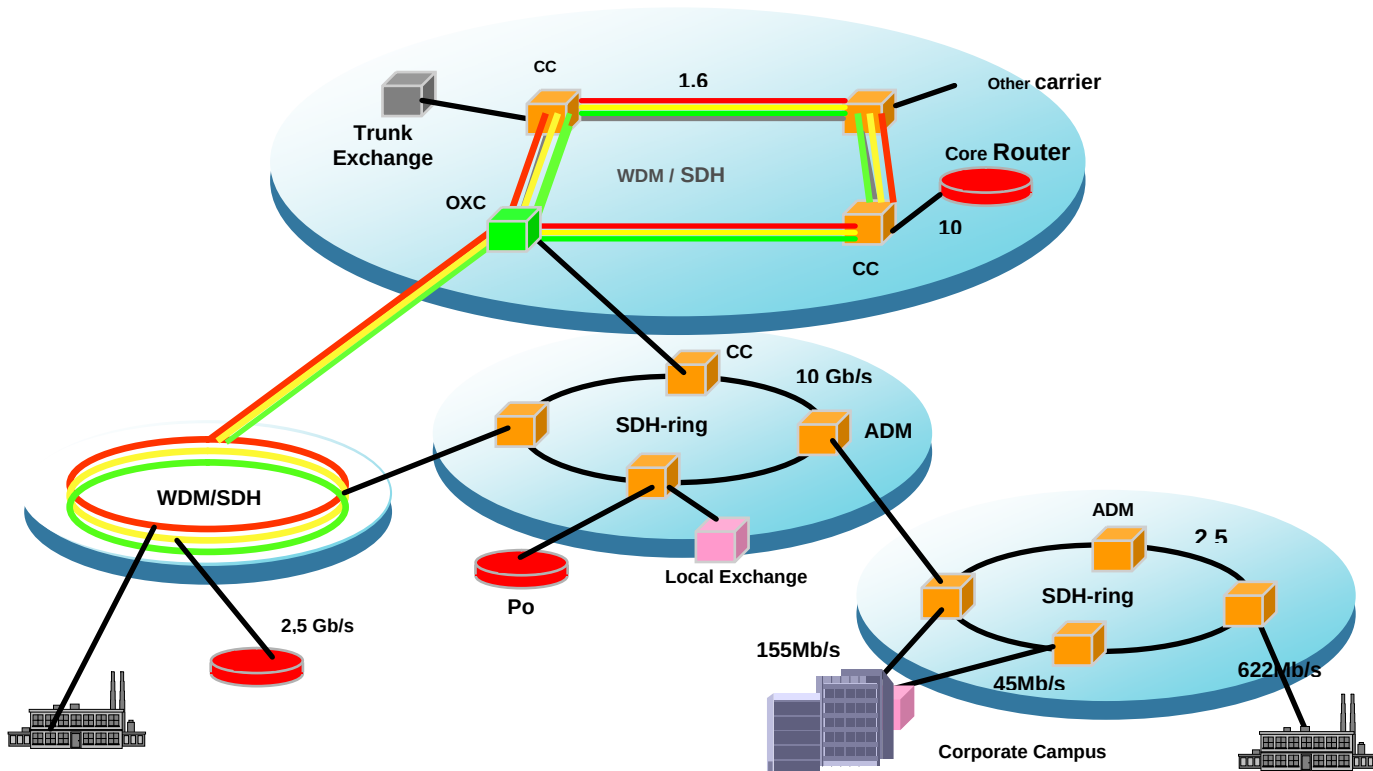
4.5 Quản lý và điều khiển mạng quang:

4.5.1 Các phần tử của mạng quang:

Trong phần này ta sẽ khảo sát cấu tạo và chức năng của các phần tử nút mạng trong hệ thống quang. Mạng gồm:

- Bộ đầu cuối quang LT (Line Terminal)
- Bộ ghép tách/ghép OADM (Add/drop Multiplexer)
- Bộ kết nối chéo CC (Crossconnect)
- Bộ khuếch đại quang LA (Line Amplifier)

Trong đó thông thường được kết hợp chức năng khuếch đại chung với CC, LT và ADM để bù suy hao.



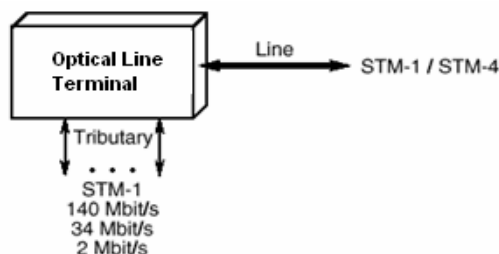
Hình 4.17 Các thành phần của mạng quang trong thực tế

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 phần 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.

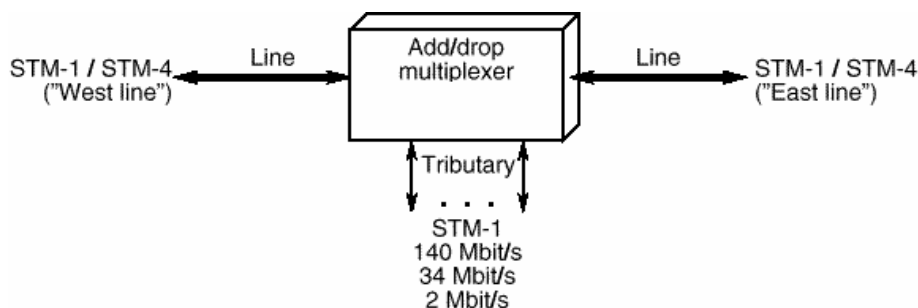


Hình 4.18 Sơ đồ ứng dụng của bộ ghép đầu cuối.

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.

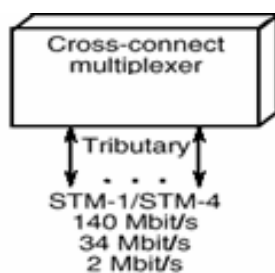
Chức năng của bộ tách/ghép là nó được cấu hình để tách/ghép một số luồng PDH/SDH, một số kênh bước sóng, các luồng còn lại được cấu hình cho đi xuyên qua.



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.

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, xóa 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 khác. Chẳng hạn, một người truy cập tại chỗ chỉ có thể 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

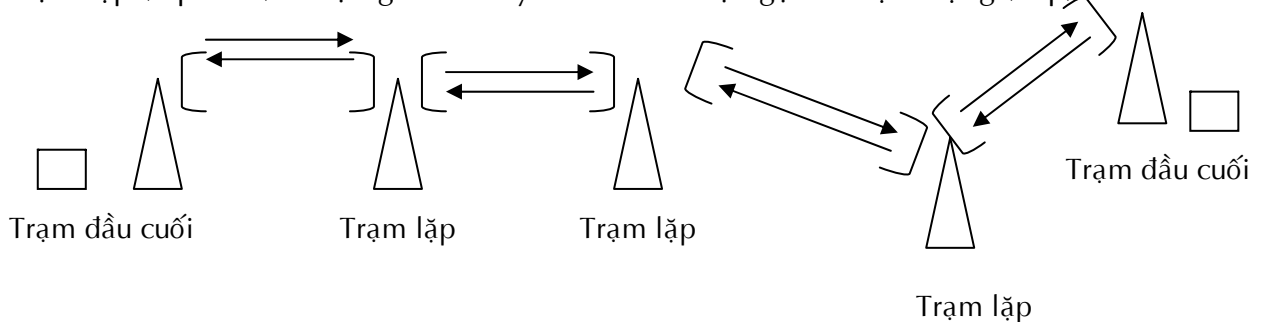
HỆ THỐNG THÔNG TIN VIBA VÀ VỆ TINH

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.

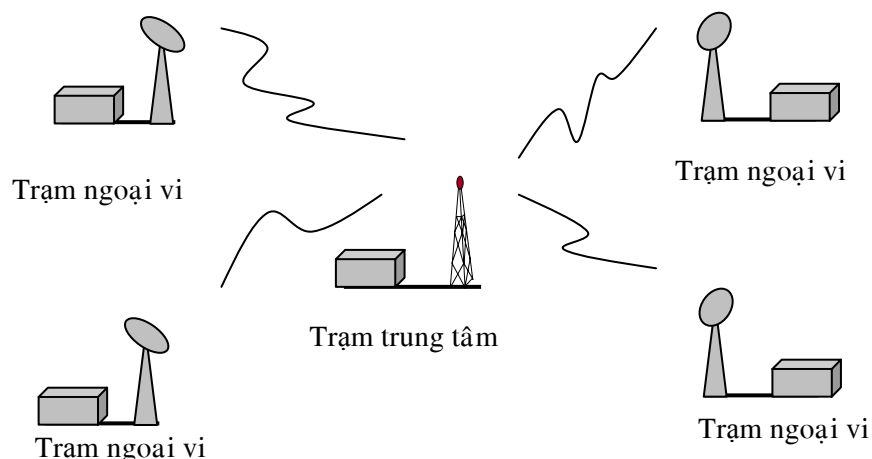
Sau đây là một vài loại mạng viba số đang được sử dụng phổ biến:

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.

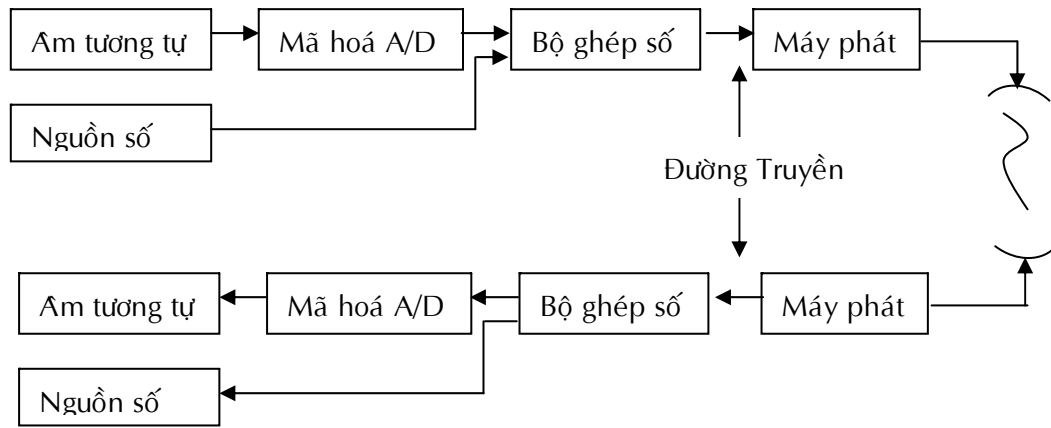
Thiết bị được thiết kế để hoạt động trong các băng tần 1,5GHz; 1,8GHz và 2,4GHz sử dụng một sóng mang cho hệ thống hoàn chỉnh có trung kế PCM 64kbit/s cho điện thoại và/hoặc cho số liệu tốc độ thấp. Hoàn toàn sẵn sàng cho mọi trung kế trong hệ thống. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia thời gian được sử 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.

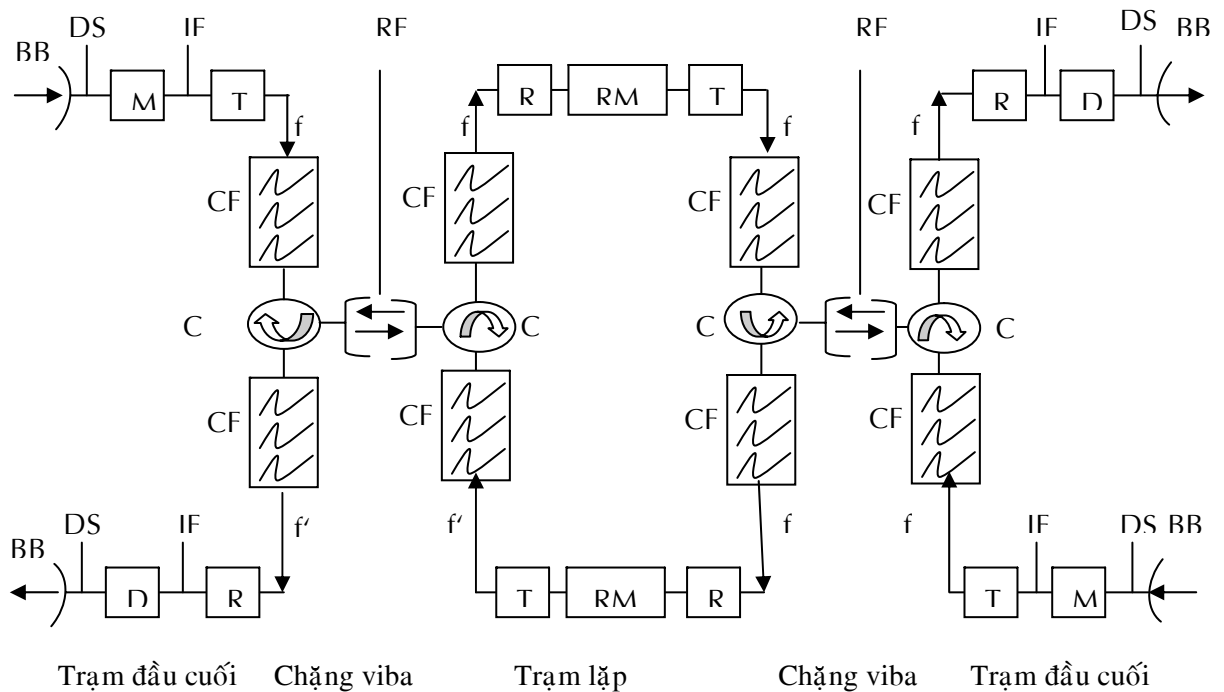
5.1.2 Vi ba số điểm nối điểm:

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.



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

bằng 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 antenna thông qua bộ lọc dải thông, bộ xoay vòng và cáp antenna (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.

Antenna 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 antenna bức xạ.

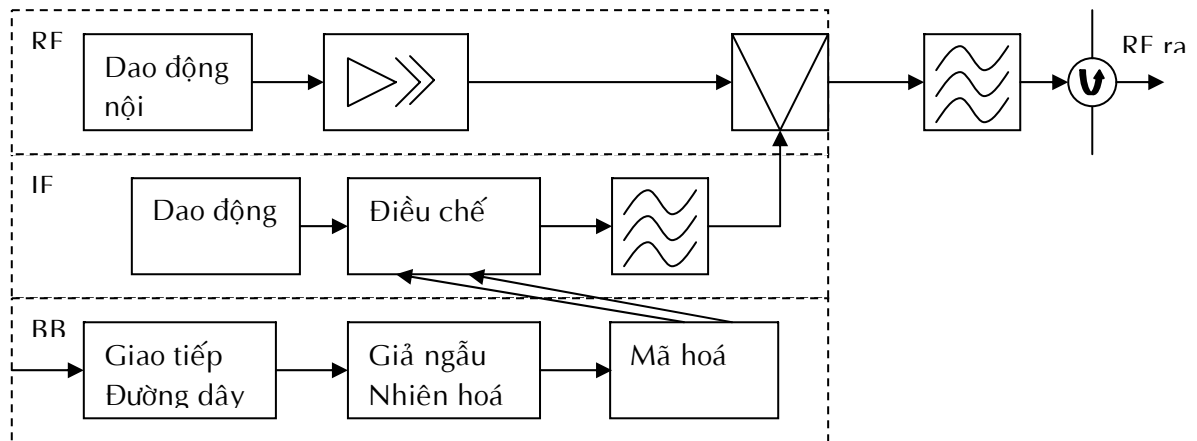
Tại trạm đầu cuối, tín hiệu băng gốc được khôi phục ở bộ giải điều chế và được dẫn tới bộ phân kênh. Tại đây tín hiệu được phân kênh hoàn toàn.

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 bội 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:

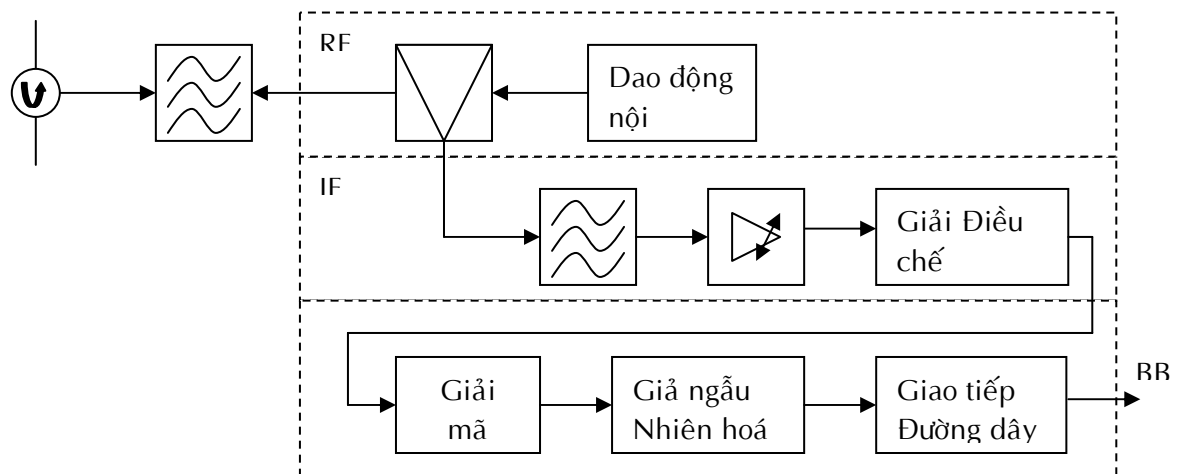
Bộ lọc sau bộ biến đổi tần trên để loại trừ những băng không mong muốn và sóng mang LO. Băng còn lại được đưa vào bộ khuếch đại công suất cao tần. Diot tách sóng lấy tín hiệu ra để giám sát với mức công suất dự tính qua một bộ ghép một hướng. Tín hiệu cao tần RF ở đầu ra của bộ ghép một hướng được đưa 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.

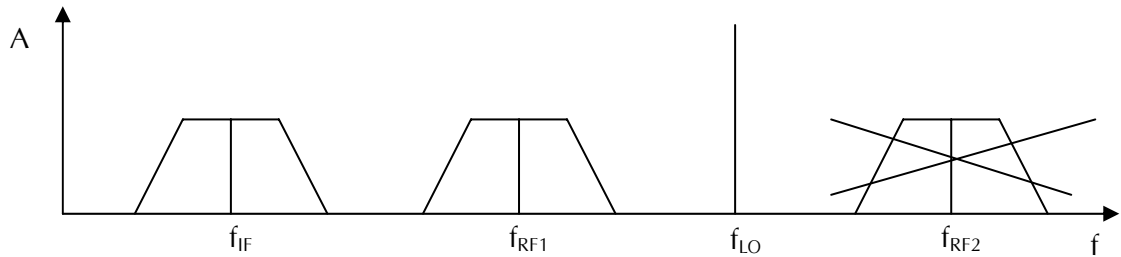
Bộ dao động nội (LO) để tạo sóng mang vô tuyến dùng cho việc đổi tần xuống của tín hiệu vô tuyến. Tần số vô tuyến này không được khác với tần số các máy thu.

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:

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

Do đó sẽ có hai tần số vô tuyến (f_{RF1} và f_{RF2}) rơi vào dải IF: một là tần số mong muốn và thành phần còn lại là tần số ảnh. Sau mỗi bộ khuếch đại RF, có bộ lọc chặn băng để hạn chế băng âm ảnh sinh ra.

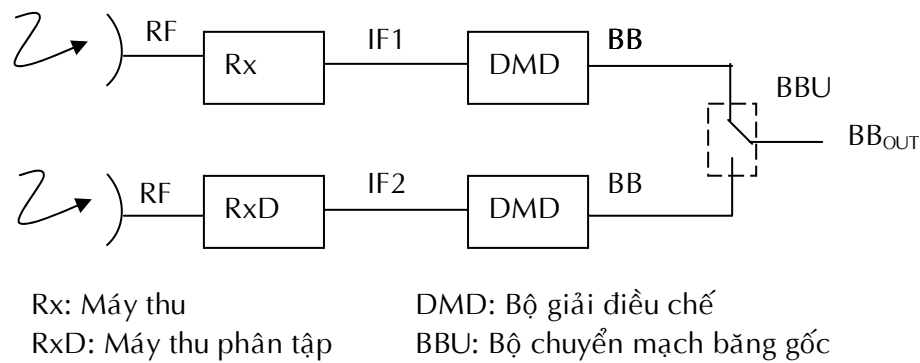
Bộ khuếch đại IF khuếch đại tín hiệu IF đến mức cố định cho trước rồi đưa đến bộ giải điều chế. Biên độ tín hiệu IF ở ngõ ra của bộ đổi tần xuống phụ thuộc vào mức tín hiệu thu do đó biên độ tín hiệu IF cho bộ giải điều chế phải được cân bằng bộ khuếch đại AGC. Điều khiển AGC cùng lúc có thể sử dụng để hiển thị điện áp của mức thu.



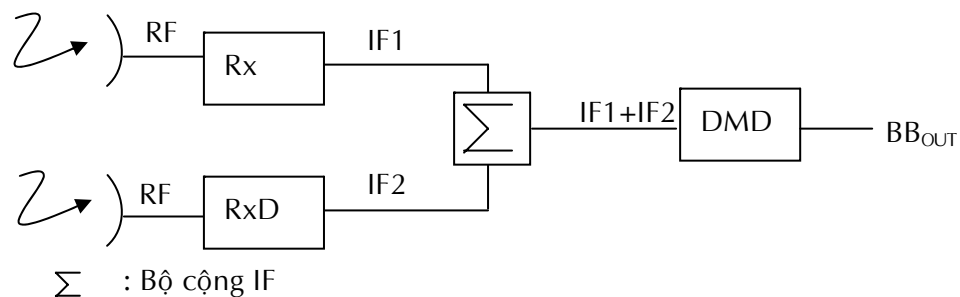
Hình 5.7 Tần số ảnh bị loại bỏ bằng bộ lọc kênh.

Máy thu cho phân tập không gian:

Trong phân tập không gian, tín hiệu RF được thu từ hai anten ở hai vị trí khác nhau. Tùy theo thiết kế, ngõ ra của tín hiệu băng gốc BB có thể là tín hiệu tốt nhất từ hai tín hiệu trung tần hoặc là tổng của hai tín hiệu này:



Hình 5.8 Phân Tập không gian với phương pháp chuyển mạch tín hiệu băng gốc



Hình 5.9 Phân Tập không gian với phương pháp cộng IF

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.

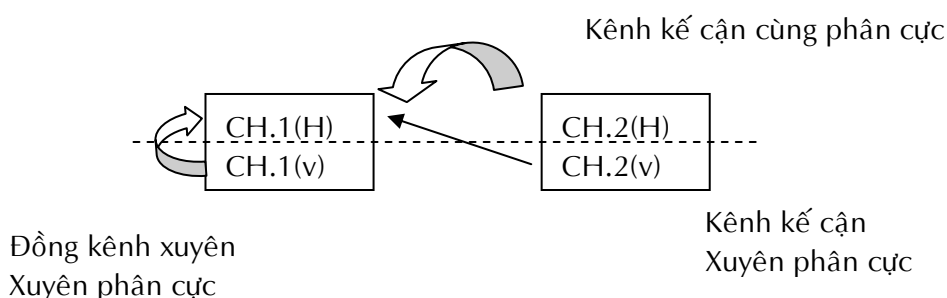
5.3 Nhiều và phân bố tần số:

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 Nhiều tần số

Nhiều giữa các kênh vô tuyến:

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



Hình 5.10 Nhiều giữa các kênh phân cực

Nhiều 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 chạng 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 chạng kế cận phải được thay đổi tuần tự.

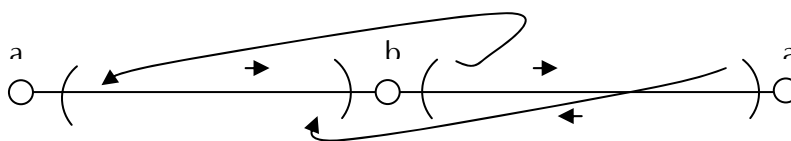
Tỉ số C/I có thể tính như sau:

$$C/I = a_a + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_a : sự lệch góc giữa hai anten đầu 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:

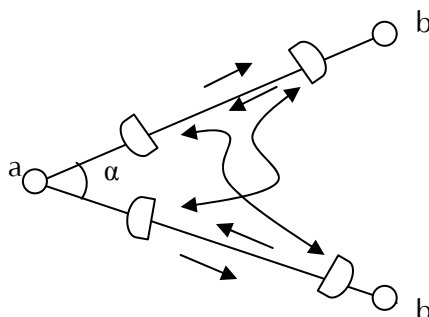
Tỉ số C/I được tính như sau:

$$C/I = a_a + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_a : 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:

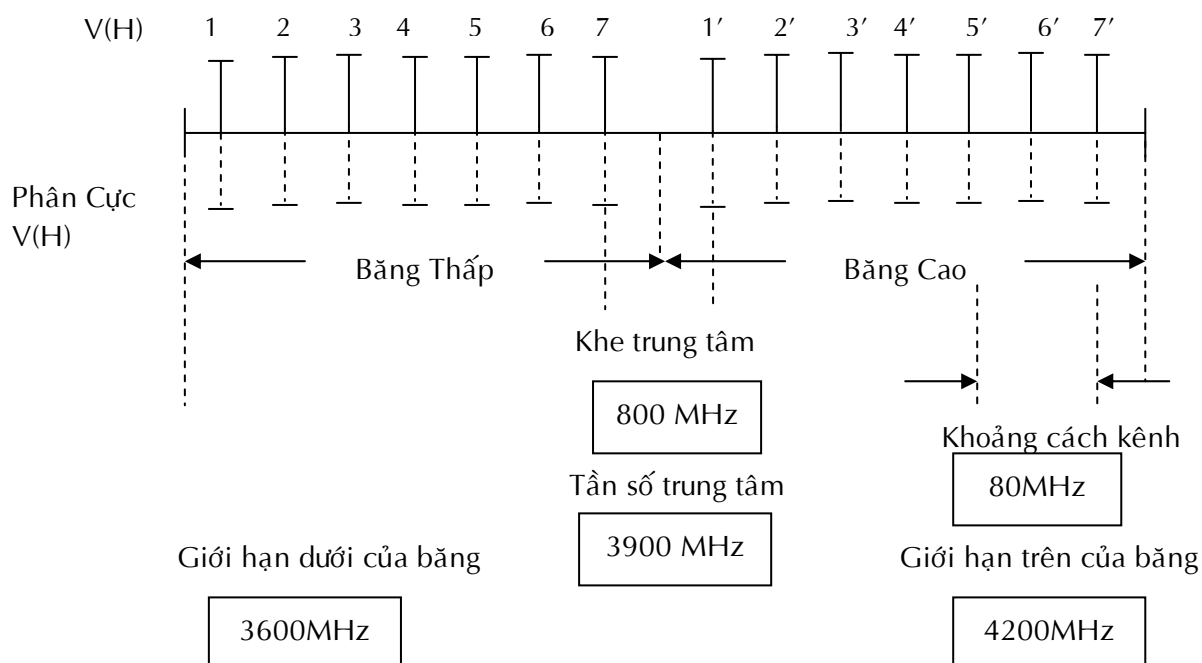
$$\Delta B=(1+r)R_s, \text{ với } r \text{ là hệ số roll-off}$$

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

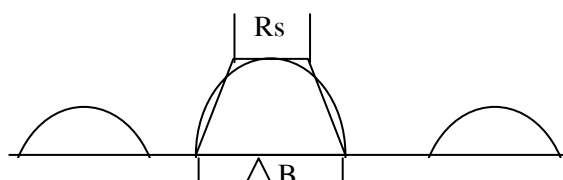
Khoảng cách giữa các kênh vô tuyến ΔF

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

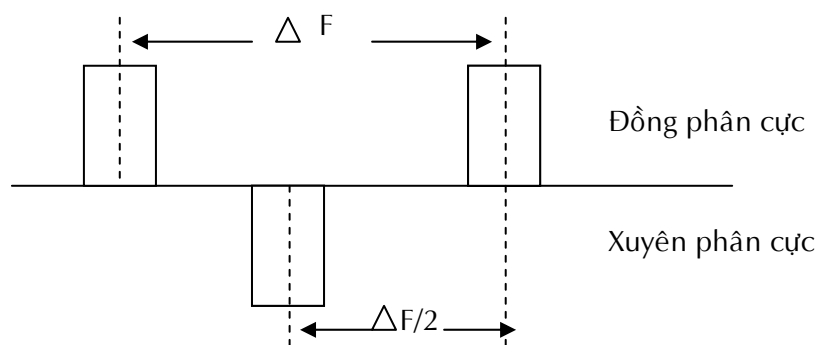
Ví dụ: Đối với hệ thống 140Mbit/s, 16 QAM hoạt động bằng tần 6,7GHz khoảng cách giữa các kênh cho chế độ kênh là 80 MHz và là 40 MHz cho chế độ phân cực giữa hai kênh kế cận. Hiệu quả sử dụng dải thông sẽ là 3,5bit/s.



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		
5	10875		
6	10915		
7	10955	530MHz	
8	10995		
9	11035		
10	11075		
11	11115		
12	11155	90MHz	↑
f ₀	11200		
1'	11245		↓
2'	11285		
3'	11325		
4'	11365		
5'	11405		
6'	11455	1000MHz	
7'	11485		
8'	11525		
9'	11565		
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		
4	12849		
5	12877		
6	12905		
7	12933	266MHz	
8	12961		
f ₀	12996	70MHz	↓
1'	11035		
2'	12793		
3'	13087		
4'	13115	500MHz	
5'	12877		
6'	13071		
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:

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

Phần trên của băng: $f'_n = (f_0 + 7 + 28n)$ (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 $f_0=12996$ 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):

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

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

$G=6,67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}$ -là hằng số trọng lượng.

$R=6378 \text{km}$ - 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 ($1 \text{ ngày} = 23\text{h}56'4''$), 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 $240 \div 275 \text{ms}$, 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: $f_{pm} = 5,925 \div 6,425 \text{ GHz}$

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

Với băng thông $B=500 \text{MHz}$ 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

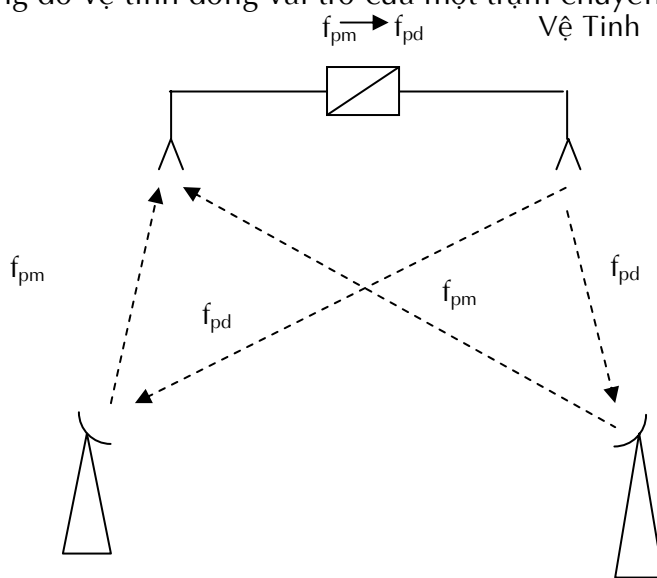
Ngày nay, do nhu cầu ngày càng tăng của thông tin vệ tinh, các dải tần thu phát khác đang bắt đầu được khai thác

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.

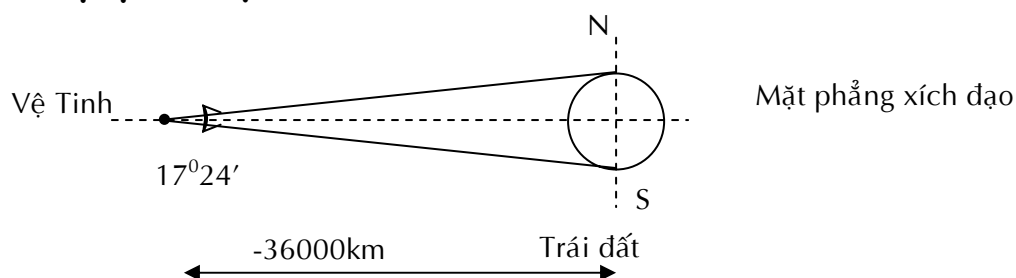
- Truyền tương tự: điều chế FM
- Truyền số: điều chế DPSK, MSK với các phương pháp mã hoá phức tạp.

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 thỏa 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 cung 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.

Chương 6: BAO HIỆU TRONG HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

CHƯƠNG 6: BẢO HIỆU TRONG HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

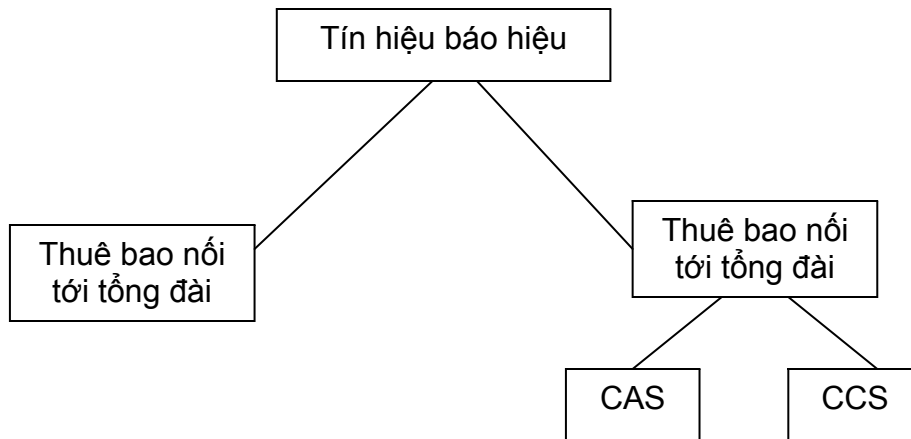
1. Tổng quan về báo hiệu:

1.1 Tổng quan:

Trong thông tin điện thoại, báo hiệu nghĩa là chuyển và hướng dẫn thông tin từ một điểm đến một điểm khác thích hợp để thiết lập và giám sát cuộc gọi thoại.

Thông thường tín hiệu báo hiệu được chia làm hai loại:

- Báo hiệu mạch vòng thuê bao, ví dụ như tín hiệu báo hiệu giữa thuê bao và tổng đài nội hạt.
- Báo hiệu giữa các tổng đài, ví dụ như báo hiệu giữa các tổng đài.



Hình 1. Phân loại tín hiệu báo hiệu.

Tín hiệu báo hiệu giữa các tổng đài được chia thành:

- Báo hiệu kênh liên kết (CAS), ví dụ sử dụng kênh 16 trong khung PCM dùng để báo hiệu
- Báo hiệu kênh chung (CCS), có nghĩa là tất cả các tín hiệu báo hiệu ở một kênh tách biệt với kênh thoại. Kênh báo hiệu này được dùng chung cho một số lớn các kênh thoại.

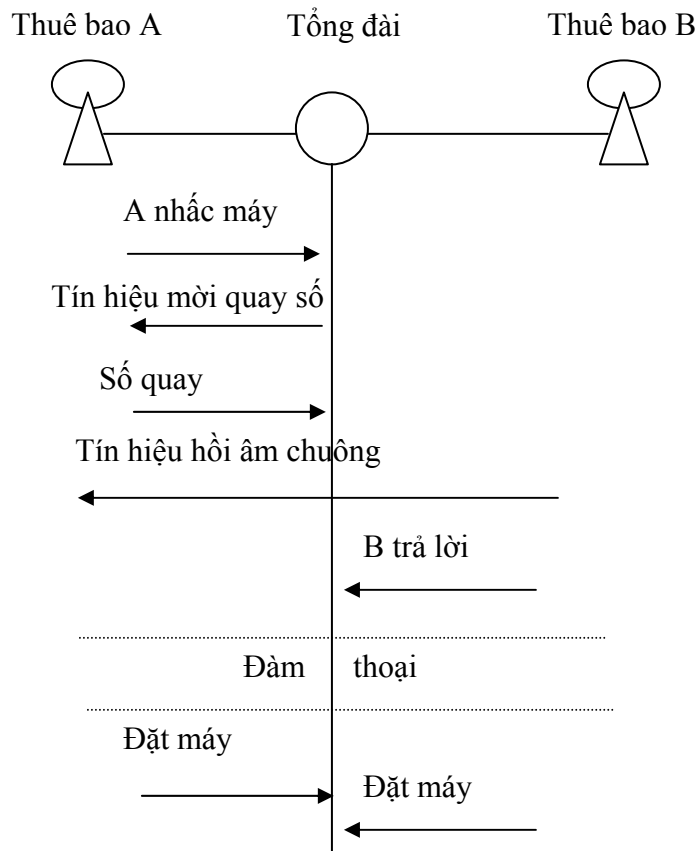
1.2. Báo hiệu mạch vòng thuê bao:

Để bắt đầu cuộc gọi, thuê bao điện thoại nhắc tổ hợp. Thao tác này được thực hiện đã đưa tín hiệu tới tổng đài, cho tổng đài biết rằng thuê bao muốn thiết lập cuộc gọi.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Ngay khi tổng đài thu được tín hiệu của thuê bao, nó gửi cho thuê bao tín hiệu mời quay số và sau đó thuê bao có thể bắt đầu quay số mong muốn.

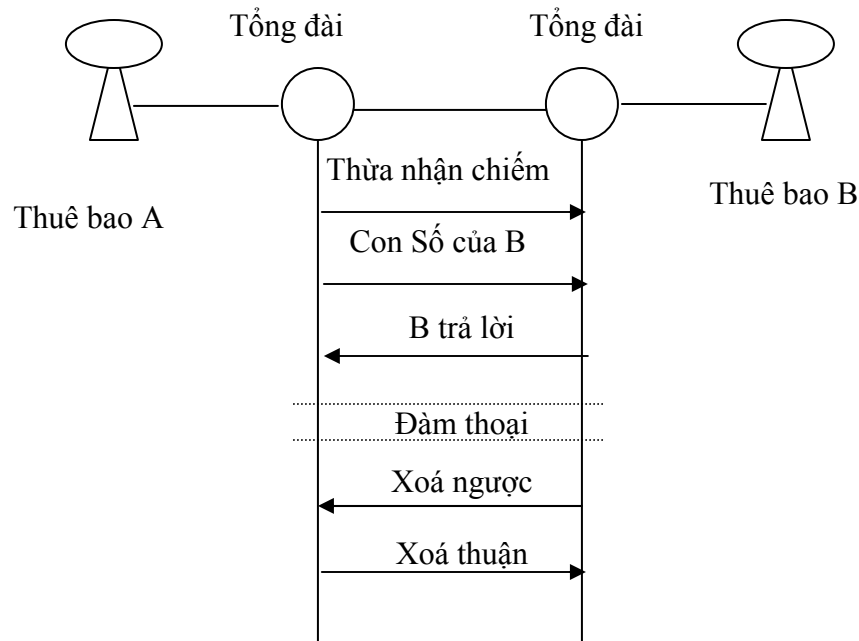
Sau khi quay số xong, thuê bao thu được tổng đài tín hiệu về trạng thái của cuộc gọi, tín hiệu hồi chuông, tín hiệu cuộc gọi đã được nối, tín hiệu báo bận hoặc một số tín hiệu đặc biệt khác. Sau đây là một số tín hiệu liên quan tới thuê bao điện thoại. Xem hình 2. Chú ý rằng thuê bao bị gọi luôn được xem như là thuê bao A và thuê bao bị gọi được gọi là thuê bao B.



Hình 2 Ví dụ về các tín hiệu của mạch vòng thuê bao.

1.3. Báo hiệu giữa các tổng đài:

Báo hiệu trong điện thoại cũng liên quan với thông tin báo hiệu giữa các tổng đài (tín hiệu đường dây và tín hiệu của bộ đăng ký). Xem hình 3.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông**Hình 3. Ví dụ về các tín hiệu của báo hiệu giữa các tổng đài.**

Các tín hiệu của bộ đăng ký được sử dụng trong thời gian thiết lập cuộc gọi để chuyển giao địa chỉ và loại thông tin, còn các tín hiệu đường dây được sử dụng trong toàn bộ thời gian của cuộc gọi để giám sát trạng thái của đường dây.

Các nội dung thông tin trong những tín hiệu này hầu như giống với tín hiệu mạch vòng thuê bao.

Cho tới giữa những năm 60 tất cả tín hiệu báo hiệu như vậy được mang hoặc liên kết trực tiếp với kênh thoại. Kiểu báo hiệu truyền thống như thế này được gọi là báo hiệu liên kết.

1.4. Báo hiệu kênh liên kết-CAS:

Những năm qua, một số các hệ thống báo hiệu liên kết khác nhau đã được phát triển. Một số đã được CCITT định nghĩa. Đặc trưng của loại báo hiệu này là đối với mỗi kênh thoại có một kênh báo hiệu xác định rõ ràng. Tất cả các hệ thống báo hiệu này có một số hạn chế như: tương đối chậm, dung lượng thông tin hạn chế v...v Vào những năm 60 khi những tổng đài được điều khiển chương trình đã lưu trữ đưa vào mạng điện thoại thì rõ ràng là khái niệm báo hiệu mới có thể đưa ra nhiều ưu điểm hơn so với các hệ thống báo hiệu truyền thống.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Trong khái niệm này báo hiệu này, các đường truyền số liệu tốc độ cao giữa các bộ xử lý của các tổng đài SPC được sử dụng để mang tất cả các báo hiệu còn các mạch thoại để mang tiếng nói.

Loại báo hiệu mới này thường gọi là báo hiệu kênh chung (CCS).

1.5. Báo hiệu kênh chung CCS:

Ở hệ thống báo hiệu này, tín hiệu báo hiệu cho nhiều mạch có thể được xử lý bởi một ít các kênh số liệu báo hiệu tốc độ cao. Báo hiệu này được thực hiện ở cả hai hướng, với một kênh báo hiệu cho mỗi hướng.

Thông tin báo hiệu được chuyển giao tạo nhóm thành những khối tín hiệu. Bên cạnh những thông tin chỉ dành cho báo hiệu, cũng cần có sự nhận dạng mạch thoại, thông tin địa chỉ (nhấn) và thông tin điều khiển lỗi.

Các tổng đài điều khiển bằng chương trình đã lưu trữ (SPC) cùng với các kênh báo hiệu sẽ tạo thành mạng báo hiệu “chuyển mạch gói” logic riêng biệt.

Hiện nay có hai loại tín hiệu chuẩn khác nhau cho báo hiệu khung khả dụng.

Hệ thống thứ 1 là hệ thống báo hiệu số 6 của CCITT, nó được ra đời vào đầu năm 1968 được sử dụng dành cho đường dây analog, cho lưu lượng quốc tế.

Hệ thống thứ hai là hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT, nó được xác định vào những năm 1970/80, dành cho các mạng số quốc gia và quốc tế, nơi có thể khai thác với tốc độ truyền dẫn cao (64kbit/s). Nó cũng còn có thể được sử dụng ở các đường dây analog.

Hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT không những được thiết kế để điều khiển, thiết lập và giám sát các cuộc gọi thoại mà còn cho các cuộc gọi của dịch vụ phi thoại. Hệ thống này có một vài ưu điểm so với các hệ thống báo hiệu truyền thống. Một số ưu điểm nổi bật có thể kể đến như sau:

- Nhanh: thiết lập cuộc gọi nhanh chóng
- Dung lượng cao: mỗi kênh báo hiệu xử lý tín hiệu báo hiệu cho vài nghìn cuộc gọi cùng một lúc.
- Kinh tế: cần ít thiết bị hơn so với các hệ thống báo hiệu truyền thống
- Linh hoạt: hệ thống có thể chứa nhiều tín hiệu, có thể sử dụng cho nhiều mục đích chứ không chỉ cho điện thoại.

1.6 Báo hiệu trong tương lai:

Hệ thống báo hiệu số 7 được thiết kế cho điện thoại và nhiều loại hình dịch vụ viễn thông khác.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Trong những năm 80 nhu cầu về các dịch vụ mới tăng lên nhanh chóng, vì vậy hệ thống báo hiệu số 7 đã phát triển để đáp ứng các yêu cầu báo hiệu cho tất cả các dịch vụ mới này.

Trong tương lai hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT sẽ tăng thêm phần quan trọng và làm cơ sở cho các dịch vụ viễn thông mới trong mạng như:

PSTN: mạng chuyển mạch điện thoại công cộng

ISDN: mạng số liên kết đa dịch vụ

IN: mạng thông minh

PLMN: mạng thông tin di động công cộng trên mặt đất (đặc biệt là mạng di động số)

2. Các khái niệm cơ bản của hệ thống báo hiệu

2.1 Điểm báo hiệu:

Điểm báo hiệu (SP) là nút chuyển mạch hoặc xử lý trong mạng báo hiệu có thể thực hiện các chức năng của hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT.

Tổng đài điện thoại, có chức năng như là điểm báo hiệu thì phải là tổng đài loại điều khiển, vì báo hiệu số 7 là dạng thông tin số liệu giữa các bộ xử lý.

2.2 Kênh báo hiệu/ chùm kênh báo hiệu

Hệ thống báo hiệu kênh chung sử dụng kênh báo hiệu (SL) để chuyển tải thông tin báo hiệu giữa hai điểm báo hiệu.

Về vật lý, kênh báo hiệu bao gồm kết cuối báo hiệu ở mỗi đầu của kênh và vài loại môi trường truyền dẫn (thường là khe thời gian ở đường truyền PCM) đầu nối hai kết cuối báo hiệu.

Một số các kênh báo hiệu song song đầu nối trực tiếp hai điểm báo hiệu với nhau tạo thành chùm kênh báo hiệu

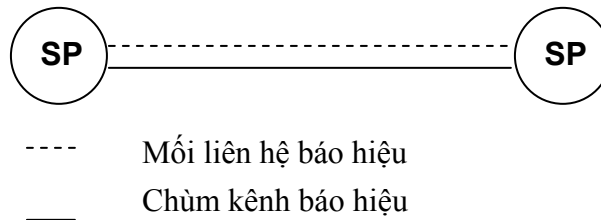
2.3 Các phương thức báo hiệu

Khái niệm phương thức báo hiệu là sự kết hợp giữa đường chuyển thông tin báo hiệu và đường thoại (hoặc đường số liệu) mà thông tin báo hiệu có liên quan tới.

Ở phương thức báo hiệu kết hợp, các thông tin báo hiệu liên quan đến cuộc gọi đi theo cùng đường với tín hiệu thoại giữa hai điểm kế nhau.

Trong phương thức báo hiệu gán kết hợp, các thông tin báo hiệu liên quan đến cuộc gọi được chuyển trên hai hoặc nhiều chùm kênh báo hiệu ở tamdem đi qua một hoặc nhiều điểm báo hiệu khác với điểm báo hiệu đích của thông tin báo hiệu.

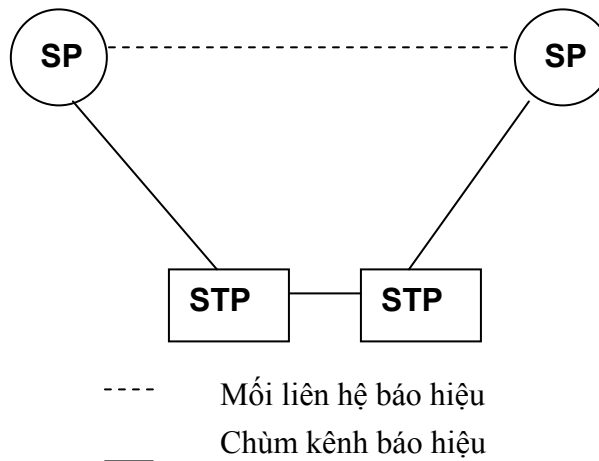
Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông



Hình 4. Phương thức báo hiệu kết hợp.

Trong trường hợp này, các thông tin báo hiệu được chuyển trên tuyến khác với tuyến thoại.

Các điểm báo hiệu mà thông tin báo hiệu đi qua được gọi là các điểm chuyển giao báo hiệu (STP).



Hình 5. Phương thức báo hiệu gián kết hợp

2.4 Các phương thức của điểm báo hiệu

Điểm báo hiệu – nơi mà thông tin báo hiệu được tạo ra được gọi là điểm nguồn.

Điểm báo hiệu- nơi mà thông tin báo hiệu đi đến gọi là điểm đến.

Điểm báo hiệu mà thông tin báo hiệu thu được trên một kênh báo hiệu sau đó chuyển giao cho mỗi kênh khác mà không xử lý nội dung của tin báo thì được gọi là điểm chuyển giao báo hiệu STP.

Ở phương thức báo hiệu là một đường đã được xác định trước để tin báo đi qua mạng báo hiệu giữa điểm báo hiệu nguồn và điểm báo hiệu đích.

2.5 Tuyến báo hiệu

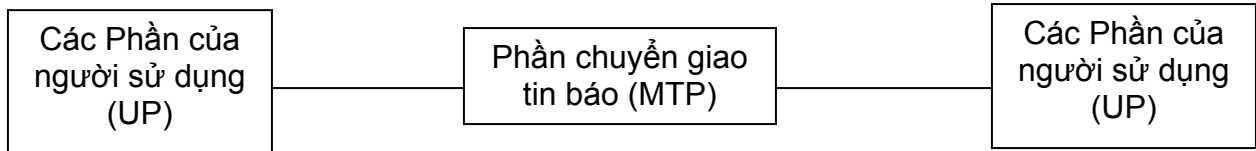
Tuyến báo hiệu là một đường xác định trước để tin báo đi qua mạng báo hiệu giữa điểm báo hiệu nguồn và điểm báo hiệu đích. Tuyến báo hiệu bao gồm một chuỗi SP/STP và được đấu nối với nhau bằng các kênh báo hiệu. Tất cả các tuyến báo hiệu

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

mà các thông tin báo hiệu có thể sử dụng để đi qua mạng báo hiệu giữa điểm báo hiệu nguồn và điểm báo hiệu đích gọi là chùm tuyến báo hiệu cho mối quan hệ báo hiệu đó.

2.6 Các khối chức năng của hệ thống báo hiệu số 7

Hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT bao gồm một số các khối chức năng như được chỉ ra trong hình như sau:



Hình 6. Cấu trúc cơ bản của SS7.

Phần chuyển giao tin báo MTP là việc bỏ một hệ thống vận chuyển chung để chuyển giao tin cậy các thông tin báo hiệu giữa các điểm báo hiệu.

Ở hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT có một số các phần của người sử dụng khác nhau đã được xác định. Mỗi phần của người sử dụng có các chức năng và các thủ tục riêng biệt cho mỗi loại người sử dụng hệ thống báo hiệu riêng biệt nào đó.

Ví dụ về phần của người sử dụng là phần của người sử dụng điện thoại (TUP) và phần của người sử dụng số liệu (DUP).

Phần chuyển giao tin báo (MTP)

Phần chuyển giao tin báo truyền tải các thông tin báo hiệu giữa các phần của người sử dụng khác nhau và nội dung của mỗi tin báo như vậy hoàn toàn độc lập. Nhiệm vụ của MTP là truyền tải thông tin báo hiệu từ một phần của người sử dụng tới phần của người sử dụng khác theo cách rất tin cậy. Điều này có nghĩa là bản tin báo được chuyển giao:

- Một cách đúng đắn, có nghĩa là tất cả các tin báo mép phải được sửa trước khi chúng được chuyển giao tới phần của người sử dụng thu.
- Sửa lỗi liên tiếp
- Không bị tổn thất hoặc lặp lại.

Các phần của người sử dụng:

Các phần của người sử dụng tạo ra và phân tích các thông tin báo hiệu. chúng sử dụng MTP như là chức năng truyền tải để mang thông tin báo hiệu tới các phần của người sử dụng khác cùng loại.

Có thể kể ra một số các phần của người sử dụng là:

TUP-phần của người sử dụng điện thoại.

DUP-phần của người sử dụng số liệu.

ISUP-phần của người sử dụng ISDN.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

MTUP-phần của người sử dụng điện thoại di động.

3. Mạng báo hiệu

3.1 Các thành phần của mạng:

Điểm báo hiệu (SP):

SP là một nút trong mạng báo hiệu số 7. Nó có cả MTP và một hoặc nhiều phần sử dụng được thực hiện. Một tổng đài nội hạt thực hiện hệ thống báo hiệu số 7 là một điểm báo hiệu.

Điểm chuyển giao báo hiệu (STP):

STP là một nút trong mạng báo hiệu số 7, nó chuyển giao tín hiệu báo thu được tới các điểm báo hiệu khác. Nó chỉ sử dụng các chức năng của MTP (đôi khi cũng là các chức năng của SCCP). Tổng đài quá giang có thể là một ví dụ về tổng đài có khả năng của điểm chuyển giao báo hiệu kết hợp. Và một tổng đài cũng có thể là SP, vừa có thể là STP.

Cặp STP:

Để nâng cao độ tin cậy của các STP, thí các SP thường làm việc cùng nhau thành từng cặp. Thường thì lưu lượng báo hiệu được chuyển giao được chia giữa hai STP trên cùng một tải chung. Trong trường hợp sự cố ở một STP thì các STP khác phải có khả năng xử lý tất cả các lưu lượng báo hiệu ở STP có sự cố.

Kênh báo hiệu (SL):

Kênh báo hiệu bao gồm hai đầu cuối báo hiệu đầu nối với các loại môi trường truyền (như khe thời gian ở hệ thống PCM)

Chùm kênh

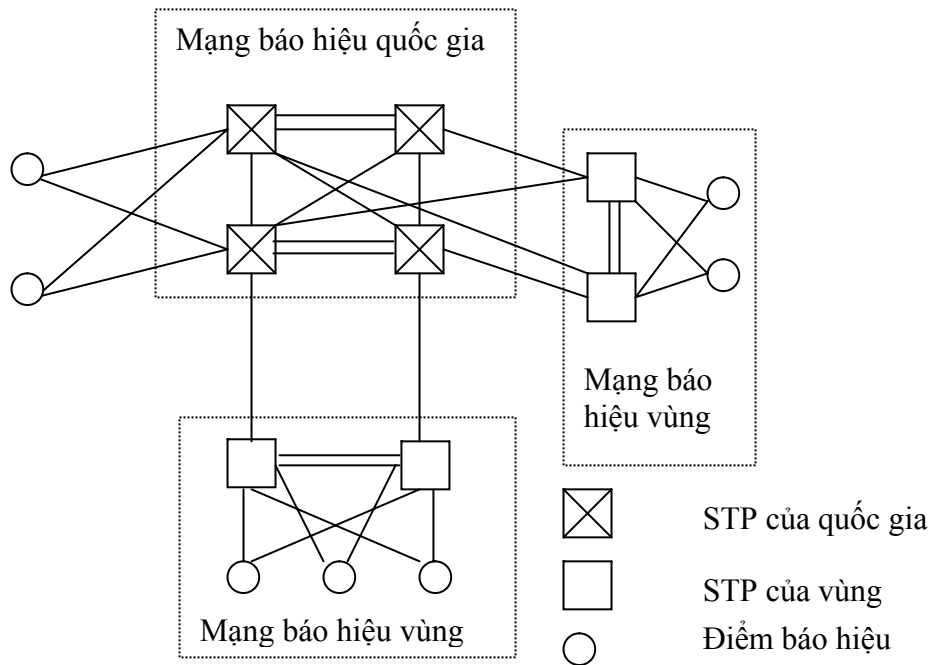
Một chùm kênh bao gồm một hoặc nhiều (lên tới 16) các kênh báo hiệu song song.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

3.2 Cấu trúc của mạng:

Để đáp ứng các mục đích của việc lập kế hoạch, như đã đề cập ở trên, cấu trúc của mạng báo hiệu dựa trên mức báo hiệu gần kết hợp cao có thể hay được sử dụng hơn.

Đối với nhiều nước, cấu trúc phân cấp với hai mức của các STP có thể là giải pháp tốt để lập kế hoạch mạng báo hiệu. Xem hình 7



Hình 7. Mạng báo hiệu có cấu trúc phân cấp

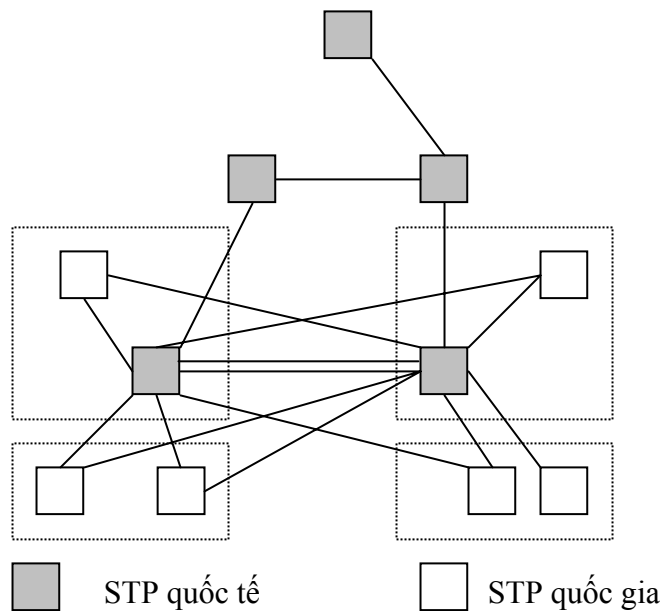
Mạng báo hiệu quốc gia được chia thành các vùng báo hiệu khu vực. mỗi vùng được phục vụ một cặp STP.

Mỗi vùng báo hiệu khu vực có thể được chia thành các vùng báo hiệu nội hạt. Vùng báo hiệu nội hạt bao gồm nhóm hoặc cụm các SP. Sự đấu nối giữa hai mức, các SP tới các STP của khu vực và các STP tới các STP của quốc gia sẽ được giải thích sau đây (cấu trúc đơn liên kết và đa liên kết). Hai mức STP được gọi là:

- STP quốc gia
- STP khu vực

Báo hiệu giữa các vùng báo hiệu khu vực thường được thực hiện qua các STP quốc gia.

Đối với các mạng báo hiệu quốc tế thì cần một hoặc nhiều mức ở phân cấp – Các STP quốc tế. Xem hình 8.



Hình 8. Mạng báo hiệu quốc tế.

3.3 STP tổ hợp/STP không tổ hợp

Có hai loại STP có thể được sử dụng trong mạng báo hiệu.

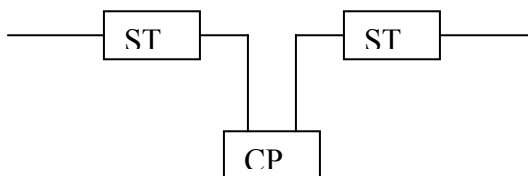
STP tổ hợp

STP tổ hợp thường là tổng đài nội hạt hoặc là tổng đài quá giang có thực hiện các chức năng STP. Điều này có ý nghĩa chỉ là một phần của dung lượng bộ xử lý có thể được sử dụng cho chức năng STP. Ưu điểm của các STP tổ hợp là:

- Thực hiện nhanh
- Hiệu quả Giá thành (dùng lưu lượng dự trữ ở tổng đài đã lắp đặt)
- Tổng lưu lượng báo hiệu thấp hơn (lưu lượng trên các tuyến giữa các SP và STP không cần chuyển giao tín hiệu-không có lưu lượng STP)

STP không tổ hợp (STP đứng một mình):

STP không tổ hợp là một tổng đài rất đơn giản. Nó bao gồm hệ thống xử lý và các kết cuối báo hiệu (ST) và phân hệ báo hiệu kênh chung xem hình.



Hình 9 STP đứng một mình.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Những ưu điểm của STP là không tổ hợp là:

- toàn bộ dung lượng của bộ xử lý dùng cho chức năng STP
- STP sẽ không bị ảnh hưởng bởi lỗi ở các phần khác của tổng đài như ở các STP tổ hợp.

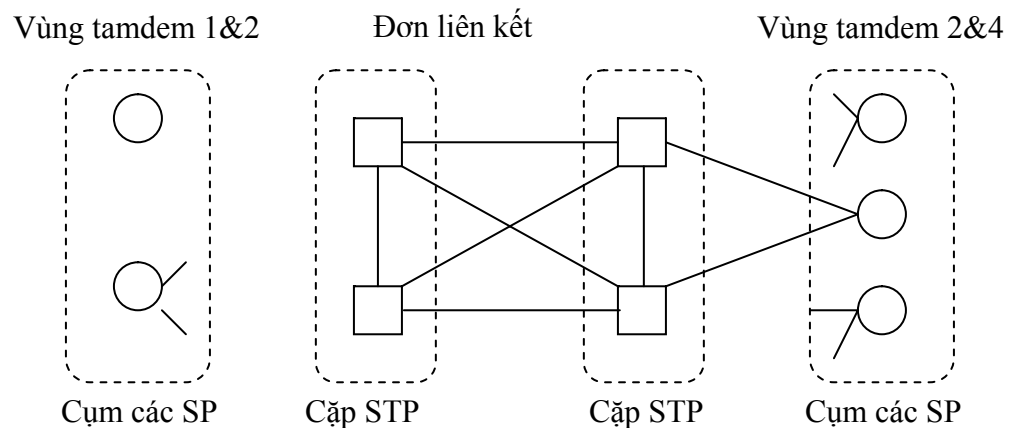
3.4 Độ tin cậy của mạng

Khi lập kế hoạch mạng báo hiệu thì độ tin cậy là yếu tố rất quan trọng phải được quan tâm. Cấu trúc của mạng báo hiệu cần được thiết kế sao cho luôn có ít nhất hai đường tách biệt để thông tin cho tất cả các mối quan hệ báo hiệu trong mạng. Bằng cách này mạng báo hiệu có thể xử lý lưu lượng khi chuỗi các sự cố đơn lẻ xảy ra.

Nhờ thiết kế mạng theo cách tối ưu (hiệu quả giá thành), yêu cầu độ dư có thể được giảm. Điều này có thể đạt được nhờ sử dụng cấu trúc đa liên kết, thay vì sử dụng cấu trúc đơn liên kết.

Đơn liên kết:

Tất cả các kênh báo hiệu và tất cả các STP được tạo nhóm thành các cặp. Xem hình 10



Hình 10. Cấu trúc mạng đơn liên kết.

$$L_0 = L_n + L_n = 2L_n$$

$$L_n = 0.5L_0$$

L_0 = dung lượng STP yêu cầu khi STP hỏng, trạng thái quá tải

L_n = Trạng thái tải bình thường

Từ một SP có hai SL cho cặp STP. Nếu một SL bị hỏng thì SL liên kết của cặp sẽ được thiết kế để có thể magn toàn bộ lưu lượng.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Nguyên tắc giống như thế được áp dụng khi dung lượng lượng cấp liên kết được định cỡ.

STP cần có độ dư để đảm bảo cho sự cố của STP là 100%.

Đa liên kết:

Mỗi STP không chỉ có các SL ở mỗi cụm SP mà nó có ở vài cụm SP.

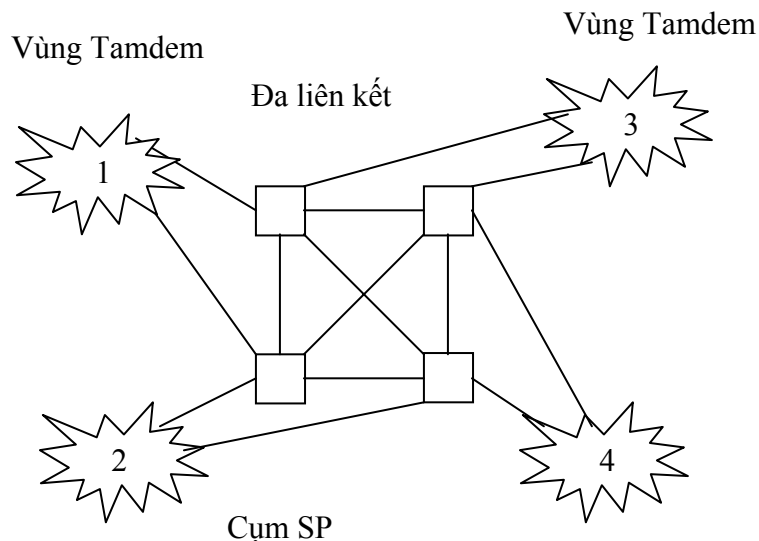
$$L_0 = L_n + 0.5L_n$$

$$L_n = 0.67L_0$$

Trong trường hợp STP có sự cố thì lưu lượng của STP sẽ được chất tải vào hai STP khác.

Như vậy với cấu trúc đa liên kết có thể được thiết kế bằng nhiều cách khác ở hình..., đó là cách kết hợp của 3 hoặc nhiều STP hoặc 3 hoặc nhiều cụm.

Các kênh báo hiệu trực tiếp giữa các SP ở các cụm khác nhau và giữa các STP của khu vực khác nhau có thể được thiết lập nếu cần thiết.



Hình 11 Cấu trúc mạng đa liên kết

4. Báo hiệu số 7 trong mạng PSTN

4.1 Tổng quan:

Ứng dụng đầu tiên của hệ thống báo hiệu số 7 là thiết lập cuộc gọi trong mạng điện thoại thông thường, PSTN.

Hệ thống báo hiệu số 7 thực hiện cùng các chức năng báo hiệu như các hệ thống báo hiệu truyền thống nhưng với kỹ thuật cao, phù hợp hơn với các hệ thống số và các tổng đài SPC.

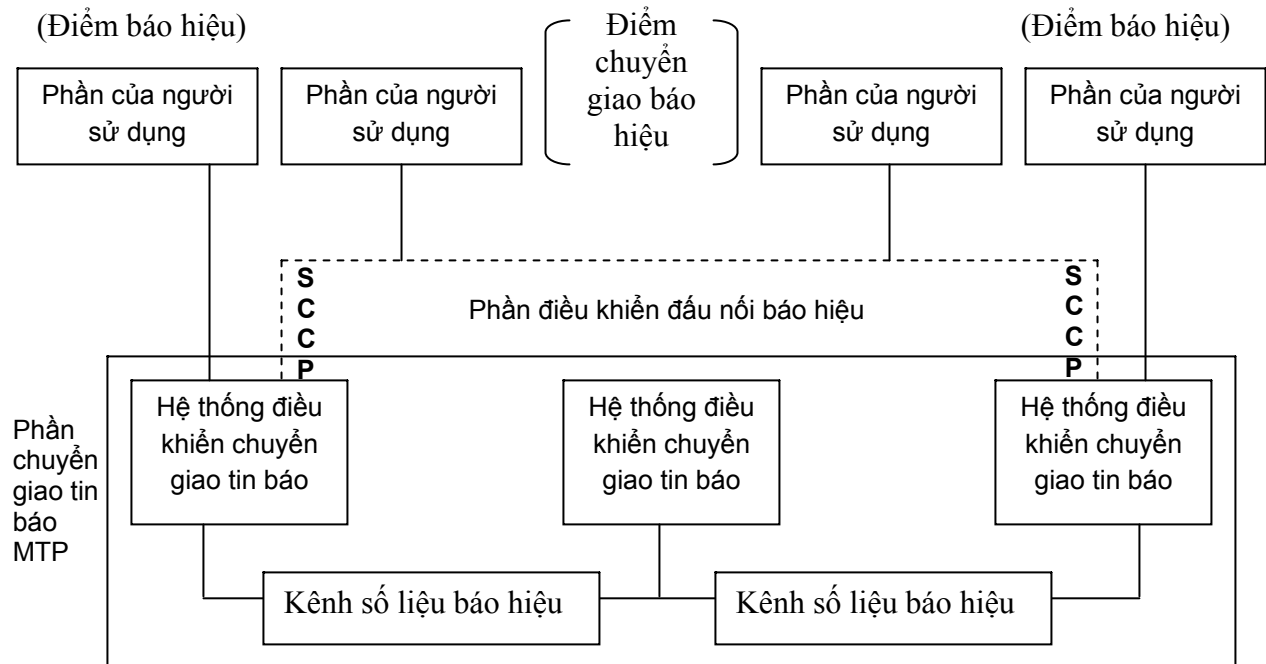
Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Đối với các thuê bao, SS7 có nghĩa là thiết lập cuộc gọi nhanh hơn và có năng lực cho các dịch vụ mới.

Đối với việc quản lý từ xa, báo hiệu số 7 có nghĩa là đòi hỏi ít thiết bị báo hiệu trong mạng hơn và tăng dung lượng của các cuộc thoại.

Đối với báo hiệu trong mạng điện thoại chuyển mạch công cộng PSTN đòi hỏi hệ thống báo hiệu giữa các tổng đài điện thoại (các điểm báo hiệu).

Phần của người sử dụng điện thoại (TUP) là phần của hệ thống báo hiệu, nó tạo nên tín hiệu điện thoại trong tổng đài chủ gọi, thu và dịch tín hiệu ở tổng đài bị gọi (tổng đài đích)



Hình 12 Cấu trúc hệ thống báo hiệu số 7 của CCITT.

4.2 Phần chuyển giao tin báo-MTP:

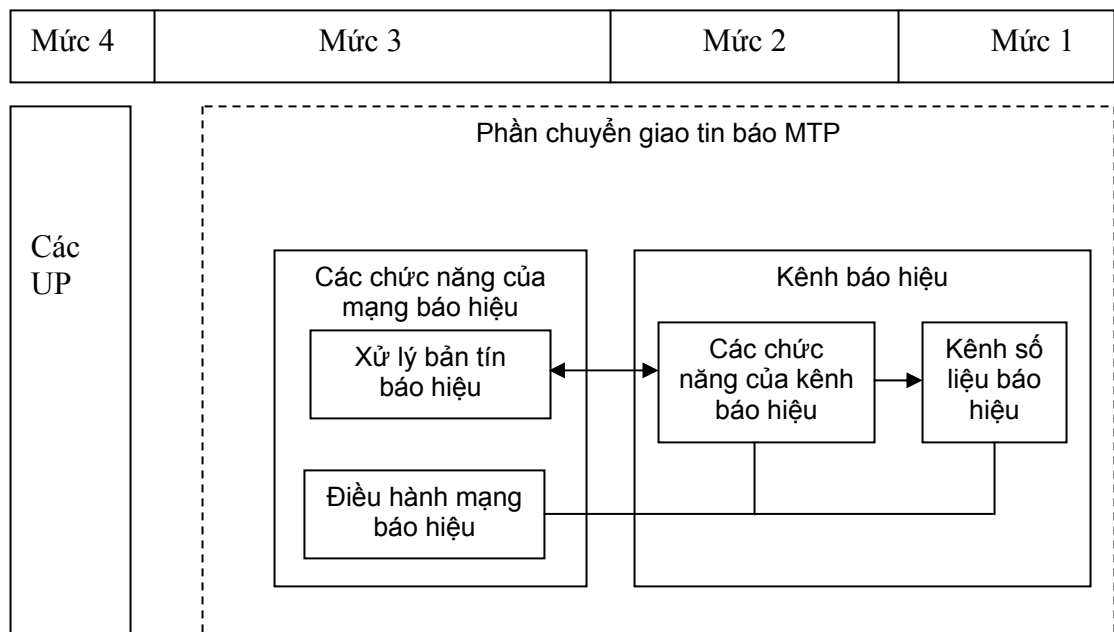
Phần chuyển giao tin báo là phần chung đối với tất cả các phần của người sử dụng trong một tổng đài. Nó bao gồm kênh số liệu báo hiệu (lớp 1), để đấu nối hai tổng đài và hệ thống điều khiển chuyển giao tin báo. Xem hình 13

Hệ thống điều khiển chuyển giao tin báo được chia làm hai phần, các chức năng của kênh báo hiệu (lớp 2) và các chức năng của mạng báo hiệu (lớp 3). Xem hình .

- Các chức năng của kênh báo hiệu: là giám sát kênh số liệu báo hiệu tìm các bản tin báo hiệu bị lỗi, điều khiển bản tin đã phát và thu đúng trình tự mà không bị mất mát hoặc không bị lặp.

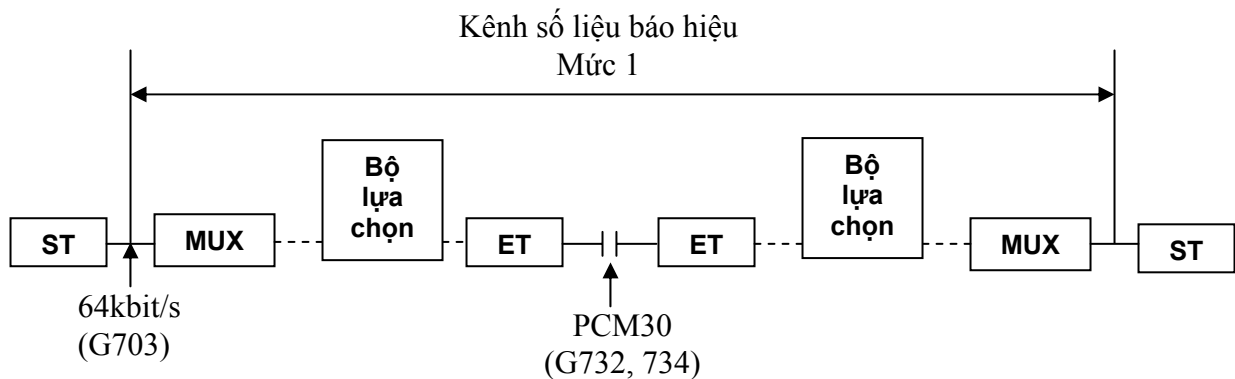
Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

- Xử lý bản tin báo hiệu: bao gồm các chức năng để định tuyến tin báo tới kênh thích hợp và phân phối các bản tin thu được ở tổng đài thường trú tới các người sử dụng
- Quản lý mạng báo hiệu: với các trường hợp có sự thay đổi trạng thái trong mạng báo hiệu, ví dụ nếu kênh báo hiệu hoặc điểm báo hiệu vì lý do gì đó mà không có khả năng thực hiện thì các chức năng điều hành mạng báo hiệu sẽ điều khiển lập lại cấu hình và các thao tác khác để phục hồi khả năng chuyển giao tin báo thông thường.



Hình 13 Cấu trúc tổng quát các chức năng của hệ thống báo hiệu

4.3 Kênh số liệu báo hiệu (lớp 1)



Hình 14 Kênh số liệu báo hiệu.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Kênh số liệu báo hiệu là một tuyến truyền dẫn song hướng để báo hiệu. Kênh số liệu báo hiệu có thể là số hoặc analog. Kênh số liệu báo hiệu số được thiết lập bởi các kênh tuyến dẫn số (64kbit/s) và các chuyển mạch số. Kênh số liệu báo hiệu analog được thiết lập bởi kênh truyền dẫn analog (4KHz) và các modem.

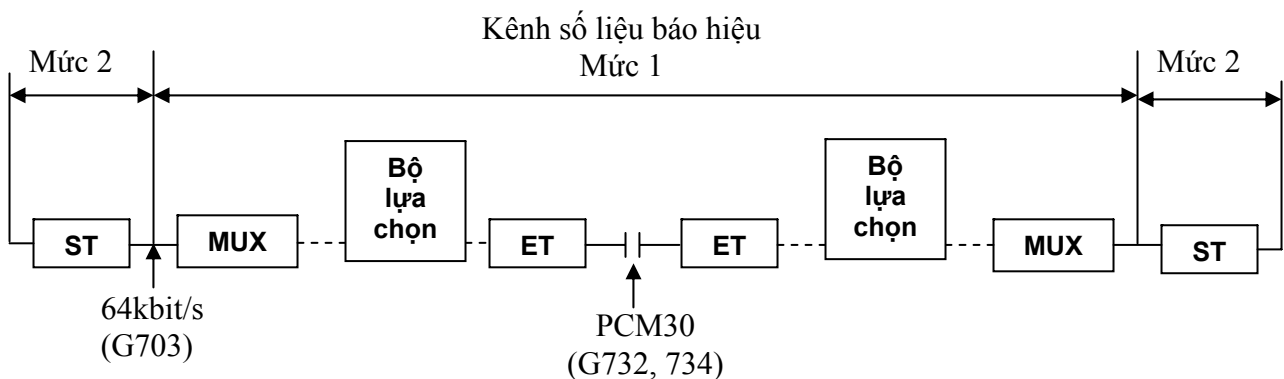
Lớp 1 xác định tính chất điện, vật lý và các đặc trưng chức năng của kênh số liệu báo hiệu. Ngoài trừ khe thời gian số 0 còn lại, bất cứ khe thời gian nào cũng có thể được sử dụng là kênh báo hiệu. Thông thường thì kênh số liệu báo hiệu là kênh bán vĩnh cửu được đấu nối qua nhóm chuyển mạch nhằm để dễ dàng thay đổi tuyến báo hiệu tới kết cuối báo hiệu khác khi có lỗi.

4.4 Kênh báo hiệu (lớp hai):

Các chức năng kênh báo hiệu, cùng với số liệu kênh báo hiệu là môi trường tuyến dẫn và với kết cuối báo hiệu là bộ điều khiển tiếp nhận/truyền dẫn, cung cấp kênh báo hiệu được chuyển giao bản tin báo hiệu trực tiếp giữa hai điểm báo hiệu đã đấu nối được tin cậy.

Các chức năng của kênh báo hiệu bao gồm:

- Phát hiện lỗi
- Sửa lỗi
- Đồng bộ ban đầu
- Cắt bộ xử lý
- Điều khiển luồng lớp 2
- Chỉ thị độ ứ tới lớp 3
- Giám sát lỗi của kênh báo hiệu



Hình 15. Kênh báo hiệu.

Giám sát lỗi của kênh báo hiệu:

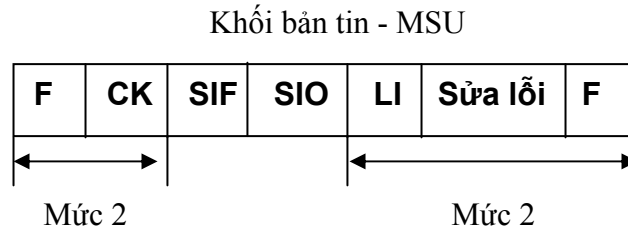
Mục đích các chức năng của kênh báo hiệu là để đảm bảo rằng các bản in được phân chia tới đầu xa một cách chính xác, theo tuần tự đúng và không tổn thất

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

hoặc trùng lặp. Mục đích thực hiện sự đồng bộ ban đầu của kênh giám sát (đặc trưng chất lượng thực hiện) của kênh.

Các chức năng điều khiển kênh báo hiệu tổng quan:

Thông tin báo hiệu được đưa vào khối tín hiệu báo (MSU), khối này có thể có độ dài thay đổi phụ thuộc vào tổng khối lượng thông tin được chuyển giao. MSU bao gồm một số trường điều khiển cùng thông tin báo hiệu (SIF). Xem hình 16:



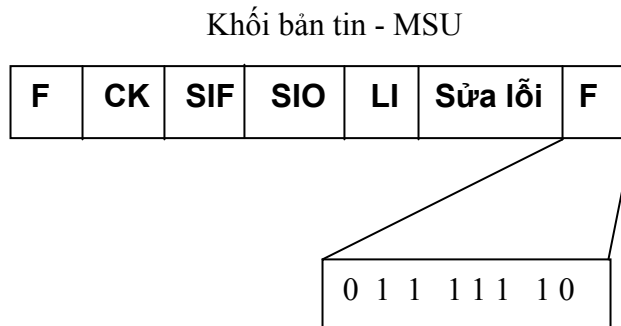
Hình 16 Tín hiệu báo hiệu-MSU

Các trường điều khiển được sử dụng bởi các chức năng điều khiển kênh báo hiệu để đảm bảo tin cậy chuyển giao tin báo.

Đồ dài khối chỉ thị (LI) được sử dụng để phân biệt giữa MSU, LSSU (đơn vị tín hiệu trạng) và đơn vị tín hiệu làm đầy.

Dẫn giới hạn của tín hiệu làm đầy:

Thời điểm bắt đầu và kết thúc của đơn vị tín hiệu được chỉ thị bởi mô hình 8 bit duy nhất, cờ. Xem hình 17



Hình 17. Cờ trong MSU.

Để đảm bảo trong đơn vị tín hiệu không thể có mô hình bị trùng lặp thì bị (chèn) được sử dụng.

Bị chèn để bổ sung thêm các bit 0 vào sau một chuỗi 5 bit liên tiếp của tin báo. Tại đầu thu kết cuối báo hiệu sẽ xóa các bit 0 phụ thêm này.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Đồng bộ tín hiệu:

Việc đồng bộ đơn vị tín hiệu được thực hiện nhờ thủ tục giãn giới hạn đã mô tả ở trên. Tồn thất đồng bộ xảy ra khi mô hình bit không được phép thủ tục giãn giới hạn thu được, hoặc khi độ dài lớn nhất của đơn vị tín hiệu.

Chú ý rằng khối chỉ thị độ dài (LI) không được sử dụng để xác định độ dài của đơn vị tín hiệu.

Phát hiện lỗi:

Chức năng phát hiện lỗi thực hiện được nhờ có 16 bit kiểm tra (CK) đã được cung cấp ở cuối mỗi tín hiệu. Các bit kiểm tra (kiểm tra tổng) được tạo ra nhờ kết cuối báo hiệu hoạt động bằng các bit phía trước của khối tín hiệu theo một thuật toán đã xác định.

Nếu hai tổng kiểm tra không bằng nhau thì sự hiện diện của lỗi sẽ được chỉ thị và khối tín hiệu sẽ bị huỷ bỏ.

Sửa lỗi:

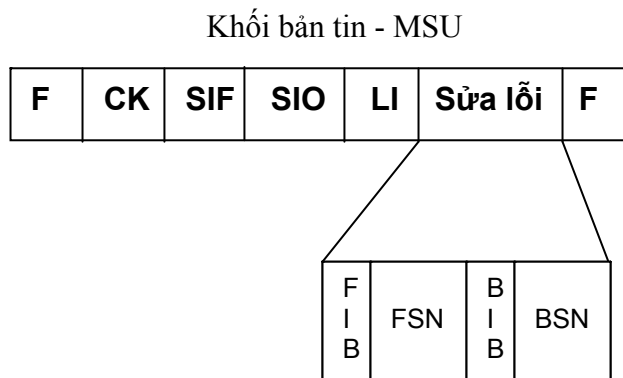
Trường sửa lỗi có 16 bit và bao gồm các số tuần tự thuận và các số tuần tự nghịch cũng như các bit chỉ thuận và nghịch. Xem hình 18

Mỗi bản tin báo đã phát được phân phối một số tuần tự, số tuần tự này được đưa vào trường FSN. Các MSU được phát lại khi lỗi đã được phát hiện. Các LSSU và FISU không được phát lại.

Có ba phương pháp sửa lỗi được cung cấp là:

- Phương pháp sửa lỗi cơ bản
- Phương pháp sửa lỗi cơ bản có lặp lại
- Phương pháp phát lại tuần hoàn để phòng ngừa

Các thủ tục sửa lỗi hoạt động độc lập theo hai hướng truyền dẫn



Hình 18 Các trường sửa lỗi.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Phương pháp sửa lỗi cơ bản:

Ở phương pháp này, mỗi khối tín hiệu đã gửi đi còn lại trong bộ đệm phát lại tới khi nhận được sự khẳng định từ đầu thu.

Nếu bản tin báo hiệu nhận được hoàn toàn chính xác thì thiết bị báo hiệu đầu thu gửi sự khẳng định bằng cách xen vào số trình tự hướng nghịch (BSN) như số trình tự hướng thuận (FSN) nhận được trong khối tín hiệu tin báo MSU thông thường hoặc trong FISU và LSSU. Bit chỉ thị hướng nghịch BIB được đặt bằng bit chỉ thị hướng thuận (FIB). Trong bản tin nhận được. Khi nhận được sự khẳng định thì thiết bị báo hiệu đầu phát sẽ loại bỏ bản tin khỏi bộ đệm phát lại.

Nếu khối tín hiệu tin báo nhận được là không chính xác, thì thiết bị báo hiệu đầu thu sẽ gửi sự phủ định bằng cách đảo bit chỉ thị hướng nghịch (BIB). Số trình tự hướng thuận (FSN) của thông báo nhận được cuối cùng mà được công nhận là chính xác sẽ được gài vào trường số trình tự hướng nghịch (BSN). Khi thiết bị báo hiệu đầu phát nhận được sự phủ định thì sẽ ngừng truyền khối tín hiệu mới. Các khối tín hiệu trong bộ đệm mà chưa có sự khẳng định thì sẽ được truyền lặp lại theo một trình tự tương tự như chúng đã được truyền đi trước đó. Điều này đảm bảo các khối tín hiệu được thu nhận chính xác theo trình tự.

Phương pháp sửa lỗi cơ bản có lặp lại:

Phương pháp này có một chút bổ sung đối với phương pháp sửa lỗi cơ bản.

Mỗi MSU được phát theo trình tự hai lần. Mỗi MSU có cờ đóng và cờ mở của nó để đảm bảo rằng MSU lặp không bị mất do sự mất mát của cờ đơn.

Phương pháp phát lại tuần hoàn để phòng ngừa:

Khối tín hiệu đã được gửi đi vẫn còn được lưu trữ lại trong bộ đệm phát lại cho đến khi nhận được sự khẳng định đối với tín hiệu này. Trong thời gian không có khối tín hiệu mới nào được gửi thì tất cả các khối tín hiệu vẫn chưa nhận được sự khẳng định đối với tín hiệu này. Trong thời gian không có khối tín hiệu mới nào được gửi đi thì tất cả các khối tín hiệu vẫn chưa nhận được sự khẳng định sẽ truyền lặp lại theo chu kỳ.

“Thủ tục phát lại bắt buộc” được bắt đầu khi tồn tại một số lượng định trước các khối tín hiệu mới nào được gửi đi thì tất cả các khối tín hiệu vẫn chưa nhận được sự khẳng định sẽ được truyền lặp lại theo chu kỳ cho đến khi số lượng các khối tín hiệu chưa khẳng định đã giảm đi.

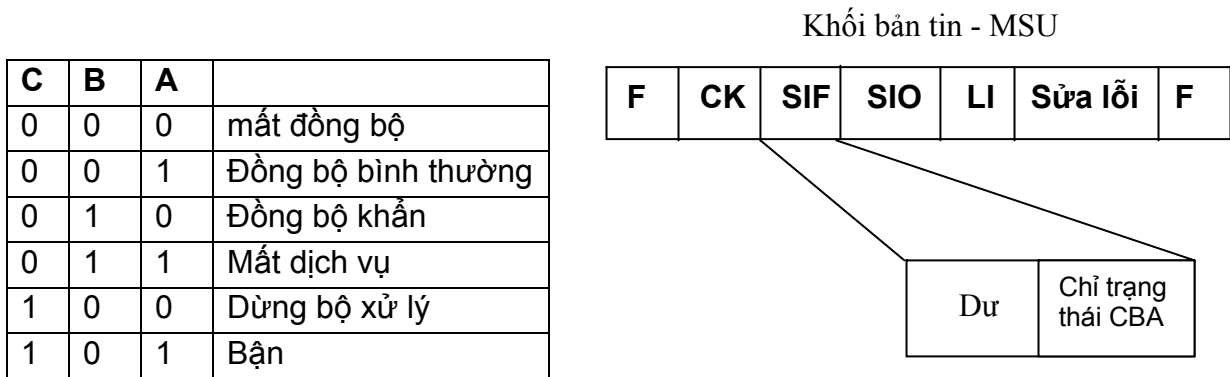
Chú ý: Trong phương pháp này không có sự phủ định. Phương pháp phát lại theo chu kỳ này được sử dụng ở các kênh báo hiệu, trong đó độ trễ truyền lớn hơn 15ms và ở tất cả các kênh báo hiệu được thiết lập qua vệ tinh.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông**Sự đồng bộ ban đầu:**

Thủ tục đồng bộ ban đầu là thích hợp đối với cả sự khởi đầu của thời gian ban đầu (ví dụ sau khi mở máy) và sự đồng bộ kết hợp với sự phục hồi sau khi có sự cố của kênh.

Thủ tục dựa trên sự trao đổi bắt buộc của các khối tín hiệu trạng thái kênh (LSSU) giữa hai điểm báo hiệu liên quan và điều kiện của chu kỳ thử. Sự bố trí của LSSU được chỉ ra trong hình 19.

Ở trường trạng thái (SF) có ba bit có trọng số đầu tiên được sử dụng để trạng thái của kênh báo hiệu theo như bảng ở hình 19.



Hình 19. Khối tín hiệu trạng thái kênh.

Mức 2 điều khiển 2 luồng:

Điều khiển luồng được bắt đầu khi độ ứ được phát hiện ở đầu thu của kênh báo hiệu. Đầu thu bị ứ của kênh thông báo tình trạng của đầu phát từ xa bằng phương thức LSSU; chỉ thị trạng thái bận (SIB), và nó không chấp nhận tất cả các khối tín hiệu tin báo đến.

Khi độ ứ giảm đi, việc chấp nhận tất cả các khối MSU lại tiếp tục. Trong khi độ ứ còn tồn tại thì đầu phát ở xa được thông báo định kỳ tình trạng độ ứ này. Đầu phát ở xa sẽ chỉ thị kênh có sự cố nếu như độ ứ còn tiếp tục quá dài.

Các chỉ thị độ ứ tới mức 3:

Các mức độ ứ ở bộ đệm phát và bộ đệm phát lại được giám sát nhờ bộ điều khiển kênh báo hiệu để cung cấp sự chỉ thị độ ứ tới mức 3

Giám sát lỗi của kênh báo hiệu:

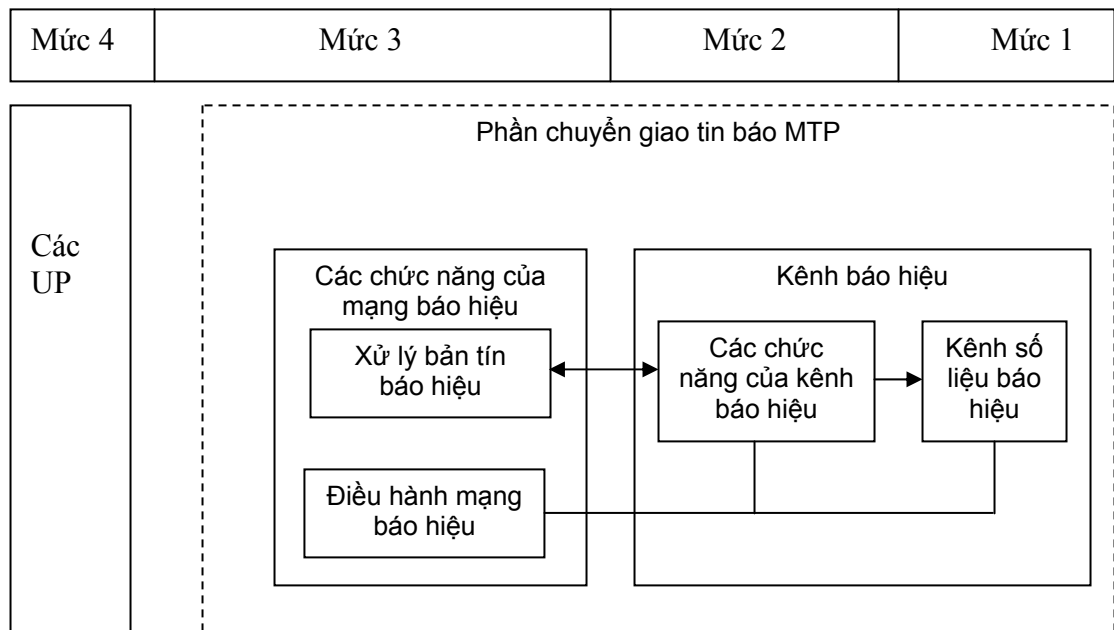
Để đảm bảo rằng chất lượng của kênh báo hiệu là thích hợp với các nhu cầu của dịch vụ báo hiệu, ví dụ tỉ lệ của các khối tín hiệu thu được không chính xác là có thể chấp nhận được, thì hoạt động của mỗi kênh được giám sát bởi hai bộ giám sát.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

4.4 Các chức năng của mạng báo hiệu (lớp 3)

Các chức năng của mạng báo hiệu có thể được chia thành hai loại cơ bản, có tên như sau:

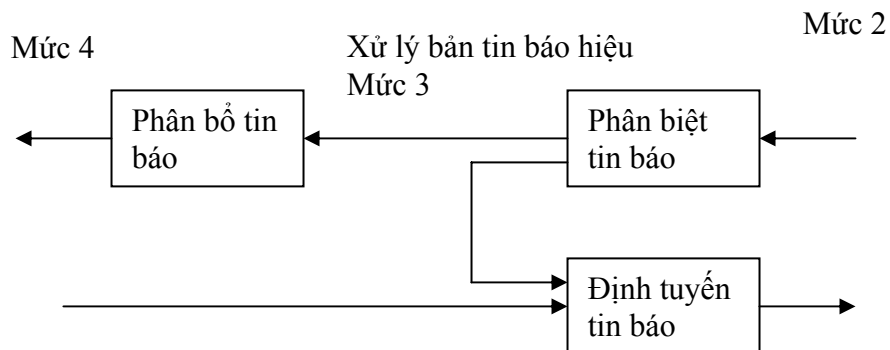
- Xử lý bản tin báo hiệu (xử lý lưu lượng)
- Điều hành mạng báo hiệu



Hình 20. Các chức năng mạng báo hiệu

Xử lý bản tin báo hiệu báo hiệu:

Mục đích của các chức năng xử lý bản tin báo hiệu là đảm bảo các bản tin báo hiệu xuất phát tới cùng một phần của người sử dụng ở điểm đích đã được phân của người sử dụng gửi tin báo chỉ ra.



Hình 21. Các chức năng của mạng báo hiệu

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Các chức năng xử lý bản tin báo hiệu dựa vào bộ chỉ thị của ạng ở SIO và nhãn định tuyến chứa trong các tin báo nhằm để nhận dạng rõ ràng các điểm đích và điểm nguồn.

Các chức năng xử lý bản tin báo hiệu được chia thành:

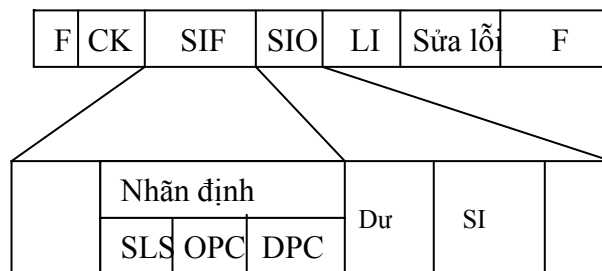
- Định tuyến tin báo
- Phân biệt tin báo
- Phân bổ tin báo

Định tuyến tin báo:

Việc định tuyến tin báo tới kênh báo hiệu thích hợp dựa vào bộ chỉ thị của mạng (NI) ở octet thông tin dịch vụ và ở trường lựa chọn kênh báo hiệu (SLS) và mã của điểm đích (DPC) ở nhãn định tuyến.

Việc định tuyến được thực hiện sao cho các bản tin giống nhau NI, SLS và DPC được định tuyến trên cùng một kênh báo hiệu nếu như báo hiệu không xảy ra sự cố.

Chia tải là một phần của chức năng định tuyến tin báo, do lưu lượng báo hiệu có thể được phân bổ trên vài kênh báo hiệu và vài chùm kênh. Nó dựa trên 4 bit SLS ở nhãn định tuyến. Trong trường hợp xảy ra sự cố của kênh báo hiệu thì việc định tuyến được thay đổi theo các quy luật đã xác định trước và lưu lượng được định tuyến tới kênh báo hiệu khác trong chùm kênh. Nếu tất cả các kênh báo hiệu trong chùm kênh có sự cố thì lưu lượng được định tuyến tới các chùm kênh báo hiệu khác thuộc về cùng một đích.



Hình 22 Các trường định tuyến tin báo.

Phân biệt tin báo:

Điểm báo hiệu SP trong mạng báo hiệu có thể hoạt động như một điểm hoặc như một điểm chuyển giao tín hiệu (STP) cho bản tin báo hiệu. Trong chừng mực nào đó các bản tin báo hiệu thu được có thể được kết nối trong SP của nó và trong trường hợp sau đó các bản tin báo hiệu thu được trực tiếp đưa tới chức năng định tuyến nhằm được gửi vào kênh thích hợp về phía điểm đích của tin báo.

Chức năng phân biệt tin báo thực hiện công việc này nhờ phân tích NI và DPC có trong bản tin thu được.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

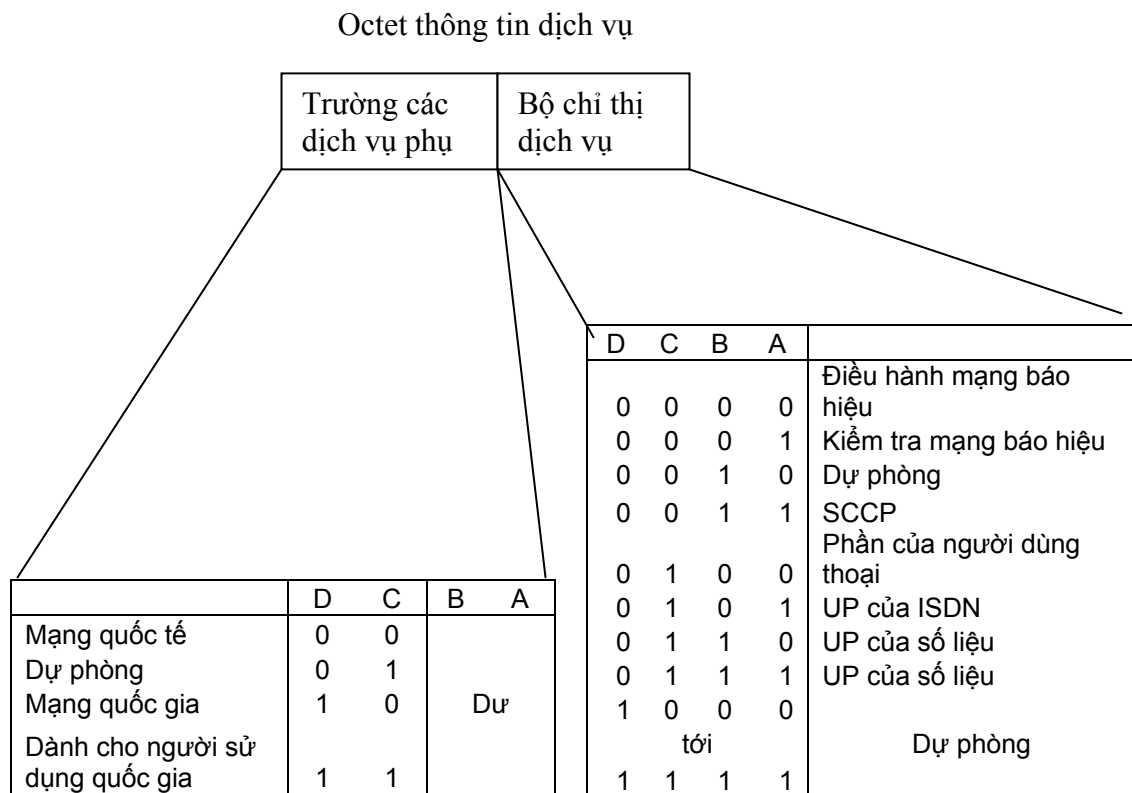
Phân bổ tin báo:

Nếu bản tin báo hiệu được kết cuối ở điểm báo hiệu SO của nó, thì nó được đưa trực tiếp từ chức năng phân biệt tin báo tới chức năng phân bổ tin báo.

Bản tin báo hiệu có thể được kết cuối tới:

- a: Các phần của người sử dụng (UP)
- b: phần điều khiển đầu nối báo hiệu (SCCP)
- c: phần điều hành mạng báo hiệu của MTP
- d: phần kiểm tra và bảo dưỡng mạng báo hiệu của MTP

Chức năng phân bổ tín báo đưa bản tin báo hiệu thu được tới người sử dụng thích hợp, dựa vào nội dung của khối chỉ thị dịch vụ (SI) trong octet thông tin dịch vụ (SIO) chứa trong khối tín hiệu tin báo.



Hình 23-Octet thông tin dịch vụ SIO

Các chức năng quản lý mạng báo hiệu:

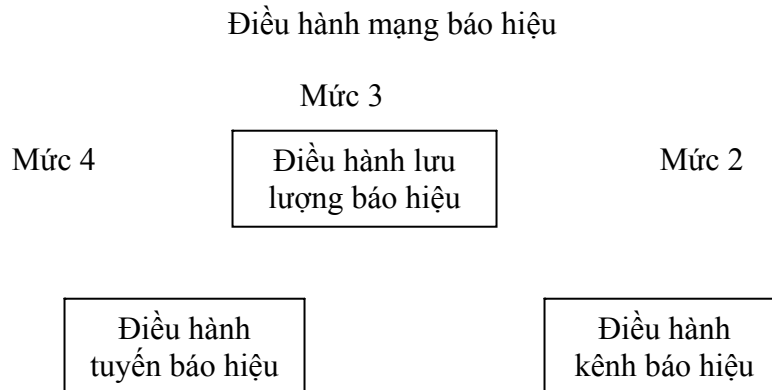
Mục đích của các chức năng điều hành mạng báo hiệu là cung cấp khả năng lập lại cấu hình của mạng báo hiệu trong trường hợp có sự cố và điều khiển lưu lượng báo hiệu trong trường hợp để thay đổi việc định tuyến lưu lượng báo hiệu nhằm bỏ qua các kênh có sự cố hoặc các điểm báo hiệu liên quan xảy ra sự cố.

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

Các chức năng điều hành mạng báo hiệu được chia thành:

- Điều hành lưu lượng báo hiệu.
- Điều hành kênh báo hiệu
- Điều hành tuyến báo hiệu

Những chức năng này được sử dụng khi mà một sự kiện, như là sự cố hoặc phục hồi của kênh báo hiệu, xảy ra trong mạng báo hiệu.



Hình 24 Các chức năng điều hành mạng báo hiệu.

Điều hành lưu lượng báo hiệu:

Chức năng điều hành lưu lượng báo hiệu được sử dụng để chuyển đổi lưu lượng báo hiệu được sử dụng để chuyển đổi lưu lượng báo hiệu từ kênh hoặc tuyến này tới kênh hoặc tuyến khác hoặc tới lưu lượng báo hiệu chậm hơn tạm thời trong trường hợp xảy ra ứ ố ở điểm báo hiệu.

Chức năng điều hành lưu lượng báo hiệu bao gồm các thủ tục sau:

- Thay đổi
- Thay thế
- Tái định tuyến bắt buộc
- Tái định tuyến được điều khiển
- Tái khởi động điểm báo hiệu
- Kiểm chế điều hành điều khiển lưu lượng báo hiệu

Các thủ tục này được mô tả trong khuyến nghị Q.704 của CCITT.

Điều hành kênh báo hiệu:

Chức năng điều hành kênh báo hiệu được sử dụng để phục hồi các kênh báo hiệu để kích hoạt các kênh rỗi và không kích hoạt các kênh báo hiệu đã đồng bộ.

Điều hành tuyến báo hiệu:

Chức năng quản lý tuyến báo hiệu được sử dụng để phân bổ thông tin về trạng thái của mạng báo hiệu, nhằm ngăn hoặc giải toả các tuyến báo hiệu:

Chương 7: Báo hiệu trong hệ thống viễn thông

- Thủ tục chuyển giao được điều khiển: chức năng được thực hiện tại một STP đối với tin báo liên quan tới địa chỉ nào đó, khi nó phải thông báo cho một hay nhiều SP phía nguồn để hạn chế hoặc không trực tiếp gửi thêm các tin báo có cấp ưu tiên quy định thấp nhất.
- Thủ tục chuyển giao bị ngăn cản: được thực hiện tại một điểm báo hiệu đang hoạt động như STP khi nó phải thông báo cho một hoặc nhiều SP lân cận rằng chúng không được định tuyến qua STP này.
- Thủ tục được cho phép chuyển giao: được thực hiện tại STP khi nó phải thông báo cho một hay nhiều SP lân cận rằng, nếu có thể, chúng không nên định tuyến qua STP đó nữa.
- Thủ tục kiểm tra chùm tuyến báo hiệu: được thực hiện ở các điểm báo hiệu để kiểm tra xem lưu lượng báo hiệu hướng tới một điểm đích nào đó có thể lập tuyến thông qua một điểm chuyển tiếp STP lân cận hay không.
- Thủ tục kiểm tra độ ứ chùm tuyến báo hiệu: được thực hiện ở một điểm báo hiệu để cập nhật trạng thái ứ liên quan tới liên quan tới một chùm tuyến báo hiệu đi đến một điểm đích nào đó.

Các bản tin điều hành mạng báo hiệu:

Việc lập cấu hình của mạng báo hiệu yêu cầu sự thông tin giữa các điểm báo hiệu.

Vì lý do này mà có một chùm các bản tin điều hành mạng báo hiệu có khả năng thực hiện để xử lý các chức năng và các thủ tục đã mô tả ở trên.

Các bản tin này có nhận dạng riêng của chúng ở trường chỉ thị dịch vụ ("0000").

Chương 7.

HỆ THỐNG TRUYỀN HÌNH

Chương này đề cập đến các khía cạnh về mã hoá, truyền, lưu trữ và hiển thị một ảnh video trong cả hai kỹ thuật hiện đại (số) và truyền thống (tương tự).

Yêu cầu cơ bản của một hệ thống hiển thị video là khả năng truyền một chuỗi thông tin liên quan đến các phần khác nhau của một bức ảnh. Thông tin này thường phải chứa hai thành phần cơ bản, cụ thể là một vài mô tả về các phần của bức ảnh được hiển thị ví dụ như độ tương phản và một chỉ dẫn về vị trí (không gian và thời gian) của phần đó. Điều này yêu cầu một sự mã hoá hình ảnh trong hệ thống.

Có nhiều phương pháp khác nhau để giải quyết vấn đề mã hoá này. Ta sẽ tìm hiểu một vài giải pháp chung được rút ra từ các giải pháp đang tồn tại. Tiếp theo ta sẽ xét đến các giải pháp dùng trong hệ thống tương tự trong đó việc truyền và hiển thị thông tin video theo thời gian thực và không có cơ chế trực tiếp cho việc thực hiện lưu trữ thời gian ngắn. Sau đó ta xét đến các giải pháp dựa trên công nghệ xử lý số trong đó cho phép việc lưu trữ chuỗi ảnh video. Tuy nhiên, cho đến ngày nay, phần lớn các chuỗi video số được hiển thị bằng kỹ thuật tương tự nhằm tương thích với các máy thu hình hiện thời trong hầu hết các hộ gia đình được trang bị trước đây.

Vấn đề biểu diễn một phần nhỏ của bức ảnh (thường gọi là nguyên tố ảnh hay pixel) được giải quyết theo những cơ chế khác nhau ở những quốc gia khác nhau. Về cơ bản các thông tin trong một pixel được chia thành các thành phần trắng (White), đen (Black) và màu (Colour). Pixel, mặc dù thường được đề cập đến trong phần xử lý ảnh số, cũng có liên quan đến các bức ảnh tương tự khi biểu diễn các thành phần độc lập nhỏ nhất của một bức ảnh. Kích thước của pixel giới hạn độ phân giải và chất lượng ảnh. Đối với việc truyền thời gian thực điều này sẽ quyết định đến băng thông của tín hiệu mang chuỗi video này.

Vấn đề nhận dạng vị trí của pixel được chỉ định bằng cách cho phép bức ảnh được biểu diễn bằng một chuỗi các dòng có bề rộng một pixel, được quét theo một quy luật xác định trước xuyên suốt qua bức ảnh, Hình 1. Các pixel sau đó được truyền theo từng dòng, các chuỗi xung đặc biệt được sử dụng để chỉ ra điểm bắt đầu của một dòng mới và một bức ảnh mới hoặc một khung hình mới tùy theo cơ chế mã hoá (xem hình 4). Chú ý rằng những hệ thống này dựa trên việc máy thu và máy phát vẫn còn đồng bộ được với nhau. Ở UK, cơ chế mã hoá được sử dụng cho phát hình quảng bá là PAL (phase alternate line), ở USA NTSC (National Television Standards Committee) được sử dụng. Trong khi đó, ở Pháp SECAM (système en couleur à mémoire) được thông hành.

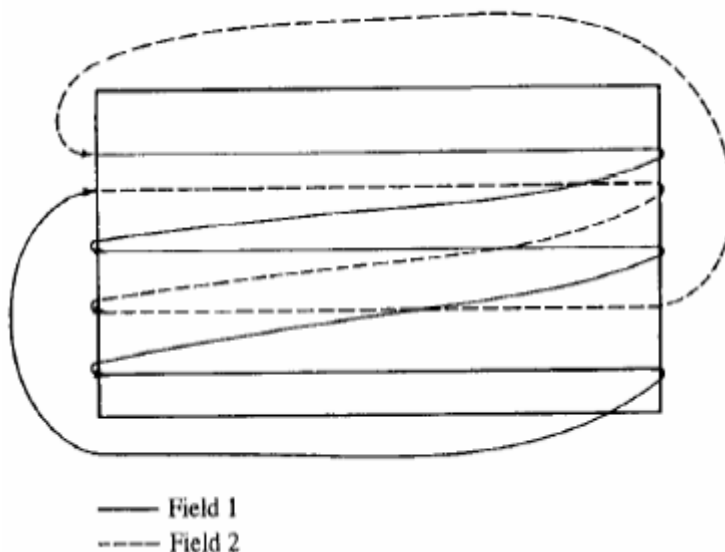
7.1 BIỂU DIỄN MÀU SẮC

Pixel từ một ảnh màu có thể được biểu diễn theo nhiều cách khác nhau. Các cách biểu diễn thông thường được sử dụng là:

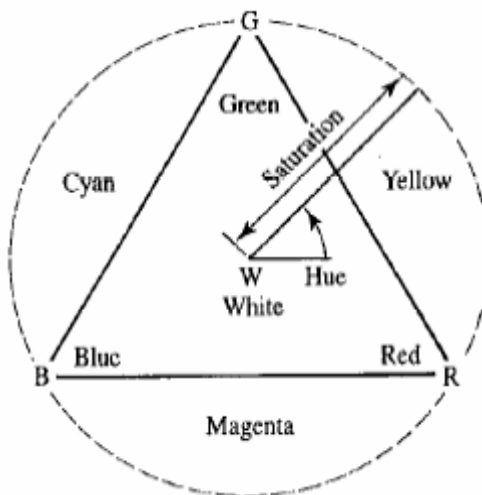
1. Tín hiệu chói độc lập (intensity (or luminance) signal) và hai tín hiệu màu (colour (or chrominance) signal) thường được gọi là Hue và Saturation.
2. Ba tín hiệu màu tiêu biểu là những giá trị cường độ các màu đỏ (Red), xanh lục (Green) và xanh âm (Blue), trong đó mỗi thành phần đều chứa phần thông tin chói.

Trong kỹ thuật thứ 2, một pixel trắng có được bằng cách trộn 3 thành phần màu cơ bản theo một tỷ lệ thích hợp. Tam giác màu trong hình 2 chỉ ra cách phối hợp để tạo ra các màu khác nhau từ 3 màu cơ bản. Hình 2 cũng thể hiện thông tin Hue và Saturation trên phương diện hình học. Hue là một độ đo màu trên tam giác màu trong khi đó tỷ lệ màu bão hoà (saturated (pure) colour) so với màu trắng mô tả qua khoảng cách bán kính. Trong thực tế, ta cũng cần tính đến đáp ứng của mắt người với các màu sắc hoặc bước sóng khác nhau trong hình 3. Do vậy, để có ánh sáng được cảm nhận là trắng ta cần thêm vào 59% ánh sáng Green, 30% ánh sáng Red và 11% ánh sáng Blue. Vì thế thành phần chói Y liên hệ với sự phân bố của các giá trị cường độ Red, Breen và Blue theo công thức xấp xỉ sau:

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$



Hình 1. Định dạng TV quét dòng với các trường chẵn và lẻ



Hình 2. Tam giác màu mô tả Hue và Saturation

Trong thực tế, thông tin màu và chói được liên kết bằng toán học theo các quan hệ có tính kinh nghiệm. Lợi ích cơ bản trong việc tách thành các tín hiệu chói và màu là thành phần chói sau đó có thể được sử dụng để tái tạo một phiên bản đơn sắc của bức ảnh. Phương pháp này thông hành trong việc truyền hình màu nhằm mục đích tương thích với các hệ thống truyền TV trắng đen có sớm hơn.

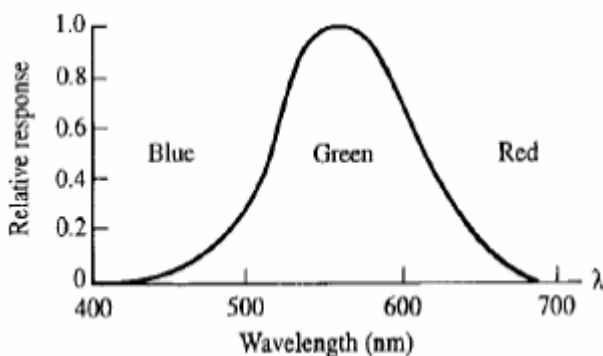
Lý thuyết tạo một dải màu đơn sắc bằng việc kết hợp 3 thành phần màu cơ bản được gọi là việc trộn cộng màu (Additive mixing) (Điều này không mâu thuẫn với việc trộn trừ màu

được sử dụng trong đồ hình màu). Thông tin màu đầy đủ có thể phục hồi được bằng việc phát đi thành phần chói và 3 thành phần màu. Trong thực tế tín hiệu sai lệch chói/màu (ví dụ R-Y) được phát. Điều này được cải biên để phù hợp với các ràng buộc về biên độ cụ thể. Các tín hiệu sai lệch màu, hay các thành phần video được tách màu, U và V là:

$$U = 0.88(R - Y) \quad (2)$$

và

$$V = 0.49(B - Y) \quad (3)$$



Hình 3. Đáp ứng của mắt người với màu sắc

Phần lớn các camera và thiết bị hiển thị CRT (cathode ray tube) tạo ra một ảnh theo định dạng RGB bằng cách sử dụng 3 màu của thông tin chói và màu được trộn. Do vậy, hình ảnh được chuyển thành định dạng YUV trước khi truyền đi và tái định dạng thành dạng RGB cho các thiết bị hiển thị.

7.2 HỆ THỐNG VÀ TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH TƯƠNG TỰ

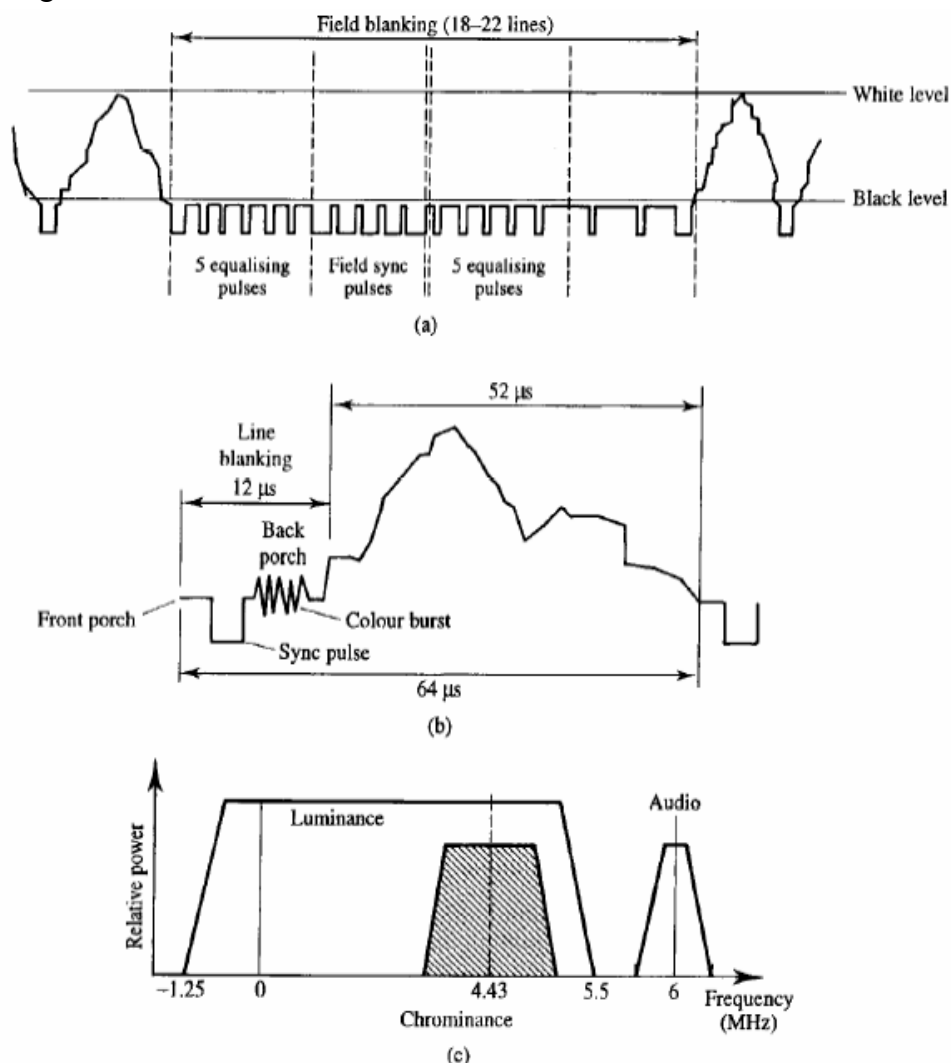
7.2.1 Mã hoá PAL

Cơ chế mã hoá PAL, phát triển ở UK, cung cấp cả cho việc truyền thông tin màu và tái tạo lại ảnh quét sau khi đồng bộ hiển thị. Phần sau đạt được bằng cách truyền bức ảnh bằng một chuỗi các dòng (625 dòng) được hiển thị theo chuỗi các khung (25 khung/giây), hình 1. Hệ thống về cơ bản là tương tự, việc bắt đầu mỗi dòng và bắt đầu mỗi khung được biểu diễn bằng các xung với độ rộng và biên độ được định nghĩa trước.

Việc quét các dòng ảnh được mô tả trong hình 1. Trong các hệ PAL, một ảnh hay một khung hình hoàn chỉnh được chia tách thành 2 trường (chẵn và lẻ), trong đó, mỗi trường được quét xuyên suốt toàn bộ vùng ảnh nhưng chỉ bao gồm các dòng xen kẽ nhau. Trường chẵn chứa các dòng chẵn và trường lẻ chứa các dòng lẻ của khung. Tốc độ của trường là 50 trường/giây với $312 \frac{1}{2}$ dòng trên mỗi trường và tốc độ khung là 25khung/giây.

Cấu trúc dòng được mô tả trong hình 4. Hình 4a mô tả khoảng không gian giữa hai trường và hình 4b mô tả chi tiết tín hiệu trên một dòng quét. Tín hiệu này bao gồm một xung đồng bộ dòng được đứng trước bởi một khoảng chu kỳ ngắn ($1,5\mu s$) gọi là front porch và được theo sau bởi một chu kỳ khác gọi là back porch trong đó chứa một 'colour burst' được sử dụng để đồng bộ màu. Tổng thời gian của phần tín hiệu này ($12\mu s$) tương ứng với khoảng chu kỳ không hiển thị tại máy thu và được gọi là 'line blanking'. Sau đó, khoảng thông tin video tích cực theo sau với biên độ tín hiệu tỷ lệ với cường độ chói từ bên này sang bên kia màn hình và biểu diễn cho toàn bộ các cường độ pixel trong một dòng trong chuỗi. Mỗi dòng được hiển thị tại máy thu trong một khoảng thời gian $52\mu s$ và được lặp lại với chu kỳ $64\mu s$ để hình thành một trường.

625 dòng được phát thành 2 trường cho mỗi khung. Tuy nhiên, chỉ có 575 số dòng chứa thông tin video tích cực. Các dòng không tích cực chứa các xung đồng bộ trường và cũng có thể là dữ liệu dùng cho các dịch vụ loại teletext. Trong tín video được mang trên tín hiệu mã hoá PAL và được chứa trong một số băng tần, để tiết kiệm băng tần, thông tin màu được chèn vào phần tần số cao của tín hiệu chói, hình 4c. Băng này được chọn để tránh các hài của tần số quét dòng chứa trong năng lượng chói. May mắn là độ phân giải màu của mắt người thấp hơn độ phân giải đối với ảnh đen trắng và vì thế ta có thể truyền thông tin màu trên tín hiệu nằm trong phổ của tín hiệu chói nhằm làm giảm băng thông tín hiệu chung.



Hình 4. Chi tiết dạng sóng TV: (a) thông tin khoảng trống giữa hai trường tại cuối mỗi một khung; (b) chi tiết một dòng tín hiệu video; (c) phổ tín hiệu video

Thông tin màu được mang bởi tín hiệu điều chế biên độ vuông pha (triệt sóng mang) sử dụng hai sóng mang 4,43MHz được phân biệt với nhau bởi độ lệch pha 90° để mang các tín hiệu sai lệch màu trong các phương trình (2) và (3). Nếu tần số sóng mang là f_c (thường gọi là tần số tải màu) thì tín hiệu màu S_c là:

$$S_c = U \cos(2\pi f_c t) + V \sin(2\pi f_c t) \quad (4)$$

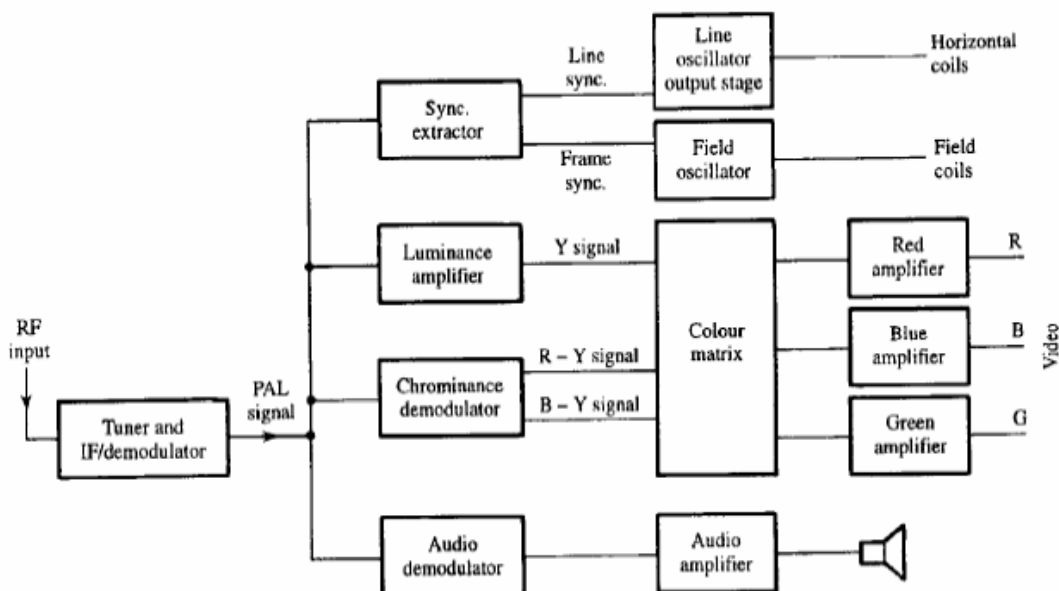
Tín hiệu màu này có băng thông 2MHz. Thỉnh thoảng, tín hiệu màu này được gọi là tín hiệu YIQ. Hình 4 cũng mô tả tín hiệu âm tần cộng vào với tần số sóng mang con là 6MHz. Để giải điều chế thành phần màu QAM, một dao động cục bộ khoá pha hoạt động tại tần số tải màu f_c phải được trang bị tại máy thu. Điều này đạt được bằng cách đồng bộ dao

động tại máy thu với sóng mang tải màu được truyền đi, sử dụng tín hiệu “colour burst” nhận được, hình 4b.

Do thành phần màu nhạy pha, nó sẽ bị giảm chất lượng khá nhiều bởi méo pha tương đối nằm trong dải tần của nó, ví dụ hiện tượng đa đường truyền của tín hiệu RF phát đi. Điều này dẫn đến hàng loạt sai số màu nhưng ảnh hưởng của nó được giảm bằng cách đảo pha của một thành phần sai lệch màu ở các dòng xen kẽ nhau. Vì thế, kênh R-Y bị đảo cực trong quá trình phát đi các dòng xem kẽ nhau để làm giảm bớt ảnh hưởng của pha bị sai lệch trong môi trường truyền.

Phổ tín hiệu PAL được mô tả trong hình 4c là tín hiệu TV dải nền và nếu truyền TV RF thì phải được điều chế lên tần số sóng mang thích hợp và khuếch đại lên công suất thích hợp. Các tần số sóng mang UHF thông thường mở rộng tới hàng trăm MHz với mức công suất lên tới hàng trăm kW (thậm chí MW trong một vài trường hợp). Các kênh TV mặt đất 21 đến 34 nằm trong khoảng từ 471,25 đến 581,25MHz và các kênh 39 đến 68 nằm trong khoảng 615,25 đến 853,25Mhz, bảng 1. TV vệ tinh chiếm dải tần 11GHz với 16 kênh con 16MHz.

7.2.2 Máy thu truyền hình PAL



Hình 5. Sơ đồ khối đơn giản hoá của máy thu hình màu

Hình 5 mô tả sơ đồ khối đơn giản các thành phần chức năng chính của một máy thu hình màu. Tín hiệu RF từ anten hoặc các nguồn khác được chọn và khuếch đại bởi bộ điều hưởng và các tầng IF và cuối cùng được giải điều chế thành dạng tín hiệu dải nền PAL. Sau đó, 4 tín hiệu thông tin được trích lọc: âm thanh, chói, màu và các tín hiệu đồng bộ.

Tín hiệu màu được giải điều chế bằng cách trộn với các sóng mang tải màu đồng pha và vuông pha được tái tạo tại máy thu. Sau đó, các tín hiệu chói và sai lệch màu được cộng theo những tỷ lệ thích hợp và các tín hiệu ngõ ra R, B, G được khuếch đại tới các mức đủ để lái bộ hiển thị video CRT.

Các sự lệch hướng x và y của các chùm electron được tạo ra bởi các trường điện từ được cung cấp bởi các cuộn dây đặt ở bên ngoài CRT. Các cuộn dây này được lái từ các bộ phát xung dốc (ramp generator), được đồng bộ với các dòng video nhận được để chùm electron được kéo lệch theo phương ngang xuyên suốt bề mặt hiển thị của ống từ trái qua phải xuất trong khoảng chu kỳ của dòng video tích cực và theo phương đứng từ trên xuống dưới suốt trong khoảng chu kỳ trường tích cực.

7.2.3 Các cơ chế mã hoá khác

Hệ thống NTSC có nhiều điểm tương tự như hệ PAL nhưng sử dụng tốc độ phát khác nhau. Ví dụ tốc độ khung là 30 Hz và số dòng trên mỗi khung là 525. Thật ra, PAL là một sự mở rộng các nguyên tắc cơ bản của hệ thống NTSC, Sự khác biệt chính giữa hai hệ thống này nằm ở chỗ hiệu chỉnh sự méo pha được cung cấp trong hệ PAL. Việc này không tồn tại trong hệ thống NTSC và vì thế NTSC có thể dễ bị sai số màu trong các điều kiện tiếp nhận kém. Sự hiệu chỉnh pha được điều khiển hoàn toàn tại máy thu, phần lớn các loại máy thu cho phép người xem hiệu chỉnh pha bằng việc điều khiển bằng tay. Bề rộng phổ của NTSC có phần nhỏ hơn PAL.

Hệ thống SECAM sử dụng cùng một tốc độ khung và dòng với hệ PAL và, giống như hệ PAL, được phát triển nhằm mục đích giảm độ nhạy méo pha của hệ thống NTSC. Về cơ bản, SECAM chỉ truyền một trong hai thành phần màu trên mỗi dòng và chuyển sang thành phần màu thứ 2 đối với dòng tiếp theo.

Việc truyền các ảnh video được mã hoá theo dạng số hiện thời đang được phát triển và thực hiện. Một vài kỹ thuật số cơ bản được thảo luận trong các phần sau.

7.3 HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU NTSC

7.3.1 Lịch sử hệ màu NTSC

Năm 1940, để giải quyết các tranh chấp giữa các công ty sản xuất tivi, Hội Đồng Liên Ban Truyền Thông Hoa Kỳ, FCC (Federal Communication Commission), đã thành lập Ủy ban Hệ thống Truyền hình, NTSC (National Television System Committee). NTSC đã quyết định hệ thống chuẩn Tivi trắng đen bảy giờ sẽ gồm 525 dòng, 30 khung hình mỗi giây, xen kẽ 2 dòng, tỷ lệ khung hình 4:3 và sử dụng điều chế âm thanh bằng kỹ thuật điều tần.

Tháng 1 năm 1951, NTSC được thành lập một lần nữa để đưa ra các chuẩn cho hệ tivi màu bảy giờ, gọi là chuẩn NTSC. Do được bổ sung từ các chuẩn tivi trắng đen hiện có nên mặc dù chuẩn NTSC dành cho tivi màu nhưng vẫn hoàn toàn tương thích với tivi trắng đen đang được sử dụng. Do đó, NTSC nhanh chóng được sử dụng khắp Châu Mỹ và Nhật Bản.

Chuẩn NTSC được sử dụng ở rất nhiều nước trên thế giới. Ở một số nước, hệ màu NTSC được thay đổi ít nhiều tạo nên một số phiên bản khác như NTSC-A ở khối Liên hiệp Anh (đã không còn sử dụng), NTSC-J được sử dụng ở Nhật Bản, NTSC-M sử dụng ở Brazil hoặc NTSC-4.43 được cải tiến từ NTSC-M.

7.3.2 Các yếu tố kỹ thuật của chuẩn NTSC

Hệ NTSC bao gồm các yếu tố sau: hệ màu, điều chế và truyền, và phương pháp quét ảnh.

a. Hệ màu

Theo kết quả nghiên cứu phân tích màu sắc, mọi màu sắc đều có thể tổng hợp bởi 3 màu chính là: Đỏ (R – red), Xanh lá (G – green) và xanh dương (B – blue). Vì vậy, muốn truyền thành công một ảnh màu bất kỳ, chỉ cần phân tích điểm từng điểm ảnh của ảnh màu đầy thành 3 thành phần màu cơ bản (R, G, B), truyền 3 thành phần màu trên đi và tái tạo trở lại tất cả điểm ảnh từ thành phần màu (R, G, B) nhận được.

Trong chuẩn NTSC, do phải tương thích với hệ truyền hình đen trắng, người ta đã phải phân tích hệ màu dựa trên ảnh đen trắng (thành phần đơn sắc hay tín hiệu chói) và tìm cách bổ sung thêm thông tin về màu sắc.

Kết quả phân tích đã đưa ra công thức tính thành phần đơn sắc như sau:

$$U'_Y = 0.299U'_R + 0.587U'_G + 0.114U'_B$$

Bài giảng: Hệ thống viễn thông 2

Trong đó: U'_Y : tín hiệu chói của tín hiệu ảnh màu.

U'_R, U'_G, U'_B : tín hiệu màu sau khi hiệu chỉnh gamma.

Nhận xét về công thức tính U'_Y

- Có biên độ đỉnh bằng 1 (biên độ đỉnh của các thành phần màu bằng 1).
- Chứa nhiều thành phần màu xanh lá do mắt người rất nhạy với thành phần màu này.
- Có thể tái tạo lại đủ 3 thành phần màu gốc (R, G, B) nếu được truyền kèm theo 2 thành phần màu bất kỳ trong 3 thành phần màu cơ bản trên.

Theo nhận xét trên, người ta phải chọn 2 trong 3 thành phần màu truyền kèm theo thành phần chói để bổ sung thông tin màu sắc. Do mắt người rất nhạy với màu xanh lá, người ta đã không chọn màu này để truyền đi vì nó đòi hỏi phải truyền một lượng thông tin rất lớn, tiêu tốn rất nhiều băng thông. Vì vậy, thành phần màu R, B được chọn để sử dụng bổ sung màu cho hệ ảnh.

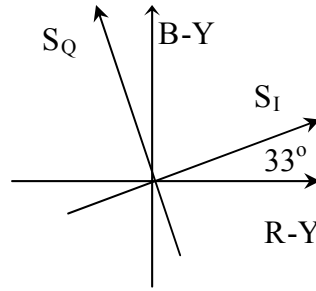
Tuy nhiên, việc truyền 2 thành phần màu R, B kèm theo cũng không phải là giải pháp tối ưu. Do thành phần màu R, B vẫn mang thông tin về độ chói nên việc truyền tín hiệu thành phần màu cơ bản R, B sẽ làm phí phạm băng thông truyền đi. Vì vậy, người ta quyết định tìm cách khử thành phần chói trong hai thành phần trên bằng cách chọn hai thành phần sau:

$$U'_{R-Y} = 0.877(U'_R - U'_Y)$$

$$U'_{B-Y} = 0.493(U'_B - U'_Y)$$

(2 hệ số 0.877 và 0.493 dùng để đảm bảo biên độ đỉnh U'_{R-Y} và U'_{B-Y} không vượt quá 1)

Để tận dụng tối đa sự hạn chế của mắt người đối với màu xanh dương, người ta đã quay một góc 33° hệ trục 2 màu trên nhằm tối thiểu hóa băng thông truyền đi.



Kết quả, tín hiệu được truyền đi cuối cùng gồm 3 thành phần sau :

$$\begin{aligned}U'_Y &= 0.299U'_R + 0.587U'_G + 0.114U'_B \\S_I &= 0.877 (U'_{R-Y} \cos 33^\circ - U'_{B-Y} \sin 33^\circ) \\S_Q &= 0.493 (U'_{R-Y} \sin 33^\circ + U'_{B-Y} \cos 33^\circ)\end{aligned}$$

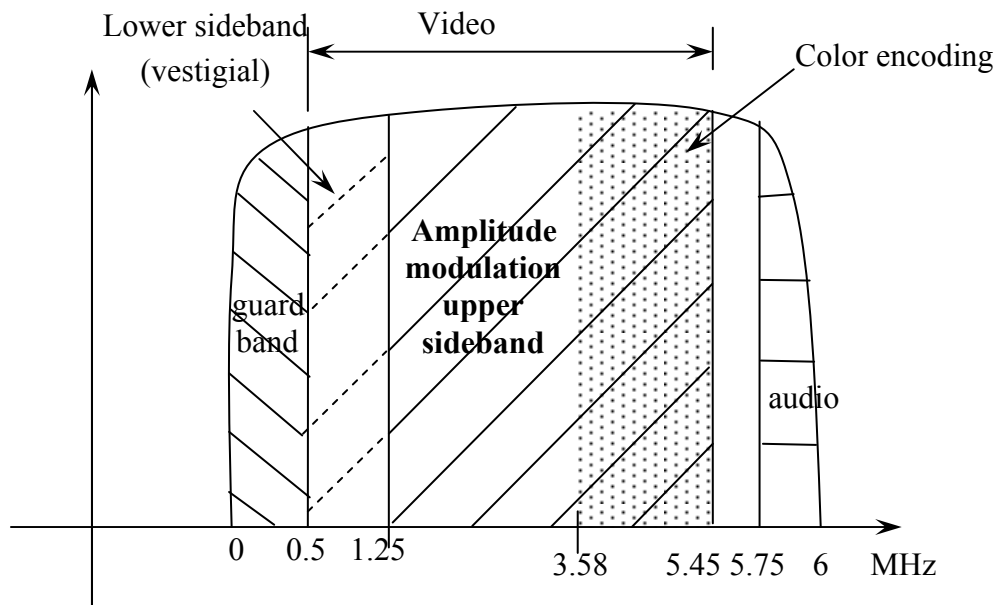
Nhận xét về tín hiệu truyền đi :

- Thành phần chói U'_Y tương tự như tín hiệu đen trắng $\rightarrow$ có thể dùng tivi hệ màu đen trắng để thu.
- Khi thu tín hiệu đen trắng, thành phần màu $U'_R - Y$ và thành phần $U'_B - Y$ triệt tiêu lẫn nhau (do khi đó $U'_R = U'_G = U'_B = U'_Y$). Điều này chứng tỏ thành phần S_I và S_Q hoàn toàn không chứa thông tin về độ chói.
- Có 2 tín hiệu mang thông tin màu sắc : S_I và S_Q kèm theo. 2 tín hiệu này lệch một góc 33° so với hệ màu R-B chuẩn và được nén theo tỉ số (0.877, 0.493) $\rightarrow$ giảm thiểu sự phá rối của tín hiệu màu sắc vào tín hiệu chói và thu hẹp giải thông.
- Dãy tần của các tín hiệu (U'_Y , S_I , S_Q) là (4.2, 1.5, 0.5) MHz và được sử dụng trong phổ tần (0 – 4.2, 2.3 – 4.2, 3.8 – 4.2) MHz, trong đó tín hiệu S_Q tận dụng hạn chế về sự nhạy cảm về mắt người để thu hẹp băng thông truyền đi (băng thông ít hơn nhiều so với 2 thành phần còn lại).

b. Điều chế và truyền dẫn

Một kênh truyền NTSC (gồm hình và tiếng) chiếm 6 MHz băng thông. Để phân cách giữa các kênh NTSC với nhau, người ta sử dụng một tần số phân cách 250 KHz hoàn toàn không chứa thông tin thuộc vùng thông thấp của trong kênh NTSC ở tần số cao để tách biệt hoàn toàn với kênh NTSC chiếm tần số trước nó.

Tín hiệu hình (video) được điều chế biên độ trong dãy tần từ 500 KHz đến 5.45 MHz (nghĩa là băng thông : 4.95 MHz) tính từ tần số thấp nhất trong kênh truyền. Tín hiệu hình sau khi điều tần sẽ có 2 dãy biên, mỗi dãy có độ rộng 4.2 MHz. Tuy nhiên, chỉ có dãy biên trên (upper sideband) được truyền hoàn toàn đi, còn dãy biên dưới (lower sideband) chỉ được truyền đi 750 KHz. Riêng tín hiệu màu sẽ được điều chế bằng sóng mang phụ có tần số 3.579545 MHz bằng phương pháp điều chế biên vuông góc (quadrature – amplitude modulation). Thông tin S_I sẽ được mã hoá trong thành phần pha (in phase) và S_Q được mã hoá trong thành phần vuông góc (quadrature).



Tín hiệu âm thanh (audio) được điều tần (FM) bằng tần số 5.75MHz và chiếm băng thông 250 KHz. Sau này, người ta sử dụng tín hiệu MTS, có nghĩa là nhiều hơn một tín hiệu âm thanh, để truyền âm thanh stereo.

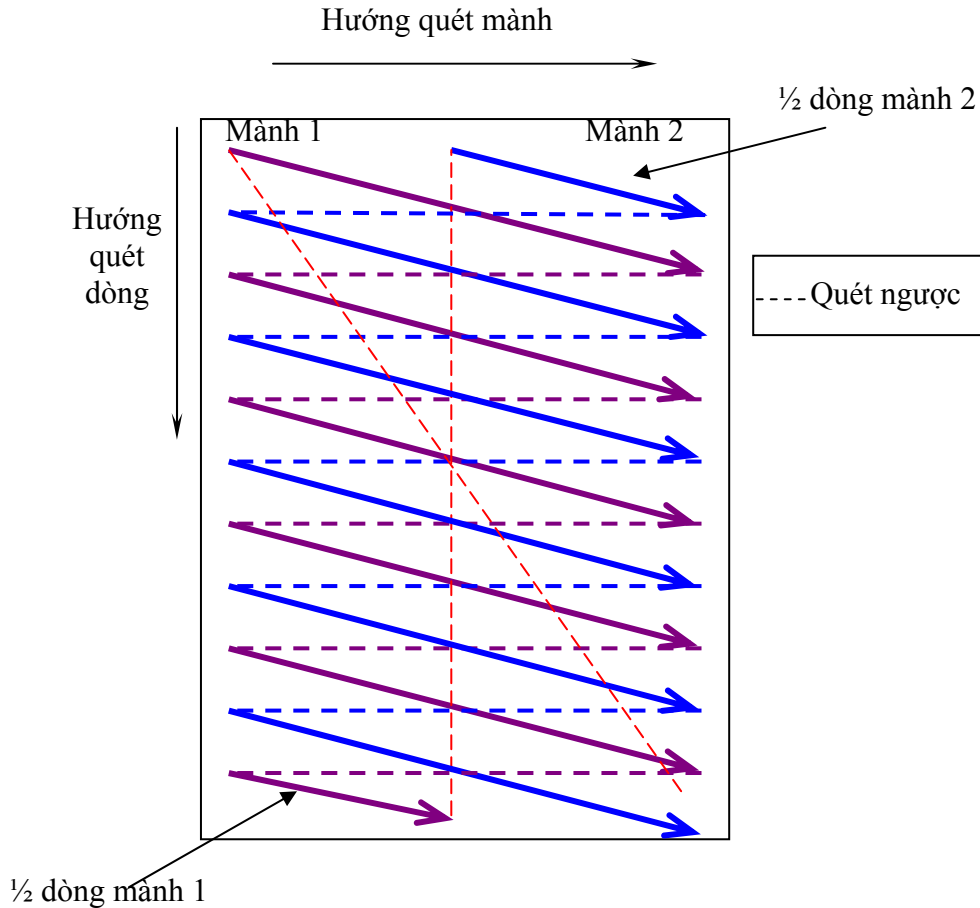
c. Phương pháp quét ảnh

Do có sự lưu ảnh của mắt, nếu ta truyền 24 ảnh mỗi giây, khi tái tạo ảnh, người xem sẽ có cảm giác một hình ảnh chuyển động liên tục. Tuy nhiên với 24 ảnh mỗi giây, ảnh vẫn bị chớp và gây khó chịu cho khán giả.

Để khắc phục nhược điểm trên, người ta sử dụng phương pháp quét xen kẽ. Trong phương pháp này, khi chiếu một ảnh liên tục trong thời gian 1/24 giây, người ta chiếu ảnh đó làm 2 lần, mỗi lần 1/48 giây. Kết quả cho ta cảm giác được xem 48 ảnh mỗi giây thay vì 24 ảnh mỗi giây. Hình ảnh sẽ chuyển động liên tục và ánh sáng không bị chớp.

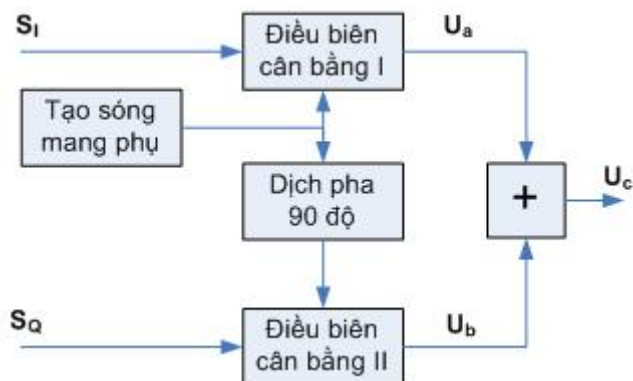
Để phù hợp với tần số điện lưới đang được sử dụng tại Hoa Kỳ là 60Hz, chuẩn NTSC qui định sử dụng phương pháp quét xen kẽ với tần số 30 ảnh mỗi giây. Theo cách quét này, dòng điện tử được quét từ trái sang phải, từ trên xuống dưới theo 2 phần riêng biệt, gọi là 2 màn.

- Màn thứ nhất – màn lẻ: gồm các dòng lẻ: 1, 3, 5, ... và ½ dòng cuối.
- Màn thứ hai – màn chẵn : gồm ½ dòng đầu và dòng 2,4,6 ...
(vì hệ NTSC qui định màn hình gồm 525 dòng nên mỗi màn sẽ gồm 262 dòng và ½ dòng).
- Xung quét dòng, màn có dạng răng cưa.



Trong thực tế, người ta sử dụng tần số 59.94 Hz thay vì 60 Hz như qui định để loại bỏ hiện tượng “điểm chạy” trên màn hình trong tần số 60 Hz. Bằng cách sử dụng tần số 59.94 Hz (có nghĩa là tốc độ khung hình là : 29.97 khung hình mỗi giây), người ta đảm bảo được độ lệch pha của tín hiệu màu chính xác 180 cho mỗi dòng trên màn hình. Điều này rất quan trọng vì thời điểm bấy giờ tỉ vi đen trắng vẫn còn được sử dụng. Nó sẽ đảm bảo cho hệ tỉ vi đen trắng vẫn thu được tín hiệu chóa mặc dù không cần sử dụng bộ lọc màu như thiết kế ban đầu. Ngoài ra, nó còn đảm bảo cho các tỉ vi màu nguyên thủy có thể loại bỏ những điểm sáng bất thường xuất hiện gần vùng biên màu của hình ảnh hoặc kết hợp với các phương pháp khác (như dùng bộ lọc lược) để hiển thị ảnh một cách hoàn hảo hơn.

7.3.3 Sự điều chế màu



S_I và S_Q được sử dụng để điều chế sóng mang phụ có tần số 3.58 MHz dùng 2 bộ điều chế cân bằng: một bộ điều chế được lái bởi sóng mang phụ tại pha sine, bộ điều chế kia được

lái bởi sóng mang phụ tại pha cosine (hình 1-2). Các ngõ ra của hai bộ điều chế cân bằng được cộng lại với nhau:

$$U_C = S_Q \sin(\omega t + 33^\circ) + S_I \cos(\omega t + 33^\circ)$$

$$\omega = 2\pi f_{sc}$$

$$f_{sc} = 3.579545 \text{ MHz } (\pm 10 \text{ Hz})$$

hay cách viết khác:

$$U_C = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.4)$$

trong đó:

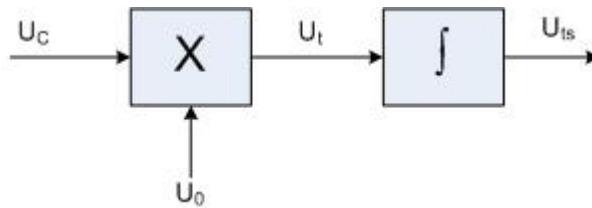
- A là độ dài của vectơ tín hiệu màu, $A = \sqrt{S_I^2 + S_Q^2}$, A biểu thị độ bão hòa màu.

$$\varphi = \arctg \frac{S_I}{S_Q} + 33^\circ$$

- φ là pha của tín hiệu màu, φ biểu thị sắc thái của màu.

d. Tách sóng tín hiệu mang màu

Trong phần này ta sẽ tìm hiểu cách thức lấy lại các tín hiệu S_I và S_Q từ tín hiệu cao tần U_C (đây là quá trình ngược của sự điều chế màu).



Tín hiệu mang màu cao tần U_C được đưa vào bộ tách tín hiệu mang màu. Bộ tách tín hiệu mang màu thường là bộ tách sóng đồng bộ (còn gọi là bộ tách sóng nhân). Trong máy thu hình cần phải có mạch tạo dao động tần số mang phụ có tần số và pha đồng bộ với tần số và pha của dao động tần số mang phụ ở phía phát.

Ta có:

$$U_t = U_0 * U_C = U_0 [S_Q \sin(\omega t + 33^\circ) + S_I \cos(\omega t + 33^\circ)]$$

trong đó: $U_0 = a \sin(\omega t + \alpha)$ là dao động tần số mang phụ ở bên thu.

Nếu $\alpha = 33^\circ$ ta có:

$$U_t = a S_Q \sin^2(\omega t + 33^\circ) + a S_I \cos(\omega t + 33^\circ) \sin(\omega t + 33^\circ)$$

$$U_t = \frac{1}{2} a S_Q - \frac{1}{2} a S_Q \cos 2(\omega t + 33^\circ) + \frac{1}{2} a S_I \sin 2(\omega t + 33^\circ)$$

Dùng mạch tích phân để lọc bỏ các thành phần tần số cao ta được:

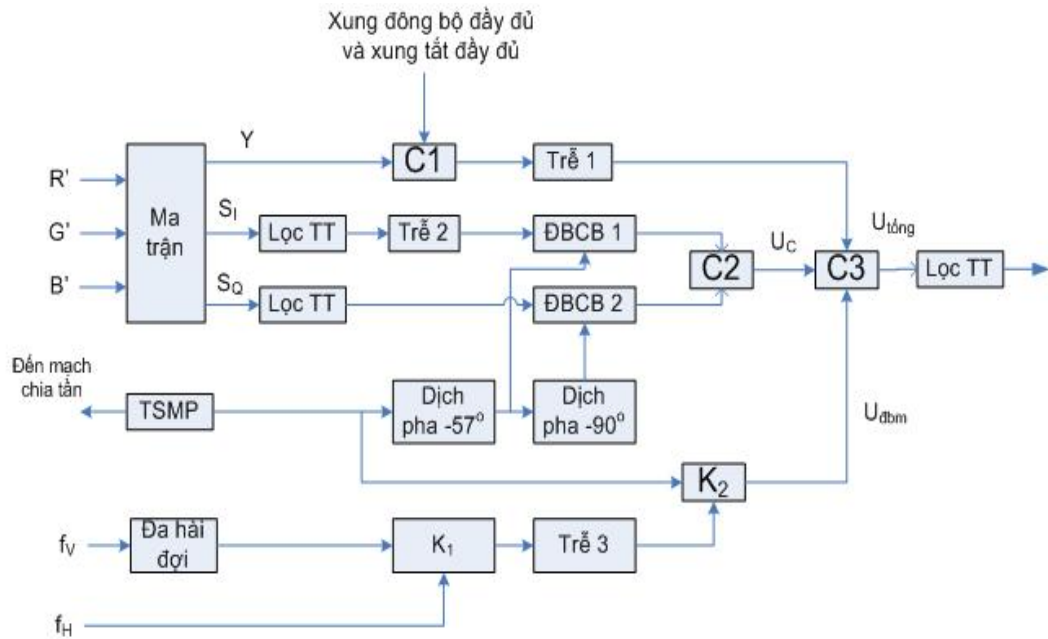
$$U_{ts} = \frac{1}{2} a S_Q$$

Nếu $\alpha = 33^\circ + 90^\circ$ ta có:

$$U_0 = a \sin(\omega t + 33^\circ + 90^\circ) = a \cos(\omega t + 33^\circ)$$

$$U_{ts} = \frac{1}{2} a S_I$$

e. Bộ lập mã màu hệ NTSC



Hình trên là sơ đồ khối đơn giản của bộ lập mã màu ở hệ NTSC, trong sơ đồ này không vẽ các mạch ghim, mạch vi phân ...

Mạch ma trận hình thành tín hiệu chói theo công thức:

$$Y = 0.299R' + 0.5879G' + 0.114B'$$

$$S_I = 0.596R' - 0.275G' - 0.321B'$$

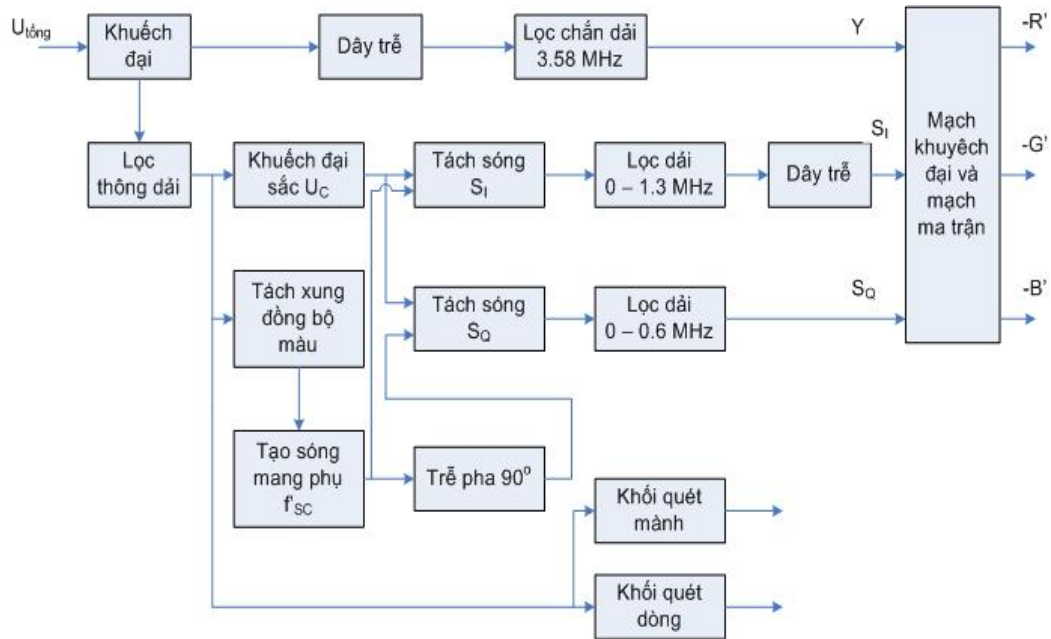
$$S_Q = 0.212R' - 0.523G' + 0.311B'$$

Mạch tạo sóng mang phụ (TSMP) tạo ra dao động điều hòa có tần số $f_{SC} = 3.58$ MHz và góc pha là 180° (so với trục (B-Y)). Dao động này qua mạch dịch pha -57° đảm bảo cho sóng mang phụ đặt lên mạch điều biên cân bằng 1 (ĐBCB 1) có góc pha 123° và lại qua mạch dịch pha -90° để cho sóng mang phụ đặt lên mạch ĐBCB 2 có góc pha là 33° .

Tại mạch cộng C1 thực hiện cộng tín hiệu chói với xung đồng bộ đầy đủ và xung tắt đầy đủ.

Tại mạch cộng C3, cộng tín hiệu chói (có xung đồng bộ đầy đủ và xung tắt đầy đủ) với tín hiệu màu U_C và tín hiệu đồng bộ màu. Tín hiệu màu đầy đủ ở ngõ ra C3 được đưa qua mạch lọc thông thấp có dải thông (0-4.2 MHz).

f. Bộ giải mã màu hệ NTSC



Bộ khuếch đại tín hiệu màu tổng hợp nhận và khuếch đại tín hiệu màu tổng hợp $U_{\text{tổng}}$, ở đầu ra bộ khuếch đại ta lấy được hai tín hiệu: độ chói Y và tín hiệu sắc U_C .

1. Kênh chói

Dây trễ dải rộng có dải thông tần 4.2 MHz và thời gian trễ khoảng $(0.3 - 0.7) \mu\text{s}$, để cho tín hiệu chói và các tín hiệu hiệu màu của một phân tử ảnh đến mạch ma trận hoặc đèn hình màu cùng một lúc. Mạch lọc chắn dải sẽ nén sóng mang phụ và các thành phần phổ của tín hiệu màu gần f_{SC} nhằm giảm ảnh hưởng của tín hiệu màu đến chất lượng ảnh truyền hình màu.

Khi có mạch lọc chắn dải trong kênh chói, dải thông kênh chói thu hẹp. Vì vậy lúc thu chương trình truyền hình đen trắng phải tìm cách làm cho mạch lọc chắn dải mất tác dụng.

2. Kênh màu

Mạch lọc thông dải chọn lấy tín hiệu màu, tín hiệu đồng bộ màu và nén các thành phần tần thấp của tín hiệu chói nằm ngoài phổ tần tín hiệu màu.

Mạch khuếch đại sắc U_C là mạch khuếch đại cộng hưởng nhằm khuếch đại điện áp tín hiệu sắc U_C tại tần số $f_{\text{SC}} = 3.58 \text{ MHz}$ và đưa hai tín hiệu song biên nén tần số mang tới các bộ tách tín hiệu song biên.

Bộ tạo sóng mang phụ f_{SC} có nhiệm vụ tạo lại tần số sóng mang phụ f_{SC} . Để tần số tự tạo luôn đồng bộ với phía phát, bộ tạo sóng mang f_{SC} làm việc dưới sự điều khiển của xung đồng bộ màu có tần số f_{SC} .

Bộ tách sóng tín hiệu sắc làm nhiệm vụ biến đổi tín hiệu song biên thành tín hiệu điều biên, sau đó tách sóng điều biên để lấy tín hiệu S_I và S_Q .

7.3.4 Ưu nhược điểm của hệ truyền hình NTSC

Ưu điểm chính của hệ thống NTSC là đơn giản, thiết bị mã hóa và giải mã không phức tạp vì vậy giá thành thiết bị thấp hơn so với thiết bị của các hệ thống khác.

Khuyết điểm chính của hệ thống NTSC là rất dễ bị sai màu khi hệ thống tín hiệu màu không lý tưởng và có nhiễu, tín hiệu màu nhạy cảm với méo pha và méo vi sai.

Một số đặc điểm khác của hệ thống NTSC:

- Méo gây ra do dải tần tín hiệu mang màu bị hạn chế: Vì dải tần tín hiệu mang màu bị hạn chế nên sinh ra sự nhòe ranh giới giữa các dải màu thuần khiết nằm kề nhau theo chiều ngang, làm cho độ chói bị giảm thấp ở vùng giới hạn các dải màu và ở các chi tiết nhỏ.
- Méo gây ra do dải tần của hai tín hiệu mang màu khác nhau: Sự sai khác dải tần của U_I và U_Q dẫn đến sự sai màu vùng độ chói biến đổi đột ngột bởi vì tại đó tốc độ của U_I và U_Q không giống nhau, do đó góc pha φ thay đổi theo thời gian. Sự sai khác tần số còn làm thay đổi giới hạn của các vùng màu trong đồ thị màu.
- Nhiễu của tín hiệu chói vào kênh màu: Khi tín hiệu chói có các đột biến hoặc chứa các thành phần tần số cao thì dưới tác dụng của nó, đầu ra của các bộ lọc thông dải tần số f_{sc} sẽ xuất hiện các dao động tần số sóng mang phụ. Các dao động này được tách sóng và gây nhiễu cho tín hiệu màu. Bởi vì tín hiệu mang màu cao tần là điều biên, cho nên loại nhiễu kể trên rất khó khắc phục. Chính nhiễu này làm các chi tiết ảnh đen-trắng trở nên có màu khi có kích thước thích hợp.
- Nhiễu lẫn nhau giữa các tín hiệu mang màu do phát hai biên tần không đối xứng: Khi hai biên tần của thành phần U_I không đối xứng thì trong tín hiệu U_Q nhận được sau tách sóng có lẫn thành phần U_I . Sự lẫn màu này xảy ra càng nghiêm trọng nếu đặc tuyến tần số máy phát và máy thu bị sai lệch.

7.4 HỆ THỐNG TRUYỀN HÌNH MÀU PAL

7.4.1 Giới thiệu

Hệ thống truyền hình màu NTSC tồn tại một số nhược điểm như sự nhạy cảm của tín hiệu màu với méo pha và méo pha vi sai – do sự biến đổi pha sóng mang phụ, làm cho màu sắc của ảnh khôi phục không được chính xác. Thiết bị của hệ thống đòi hỏi có độ chính xác cao.

Để khắc phục nhược điểm của hệ thống NTSC, nhiều hệ truyền hình màu đã lần lượt ra đời và có những khác biệt so với hệ thống NTSC. Hệ truyền hình màu PAL là hệ truyền hình màu được CHLB Đức nghiên cứu và được xem là hệ tiêu chuẩn từ năm 1966. Đây là hệ truyền hình đồng thời, nó đồng thời truyền hình tín hiệu chói và hai tín hiệu màu. Hệ PAL có nhiều thông số giống hệ NTSC. Điểm khác nhau cơ bản giữa hai hệ này là pha tải màu cho thành phần R-Y đảo ngược theo từng dòng trong mỗi màn hình (field).

Hệ thống truyền hình màu PAL có những đặc điểm sau:

Ưu điểm:

- Hệ PAL có méo pha nhỏ hơn hẳn so với hệ NTSC.
- Hệ PAL không có hiện tượng xuyên lẫn màu.
- Hệ PAL thuận tiện cho việc ghi băng hình hơn hệ NTSC.

Nhược điểm:

- Máy thu hình PAL phức tạp hơn vì cần có dây trễ 64 μs và yêu cầu dây trễ này có chất lượng cao.

- Tính kết hợp với hệ truyền hình đen trắng kém hơn hệ NTSC.

Một số đặc trưng cơ bản:

- Tọa độ các màu cơ bản RGB cho máy thu hình:

	x	y
G	0,29	0,60
B	0,15	0,06
R	0,64	0,33
D65	0,3127	0,3290

- Tọa độ màu đối với các tín hiệu sơ cấp bằng nhau:

Màu D₆₅: $x = 0,3127$; $y = 0,3290$

- Giá trị gamma cho đèn hình của máy thu hình: $\gamma=2,8$

7.4.2 Tín hiệu PAL và phương pháp điều chế

Tín hiệu chói (luminance) E'_γ của hệ PAL được xác định theo công thức sau:

$$E'_\gamma = 0,299E'_R + 0,587E'_G + 0,114E'_B$$

Trong đó E'_γ , E'_R , E'_G , E'_B - giá trị điện áp tín hiệu chói và ba màu cơ bản sau hiệu chỉnh gamma.

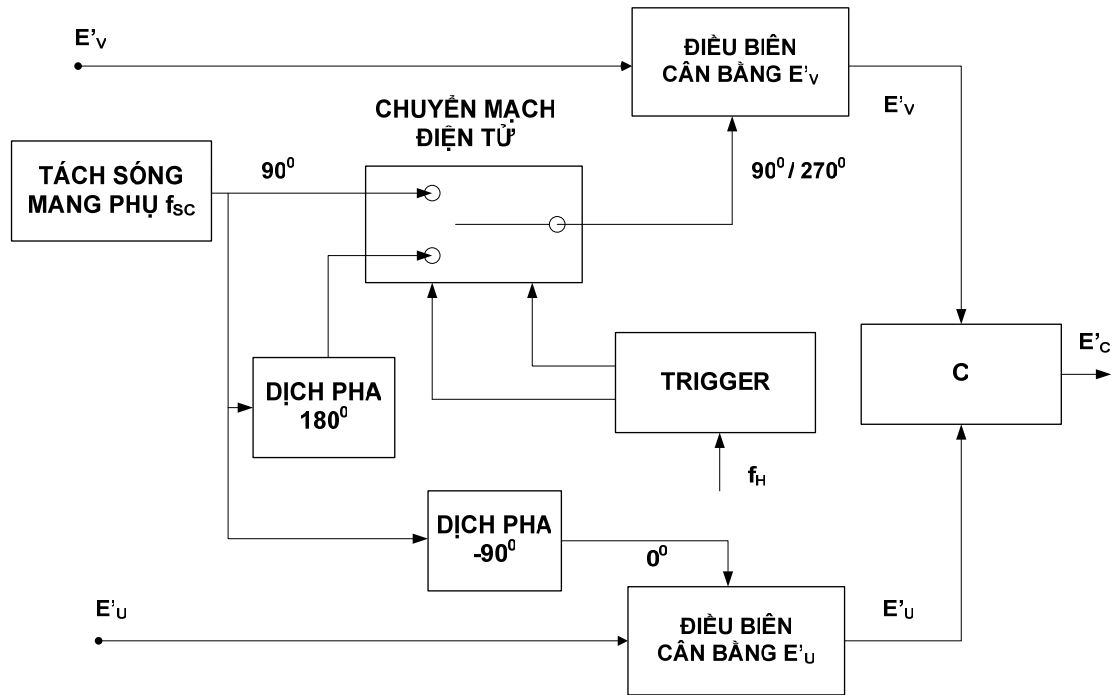
Dải tần tín hiệu chói E'_γ hệ PAL rộng 5 MHz, tương thích với tiêu chuẩn quét 625/50. Tín hiệu màu được ghép kênh theo tần số cùng tín hiệu chói để truyền đi.

Hai tín hiệu hiệu màu E'_U , E'_V được xác định theo biểu thức:

$$E'_U = 0,877(E'_B - E'_\gamma) = 0,615E'_R - 0,515E'_G - 0,100E'_B$$

$$E'_V = 0,493(E'_R - E'_\gamma) = -0,147E'_R - 0,2939E'_G + 0,437E'_B$$

Hai tín hiệu hiệu màu E'_U , E'_V có độ rộng dải tần bằng nhau và bằng 1,3 MHz. Cũng như hệ NTSC, hai tín hiệu màu E'_U , E'_V điều chế trên một sóng mang phụ theo phương thức điều chế vuông góc. Nhưng khác với hệ NTSC ở chỗ: thành phần mang tín hiệu E'_V đảo pha (góc pha thay đổi 180°) theo từng dòng quét. Việc đảo pha này xảy ra trong thời gian quét ngược của dòng.



Tín hiệu màu ở hệ PAL:

$$E'_C = E'_V + E'_U = \pm E'_V \cos w_{sc}t + E'_U \sin w_{sc}t$$

Tín hiệu hình màu tổng hợp:

$$E'_M = E'_r \pm E'_V \cos w_{sc}t + E'_U \sin w_{sc}t$$

Biên độ tín hiệu màu:

$$G = \sqrt{(E'_V)^2 + (E'_U)^2}$$

Góc pha tín hiệu màu:

$$\varphi = \arctg \frac{E'_V}{E'_U}$$

Việc đảo pha các thành phần sóng mang phụ mang tín hiệu màu E'_V ở hệ PAL là nhằm giảm ảnh hưởng của méo pha tín hiệu màu (với bất kỳ nguyên nhân nào, chẳng hạn như méo pha-vi sai v.v...) đến chất lượng ảnh màu khôi phục

Ở bộ giải mã màu, việc cộng tín hiệu màu của hai dòng liên tiếp thường thực hiện bằng dây trễ có thời gian trễ t_H (với hệ 625 dòng, $t_H = 64\mu s$), cũng có thể cộng hình ảnh của chúng tại võng mạc của mắt nhờ hiện tượng lưu ảnh (sử dụng ở máy thu hình PAL)

7.4.3 Tần số sóng mang phụ

Khi chọn tần số sóng mang phụ cần xét đến các yếu tố sau:

- Ảnh hưởng của sóng mang phụ đến ảnh truyền hình đen - trắng . Để giảm tính rõ rệt của ảnh nhiễu do tín hiệu màu sinh ra trên ảnh truyền hình ở máy thu đen - trắng , tần số sóng mang phụ ở hệ PAL được chọn theo :

$$f_{SC} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2}$$

Để tiếp tục giảm nhỏ mức độ rõ rệt của nhiễu, người ta xê dịch thêm ảnh nhiễu một lượng Δf . Lúc đó:

$$f_{SC} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2} \pm \Delta f$$

Để cho can nhiễu do các thành phần tín hiệu chói lọt vào kênh màu của máy thu hình nhỏ nhất và luôn di động trên màn hình, Δf nên chọn bằng bội số lẻ của $f_V/2$. Ở hệ

PAL chọn $\Delta f = \frac{f_V}{2}$. Tóm lại, ta có:

$$f_{SC} = (2n - \frac{1}{2}) \frac{f_H}{2} \pm \frac{f_V}{2}$$

Trong đó:

n: số nguyên dương

f_{SC} : tần số sóng mang phụ

f_H và f_V : tần số dòng và màn hình PAL

- Tần số sóng mang phụ phải ở miền tần số cao của phổ tín hiệu chói.
- Thuận tiện cho việc biến đổi tín hiệu của hệ PAL thành tín hiệu của hệ NTSC, và ngược lại.
- Dễ thực hiện chia tần để tạo ra các tần số f_H , $2f_H$, f_V nhằm làm cho giữa chúng có mối liên hệ mật thiết với nhau.

Với những yêu cầu trên, ở hệ PAL 625 dòng; chọn $n=284$, $f_H=15625$ Hz.

Tần số sóng mang :

$$f_{SC} = 4.433.618,75 \pm 5 \text{ (CCIR B,D,G,H)} \pm 1 \text{ (CCIR I)}$$

7.4.4 Tín hiệu đồng bộ màu

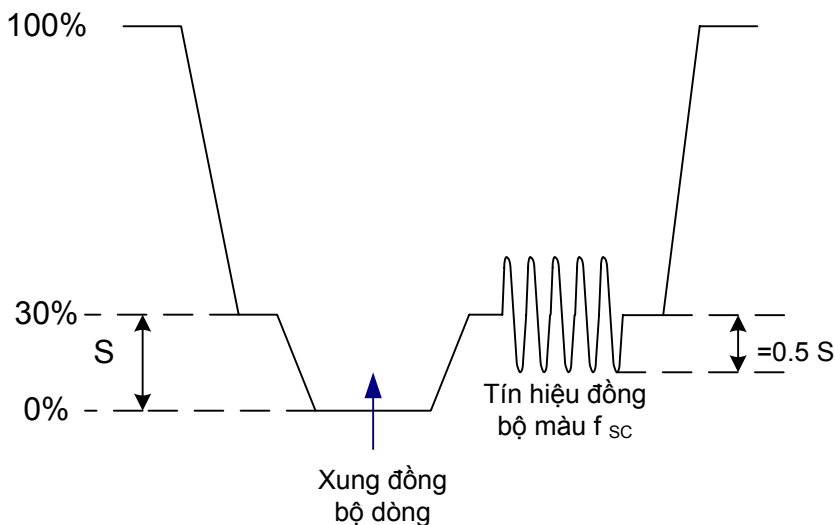
Cũng như đối với hệ NTSC, do phía phát sử dụng điều kiện cân bằng, nên cần phải truyền đi tín hiệu đồng bộ màu để thực hiện đồng bộ và đồng pha tín hiệu sóng mang phụ chuẩn được tạo ra ở máy thu hình

Ngoài ra, ở hệ PAL, thành phần sóng mang phụ mang tín hiệu màu E_V' đảo pha theo từng dòng, cho nên phía phát còn phải truyền thêm tín tức để phía thu biết được pha của từng dòng quét.

Tín hiệu đồng bộ màu của hệ PAL cũng như hệ NTSC, là chuỗi xung gồm 8 đến 11 chu kỳ, có tần số đúng bằng tần số mang màu f_{SC} được đặt ở sườn phía sau của các xung xóa dòng. Tín hiệu đồng bộ màu không truyền trong khoảng thời gian truyền xung cân bằng trước, xung đồng bộ mặt và xung cân bằng sau để không ảnh hưởng tới việc đồng bộ mặt trong máy thu hình.

Nhưng khác tín hiệu đồng bộ ở hệ NTSC, pha ban đầu của tín hiệu đồng bộ màu ở hệ PAL luôn thay đổi theo từng dòng để đảm nhận chức năng đồng pha các chuyển mạch điện tử.

Thời điểm bắt đầu và kết thúc (so với xung đồng bộ mặt) của xung xóa tín hiệu đồng bộ màu, đối với các lượt quét là khác nhau; nhằm đảm bảo cho tín hiệu đồng bộ màu cuối cùng trước khi xóa trong bất kỳ lượt quét nào cũng đều có pha ban đầu là 135° .



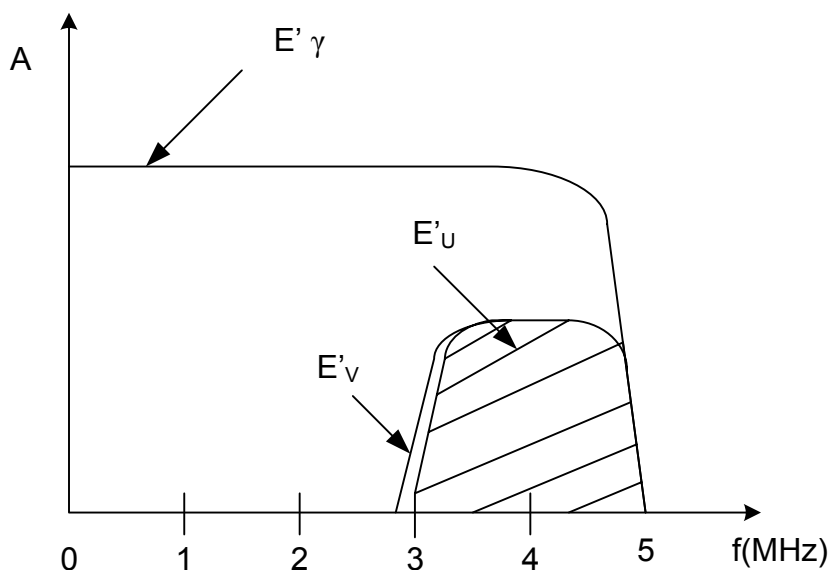
Hình 2.2. Tín hiệu đồng bộ màu hệ PAL

Chu kỳ của tín hiệu màu đầu đủ ở hệ PAL bằng thời gian 4 lượt quét (trong khi đó ở hệ truyền hình đen-trắng và hệ NTSC, chu kỳ này bằng thời gian hai lượt quét)

7.4.5 Phổ tần của các tín hiệu

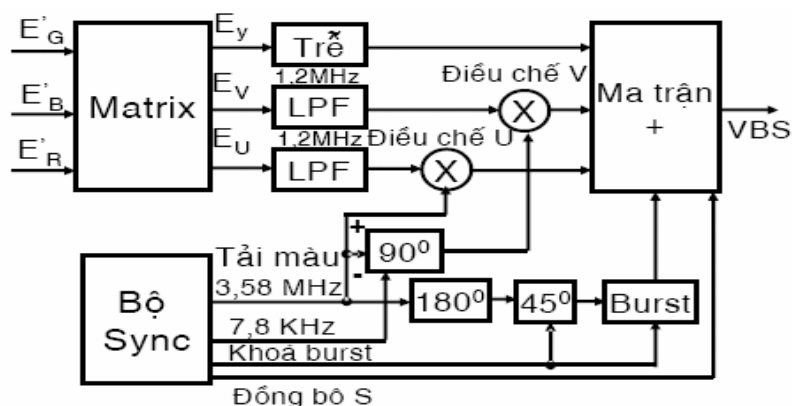
Phổ tần tín hiệu màu tổng hợp của hệ PAL gồm: tín hiệu chói E'_γ (có dải tần $0 \div 5$ MHz) và tín hiệu sắc E'_C . Tín hiệu sắc E'_C bao gồm hai tín hiệu E'_U và E'_V điều biến vào tần số f_{SC} , truyền đi toàn dải biên tần dưới và một phần dải biên tần trên.

Phổ của tín hiệu màu E'_U và vạch phổ của tín hiệu màu E'_V không trùng nhau. Khoảng cách giữa chúng là $f_H/2$. Ở phía thu có thể tách riêng tín hiệu E'_U và E'_V trước mạch tách sóng đồng bộ.

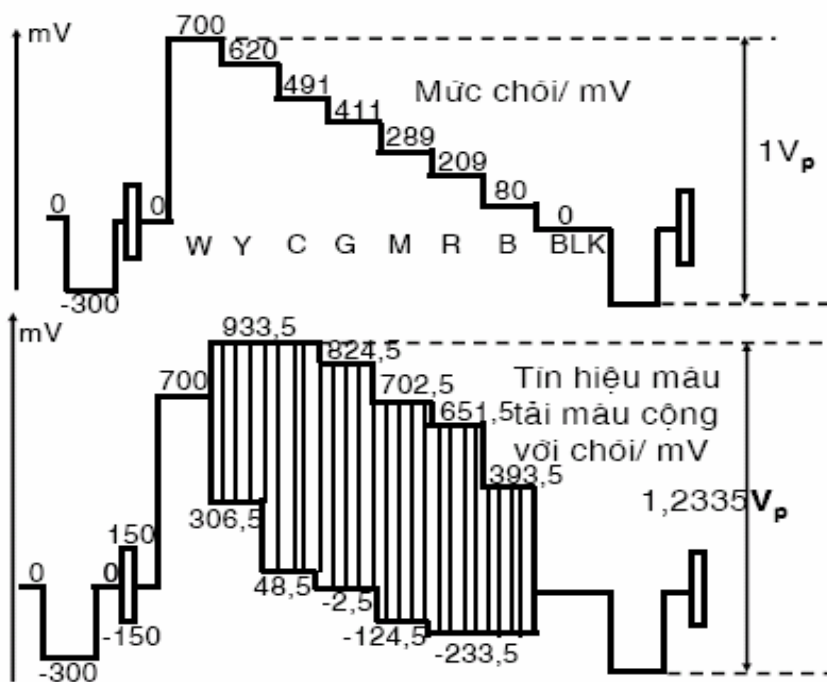


Hình 2.3. Phổ tần tín hiệu màu tổng hợp hệ PAL

7.4.6 Bộ mã hoá tín hiệu màu PAL

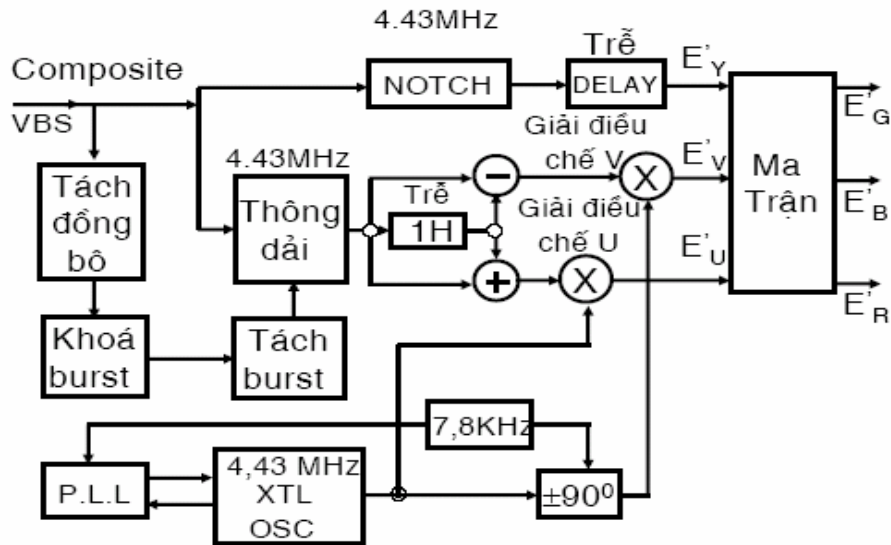


Các tín hiệu R,G,B (đã sửa gamma) được cung cấp cho ma trận tạo tín hiệu luminance Y và hai tín hiệu hiệu số màu. Mỗi tín hiệu hiệu số màu được giới hạn độ rộng băng tần đến 1,2 MHz trước khi đến các bộ điều chế cân bằng. Tả màu 4,43 MHz cung cấp cho bộ điều chế U, và qua mạch dịch pha 90° cung cấp cho bộ điều chế V. Như vậy là burst tả màu được hình thành khi đi qua chuyển mạch pha $\pm 135^\circ$. Chuyển mạch pha tả màu cho U và burst xảy ra tại tần số $f_H/2 = 7.812,5$ Hz (PAL Trigger). Tín hiệu chói Y được làm trễ để bù với độ trễ của chrominance do sử dụng các mạch lọc thông thấp đối với tín hiệu hiệu số màu. Mạch cộng liên kết tín hiệu luminance, các biên chrominance, xung đồng bộ tổng hợp và burst tả màu thành tín hiệu màu tổng hợp.



Dạng sóng tín hiệu các sọc màu PAL (100%)

7.4.7 Bộ giải mã tín hiệu màu PAL



Sơ đồ khối mạch giải mã màu PAL

Các biên của chrominance được tách ra bằng mạch lọc thông dải và được đưa vào các mạch giải điều chế chrominance và mạch tách xung burst. Mạch tách burst tạo công bằng một khóa burst từ xung đồng bộ dòng. Đầu ra của nó đồng bộ với bộ tạo lại tải màu cục bộ dùng thạch anh có điều khiển bằng PLL (phase-locked loop). Pha của burst thay đổi từ dòng này sang dòng kia, luân phiên $\pm 135^\circ$ so với vector chuẩn U. Tải màu được tạo lại có 1 pha $+180^\circ$ so với chuẩn U. Đầu ra mạch lọc thông dải được đưa đến dây trễ 1H ($=64\mu s$), bộ cộng và bộ trừ. Đầu ra bộ cộng là tín hiệu có các biên U. Tín hiệu đầu ra của bộ trừ là các biên $\pm V$ (luân phiên). Hai tín hiệu này dẫn đến hai bộ giải điều chế đồng bộ. Pha của tải màu đến bộ giải điều chế U là cố định. Pha của bộ trừ đến bộ giải điều chế V thay đổi luân phiên theo dòng $\pm 90^\circ$ (tốc độ 7,8125 kHz) so với bộ giải điều chế U. Các tín hiệu số màu và tín hiệu chói (có trễ) sau khi giải điều chế được đưa vào mạch ma trận để tạo lại các tín hiệu sơ cấp ban đầu. Mạch lọc chặn (notch filter) được dùng để giảm độ nhìn thấy tải màu. Độ phân giải chrominance của PAL theo chiều đứng bằng một nửa của độ phân giải luminance do kết quả lấy trung bình của mạch giải mã. Có nhiều biến thể của mạch lọc lược (comb filter) được dùng trong bộ giải mã PAL.

7.5 HỆ TRUYỀN HÌNH MÀU SECAM

7.5.1 Giới thiệu

Hệ truyền hình màu SECAM (Sequentiel Couleur A mémoire) là hệ truyền hình màu đồng thời lần lượt. Hệ phát triển và được hoàn thiện dần trên cơ sở hệ Henri de France, mang tên tác giả kỹ sư người Pháp; đề xuất vào năm 1954. Ở hệ này, tín hiệu E'_B truyền liên tục ở các dòng trên sóng mang phụ; còn các tín hiệu E'_R và E'_G truyền trực tiếp và lần lượt theo dòng. Một số mốc phát triển:

- Năm 1956 đề ra phương án cải tiến: tín hiệu E'_Y truyền liên tục ở các dòng, còn tín hiệu E'_R và E'_B truyền lần lượt theo dòng, theo phương thức điều biên trên một sóng mang phụ có tần số $f_S = (2n+1)f_H/2 = 4,43\text{MHz}$ bố trí trong giới hạn phổ tần của tín hiệu E'_Y
- Năm 1959 hệ này mang tên là SECAM.

- Năm 1960 dùng tín hiệu màu E'R-Y và E'B-Y thay thế cho tín hiệu E'R và E'B.
- Năm 1961 dùng phương pháp điều tần thay cho phương pháp điều biên.
- Năm 1967 hệ thống này mang tên SECAMIIIIB, còn gọi là SECAM tối ưu. SECAMIIIIB có tính chống nhiễu cao, kém nhạy với méo pha-vi sai, méo biên độ-vi sai.

7.5.2 Đặc điểm và các thông số cơ bản:

Ở hệ SECAMIIIIB, tín hiệu chói truyền ở tất cả các dòng, còn hai tín hiệu hiệu số màu D'R và D'B truyền lần lượt theo dòng quét trên hai sóng mang phụ có tần số trung tâm là f_{OR} và f_{OB} tương ứng theo phương thức điều tần.

Tín hiệu chói:

$$E'Y=0,587E'G+0,114E'B+0,299E'R$$

Hai tín hiệu hiệu số màu:

$$D'B=1,505(E'B-E'Y);$$

$$D'R=-1,902(E'R-E'Y)$$

Phần lớn các cảnh thường gặp trên trái đất, tín hiệu E'R-Y là dương, còn E'B-Y là âm, nên ta phải đổi dấu tín hiệu E'R-Y để cho tần số tín hiệu điều tần giảm khi giá trị tín hiệu D'R hoặc giá trị D'B tăng. Lúc đó giảm được méo của việc giới hạn dải biên tần tín hiệu màu gây ra, đồng thời cải thiện tính tương hợp của hệ.

Ở hệ SECAMIIIIB, truyền lần lượt tín hiệu màu D'R và D'B để tránh nhiễu giao thoa giữa chúng trên đường truyền trước chuyển mạch điện tử ở máy thu hình.

Ưu điểm khi sử dụng điều tần:

- Tín tức được phản ánh ở trị tức thời của tần số sóng mang phụ, chứ không phải pha sóng mang phụ, nên méo pha trên đường truyền không ảnh hưởng tới tính màu của ảnh tại các mảng màu có độ chói đồng đều (vì sự sai pha $\Delta\varphi$ của tín hiệu màu do méo

$$\Delta\omega = \frac{d\Delta\varphi}{dt} = 0$$

pha-vi sai gây ra không đổi nên).

- Trước mạch tách sóng tần số ở bộ giải mã màu có mạch hạn biên hai phía nên sự thay đổi biên độ tín hiệu màu cũng ít ảnh hưởng đến màu sắc của ảnh truyền hình.

Ở hệ SECAMIIIIB chọn hai tần số sóng mang phụ khi giá trị tín hiệu màu bằng không (gọi là tần số trung tâm):

- Ở các dòng truyền tín hiệu D'R:

$$f_{OR}=282f_H=4,40635\text{MHz}\pm 2\text{KHz}$$

- Ở các dòng truyền tín hiệu D'B:

$$f_{OB}=272f_H=4,25\text{MHz}\pm 2\text{KHz}$$

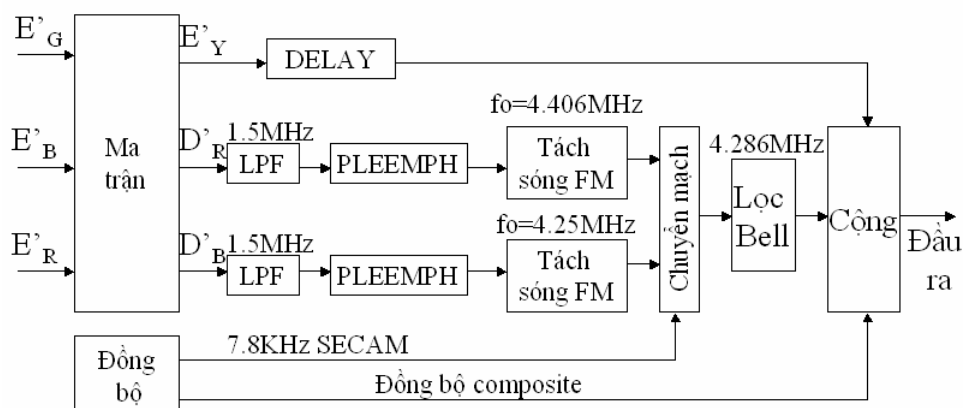
Trong đó $f_H=15625\pm 0,016\text{Hz}$

Chọn f_{OR} và f_{OB} có giá trị khác nhau nhằm nâng cao tính chống nhiễu của hệ mà không giảm tính tương hợp. Hơn nữa còn giảm méo giao thoa giữa các tín hiệu màu D'R và D'B xảy ra ở máy thu.

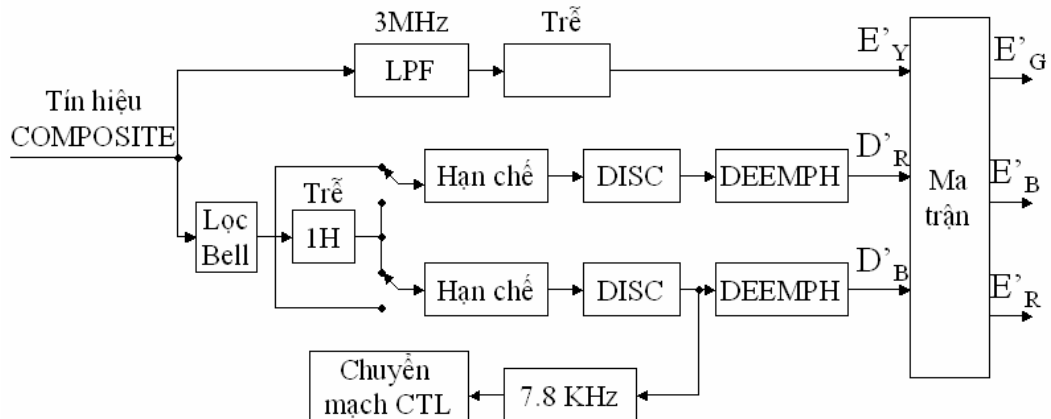
Một số thông số cơ bản của hệ truyền hình màu SECAM cho trong bảng:

Stt	Thông số	Giá trị
1	Toạ độ màu cho các màu sơ cấp của máy thu hình	$x \quad y$ G:0,29 0,60 B:0,15 0,06 R:0,64 0,33
2	Toạ độ màu cho các tín hiệu sơ cấp bằng nhau.	$D_{65}: x=0,3127; y=0,3290$
3	Giá trị gamma cho đèn hình (γ)	2.8
4	Tín hiệu chói.	$E'_Y=0,587E'_G+0,114E'_B+0,299E'_R$
5	Các tín hiệu chrominance	$D'_B=1,505(E'_B-E'_Y); \quad D'_R=-1,902(E'_R-E'_Y)$
6	Sửa trước tần số thấp các tín hiệu hiệu số màu.	$D'_{B*}=A_{BF}(f)D'_B; D'_{R*}=A_{BF}(f)D'_R$ Với $A_{BF}(f)=[1+j(f/f_1)]/[1+j(3f/f_1)]$ f : tần số hiệu $f_1=85\text{KHz}$
7	Phương trình tín hiệu màu tổng hợp	$E_M=E'_Y+G\cos 2\pi(f_{OB}+\Delta f_{OB}.f_O.D_{B*}.dt)$ hoặc $E_M=E'_Y+G\cos 2\pi(f_{OR}+\Delta f_{OR}.f_O.D_{R*}.dt)$ luân phiên theo dòng
8	Điều chế tải màu	FM
9	Tần số tải màu /Hz	Giá trị chuẩn $f_{OB}=4250000\pm 2000$ $f_{OR}=4406250\pm 2000$ Quan hệ với tần số dòng f_H : $f_{OB}=272f_H; f_{OR}=282f_H$
10	Độ di tần cực đại của tải màu/KHz	$\Delta f_{OR} = \begin{cases} +350 \\ -506 \end{cases}, \Delta f_{OB} = \begin{cases} +506 \\ -305 \end{cases}$
11	Biên độ tải màu	$G=M_0[(1+j16F)/(1+j1.26F)]$ Với $f=(f/f_0)-(f_0/f); f_0=4286\text{kHz}$ $2M_0$: biên độ đỉnh-đỉnh $2M_0=23\%$ biên độ chói đỉnh-đỉnh
12	Đồng bộ tải màu	Chuẩn tải màu ở vai sau xung xóa dòng (trường hợp không di tần)

7.5.3 Sơ đồ khối mạch mã hóa SECAM



7.5.4 Sơ đồ khối mạch giải mã SECAM



7.5.5 Làm méo tần thấp:

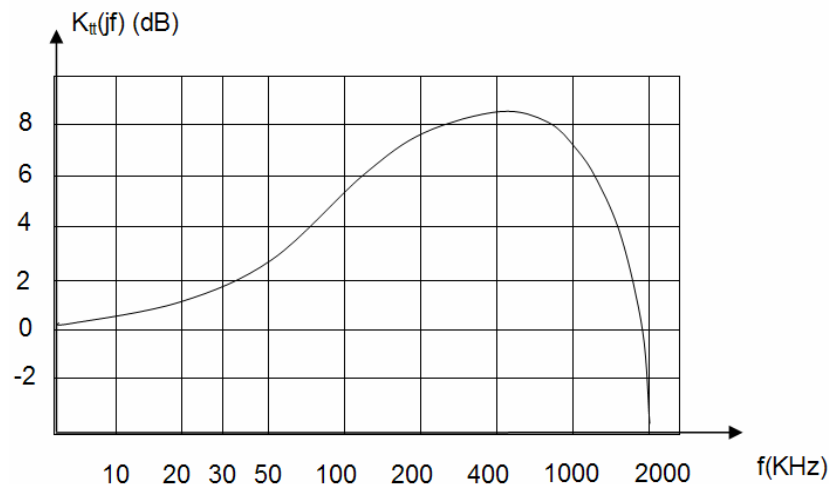
SECAM làm méo dạng tín hiệu màu (làm méo tần thấp) trước khi điều tần nhằm tăng tính chống nhiễu của hệ thống.

- Tăng dần biên độ các thành phần tần số cao của phổ tín hiệu màu D'S và D'R.
- Hệ số điều tần: $\beta < 1$ tính chống nhiễu không tốt bằng NTSC và PAL nên việc làm méo trở nên có ý nghĩa.

Mạch làm méo tần trước có hệ số truyền đạt:

$$K(jf) = \frac{1 + jf / f_1}{1 + jf / 3f_1}$$

Trong đó: $f_1 = 85\text{KHz}$, $k=3$



Đáp ứng tần số của mạch làm méo tần trước (có chứa mạch lọc thông thấp)

Các yêu cầu về đặc tuyến:

- Phần đặc tuyến trên 800KHz là do mạch lọc thông thấp tạo nên.
- Không lệch quá $\pm 0.5\text{dB}$ ở dải tần $(0.1 \div 0.5)\text{MHz}$

- Không lệch quá $\pm 1\text{dB}$ ở dải tần $(0.5 \div 1.3)\text{MHz}$
- Độ suy giảm của mạch lọc thông thấp ở tần số 1.3MHz không vượt quá 3dB
- Suy hao ở tần số cao hơn 3MHz không nhỏ hơn 30dB , ở tần số cao hơn 3.8MHz không nhỏ hơn 40dB .

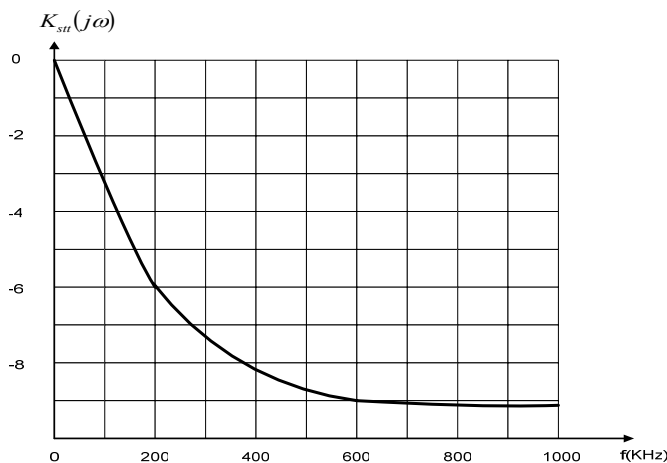
Cho phép méo tần thấp vì tín hiệu màu thực tế có biên độ màu của các thành phần tần số càng cao thì càng nhỏ. Do đó dù cố ý tăng thích đáng giá trị các thành phần tần cao của phổ tần tín hiệu D'_R và D'_B cũng không tăng chỉ số điều tần quá giá trị qui định mà chỉ cân bằng theo tần số nhất định nên dải tần của tín hiệu màu cũng không mở rộng thêm.

Để cho các tín hiệu hiệu số màu nhận được ở bộ giải mã màu không bị méo tần số thì sau các mạch tách sóng tần số phải có mạch de_emphasis tần thấp (sửa méo tần thấp) có đặc tuyến ngược với đặc tuyến của mạch làm méo tần thấp.

Hệ số truyền đạt của mạch de_emphasis tần thấp:

$$K(jf) = \frac{1 + jf / 3f_1}{1 + jf / f_1}$$

Đặc tuyến tần số của mạch de_emphasis tần thấp



Lý thuyết đã chứng minh rằng, với các điều kiện sau:

- Ngõ vào mạch tách sóng tần số: mức tín hiệu lớn hơn nhiều lần
- Mật độ năng lượng nhiễu phân bố đồng đều
- Mạch hạn biên trước mạch tách sóng tần số loại trừ sự thay đổi biên độ của tín hiệu điều tần.
- Tỷ số S/N ở ngõ vào mạch tách sóng tần số và mạch tách sóng đồng bộ bằng nhau.

Thì trong trường hợp chưa có mạch làm méo tần thấp, thì SNR ở lối ra mạch tách sóng tần số (khi điều tần) lớn hơn ở lối ra mạch tách sóng biên độ (khi điều biên). Nếu như có thêm mạch de_emphasis tần thấp ở bộ giải mã màu thì SNR tại lối ra mạch tách sóng tần số tiếp tục được cải thiện.

7.5.6 Làm méo tần cao:

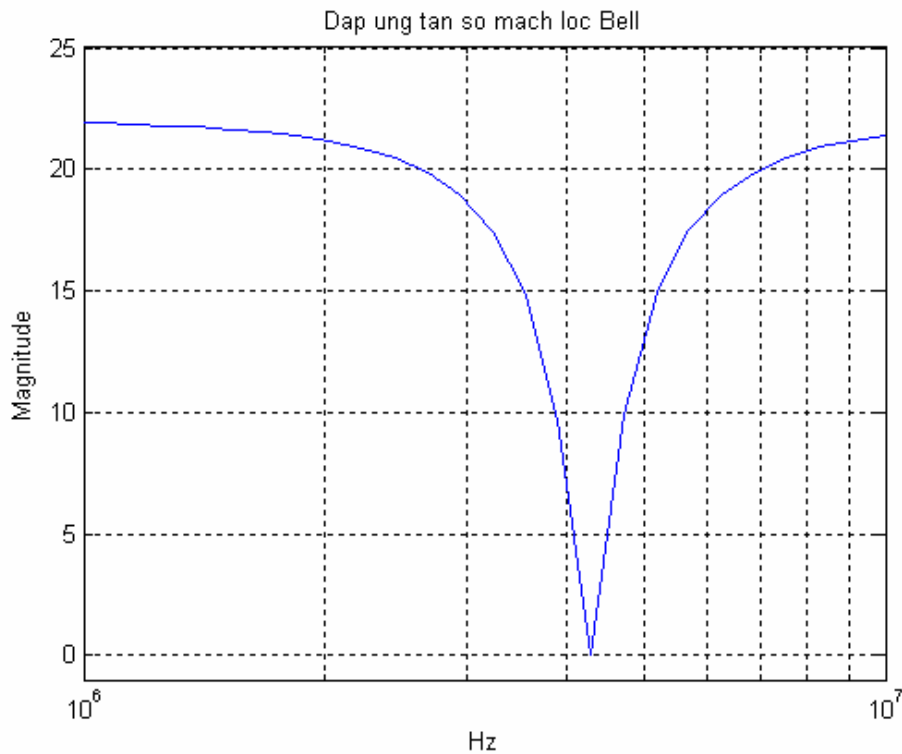
Ở hệ truyền hình màu SECAM dùng biện pháp làm méo tần cao (còn gọi là pre_emphasis tín hiệu màu) làm cho biên độ tín hiệu màu càng tăng khi tần số tức thời của nó càng lệch xa tần số f_0 nào đó. Mạch làm méo tần cao (pre_emphasis) mắc sau mạch điều tần có hệ số truyền đạt:

$$K(jf) = \frac{1 + j16X}{1 + j1,2X}$$

Trong đó: $X = \frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f}$

$f_0 = 4,286\text{MHz}$ với sai số cho phép là $\pm 20\text{KHz}$

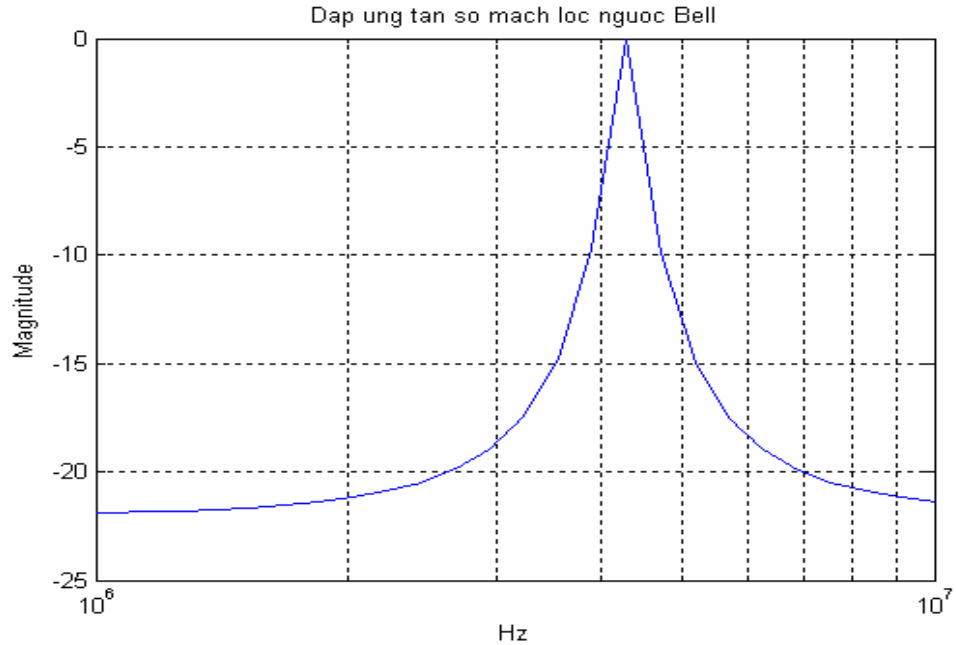
f : là tần số tức thời.



Đáp ứng tần số mạch lọc Bell

Để phục hồi hình dạng tín hiệu màu ban đầu, tại ngõ vào kênh màu bộ giải mã màu phải có mạch sửa làm méo tần cao ở phía giải mã, đặc tuyến của nó ngược với đặc tuyến của mạch pre_emphasis tần cao:

$$K(jf) = \frac{1 + j1,2X}{1 + j16X}$$



Đáp ứng tần số mạch lọc ngược Bell

Mục đích của việc sử dụng pre_emphasis tần cao trong hệ truyền hình màu SECAM:

Tăng tính tương hợp: Đối với những chi tiết có độ bão hoà màu lớn, hoặc ranh giới rõ rệt giữa các chi tiết có màu khác nhau và sự chênh lệch độ chói lớn, thì giá trị tuyệt đối của tín hiệu D'R và D'B đặt lên mạch điều tần tương đối lớn.

7.5.7 Đảo pha tín hiệu điều tần:

- Ở hệ SECAMIII B, tín hiệu màu truyền theo phương thức điều tần sóng mang phụ, tần số điều tần luôn thay đổi. Tần số sóng mang phụ là bội số chẵn của tần số dòng (để đơn giản mạch tự điều chỉnh tần số và pha của mạch điều tần)
- Đảo pha tín hiệu điều tần (tín hiệu màu, tín hiệu đồng bộ màu, tín hiệu bảo vệ màu) nhằm bảo đảm tính tương hợp, thực hiện một trong hai quy luật sau:
 - + Trong một lượt quét, cứ 3 dòng thay đổi pha tín hiệu điều tần 180° . Ngoài ra nó còn đảo pha sau mỗi lượt quét
 - + Thay đổi pha tín hiệu điều tần 180° sau 3 dòng quét ($0, 0, 0, 180^\circ, 180^\circ, 180^\circ$) và sau mỗi lượt quét ($0^\circ, 180^\circ, 0^\circ, 180^\circ$). Chu kỳ thay đổi pha cũng như quy luật thứ nhất.
- Để đạt được tính tương hợp, bên cạnh việc đảo pha tín hiệu điều tần ta cần phải chọn tần số trung tâm fOR và fOB ở hai dòng liên tiếp là khác nhau, dùng mạch pre_emphasis tần cao và đổi cực tính tín hiệu E'R-Y.
- Việc đảo pha tín hiệu điều tần còn phải đảm bảo cài phổ tần của nó xen kẽ phổ tần của tín hiệu chói.
- Khi tín hiệu màu D'R hoặc D'B bằng không, phổ tần tín hiệu ngõ ra mạch đảo pha bao gồm nhiều thành phần mà tần số của nó là bội của fH/6. Quanh những thành phần này còn có nhiều thành phần biên tần cách nhau một quãng bằng fV, với biên độ giảm

nhANH. Như vậy, cứ 6 thành phần phổ tần của tín hiệu màu, có một thành phần trùng với phổ tần của tín hiệu chói.

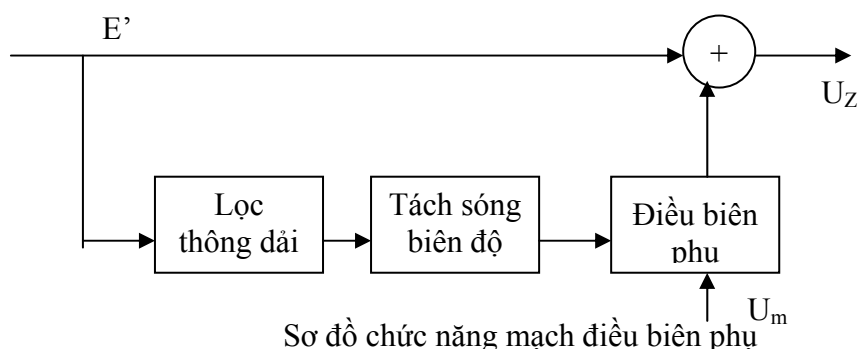
7.5.8 Điều biên phụ.

Vì phổ tần tín hiệu màu nằm ở miền tần số cao của phổ tần tín hiệu chói, nên thành phần tần cao của tín hiệu chói cũng là một dạng nhiễu của tín hiệu màu. Để tăng tính chống nhiễu cho kênh màu (giảm ảnh hưởng của tín hiệu chói lên tín hiệu màu), ta áp dụng một trong hai phương pháp sau:

1. Điều biên phụ.

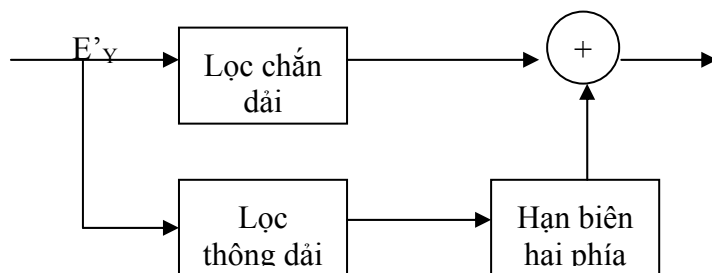
Công đoạn này thực hiện trước khi cộng tín hiệu chói, tín hiệu màu đặt lên mạch điều biên. Biên độ tín hiệu màu ở lối ra mạch điều biên tăng theo biên độ các thành phần tần cao của tín hiệu chói mỗi khi truyền chi tiết nhỏ, sáng chói. Do đó, tỷ số biên độ thành phần tần số cao của tín hiệu chói (xem đây là tín hiệu nhiễu của tín hiệu màu) so với biên độ tín hiệu màu là đáng quan tâm. Như vậy, tín hiệu chói được đưa qua mạch lọc thông dải để lọc đi những thành phần tần số cao mà nằm trong dải tần tín hiệu màu.

Tuy nhiên, khi áp dụng biện pháp này thì nhiễu do tín hiệu màu gây ra trên màn máy thu hình đen trắng sẽ tăng, song hiện tượng này chỉ giới hạn những chi tiết nhỏ. Sự thay đổi biên độ tín hiệu màu do điều biên phụ gây ra dễ dàng loại trừ ở máy thu hình nhờ mạch hạn biên hai phía trước mạch tách sóng trước mạch tách sóng tần số.



2. Hạn chế giá trị thành phần tần cao của tín hiệu chói

Tín hiệu chói, một mặt thông qua mạch lọc chắn dải có tần số trung tâm là 4.3MHz dùng để nén các thành phần tín hiệu chói có tần số 4.3MHz và tần số lân cận. Mặt khác thông qua mạch lọc thông dải sau đó qua mạch hạn biên, do đó các thành phần tần cao của tín hiệu chói bị hạn chế. Mức hạn biên chọn vào khoảng 0.1V(khi giá trị tín hiệu chói từ mức trắng đến mức đen là 0.7 V) và có khả năng điều chỉnh.



Hình 3.7. Hạn chế các giá trị thành phần tần cao của tín hiệu chói.

3. Tín hiệu đồng bộ màu:

- Chuyển mạch điện tử ở bộ giải mã màu làm cho tín hiệu D'R, D'B xuất hiện trên mỗi dòng tại lối ra.
- Tín hiệu đồng bộ màu giúp phía thu nhận biết dòng nào phía phát truyền tín hiệu D'R và dòng nào truyền tín hiệu D'B.
- Tín hiệu đồng bộ màu truyền trong khoảng thời gian hành trình ngược của quét mặt: tín hiệu đồng bộ theo mặt
- Tín hiệu đồng bộ màu truyền trong khoảng thời gian hành trình ngược của quét dòng: tín hiệu đồng bộ theo dòng.
- Tuy nhiên hầu hết các đài truyền hình chỉ truyền tín hiệu đồng bộ theo dòng.

4. Tín hiệu đồng bộ màu theo dòng

- Gồm một số chu kỳ dao động điều hòa sắp xếp ở thêm sau của các xung tắt dòng
- Các đặc điểm khác so với NTSC và PAL:
 - + Tần số tín hiệu đồng bộ màu theo dòng ở hai dòng liên tiếp là khác nhau: bằng f_{OR} nếu hành trình thuận ngay sau đó truyền tín hiệu màu D'R và bằng f_{OB} nếu sau đó truyền tín hiệu màu D'B.
 - + Tín hiệu đồng bộ màu theo dòng kéo dài cho tới khi truyền tín hiệu màu D'R hoặc D'B.
 - + Biên độ tín hiệu đồng bộ màu theo dòng ở hai dòng liên tiếp khác nhau (do mạch pre_emphasis tần cao)
- Mục đích của việc đồng bộ màu theo dòng:
 - + Đảm bảo cho chuyển mạch điện tử ở bộ giải mã màu hoạt động đồng pha với chuyển mạch điện tử ở bộ lập mã màu
 - + Thúc đẩy quá trình quá độ xảy ra trong kênh màu của bộ giải mã màu trước khi bắt đầu hành trình thuận của quét dòng.

5. Phổ tần tín hiệu hình màu:

- Giả thiết thành phần của phổ tần tín hiệu chói có biên độ bằng nhau trong suốt dải tần. Tuy nhiên trong phần lớn các cảnh thực tế biên độ các thành phần này giảm dần khi tần số tăng
- Biên độ các thành phần ở phổ tần tín hiệu màu, một mặt cũng có xu hướng giảm dần khi cách xa dần tần số trung tâm f_{OR} hoặc f_{OB} , mặt khác còn chịu tác động của mạch pre_emphasis tần cao. Biên độ các thành phần phổ tín hiệu màu đều ở mức thấp.

6. Bộ lập mã màu:

- Sơ đồ chức năng bộ lập mã màu:
- Mạch ma trận tạo nên tín hiệu chói E'Y và hai tín hiệu E'R-Y và E'B-Y từ các tín hiệu màu cơ bản E'R, E'G và E'B

7. Tách riêng tín hiệu chói và tín hiệu màu:

- NTSC và PAL sử dụng mạch lọc răng lược
- Sơ đồ khối chức năng tách tín hiệu chói từ tín hiệu màu:
- Việc tách tín hiệu chói và tín hiệu màu ở hệ SECAM phức tạp. Những phương pháp đề xuất chỉ sử dụng ở các thiết bị chuyên dụng (thiết bị biến đổi tín hiệu SECAM thành PAL hay NTSC).
- Các máy thu hình dân dụng hệ SECAM trước mắt vẫn dùng mạch lọc thông thấp để tách lấy tín hiệu màu và mạch lọc chặn dải để triệt tín hiệu màu đi qua kênh chói.

8. Kênh chói và kênh màu:

Bộ giải mã màu ở máy thu bao gồm: kênh chói, kênh màu, kênh đồng bộ màu, mạch ma trận (G-Y), ma trận RGB và các mạch khuếch đại dải rộng.

Kênh chói:

- Kênh chói bao gồm: tầng khuếch đại, dây trễ dải rộng (thời gian trễ $0.3 \div 0.7 \mu s$), mạch lọc chặn dải, mạch tự động hạn chế độ sáng, mạch ghim mức.
- Về phương diện thời gian, tín hiệu chói và tín hiệu màu phối hợp với nhau không chênh lệch quá $\pm 40 ns$.

Kênh màu:

- Một số loại kênh màu: xem sách

9. Kênh đồng bộ màu:

- Kênh đồng bộ màu tạo ra tín hiệu sửa pha chuyển mạch điện tử từ tín hiệu đồng bộ dòng hoặc mặt nhằm đảm bảo cho chuyển mạch điện tử hoạt động đồng pha với chuyển mạch điện tử ở bộ lập mã màu.
- Các máy thu hình màu SECAM sử dụng kênh đồng bộ màu theo dòng, theo mặt hoặc cả hai.
- Kênh đồng bộ màu theo dòng:
 - + Dùng mạch tách sóng tần số
 - + Dùng mạch tách sóng biên độ.
- Kênh đồng bộ màu theo mặt:
 - + Dùng một mạch tách sóng tần số riêng
 - + Dùng mạch tách sóng biên độ.

7.6 TV ĐỘ TRUNG THỰC CAO (HDTV)

7.6.1 Giới thiệu HDTV

HDTV đến với công chúng lần đầu tiên vào năm 1971, khi NNK, nhà cung cấp truyền hình quảng bá ở Nhật, trình diễn nó lần đầu tiên ở Mỹ. HDTV được định nghĩa bởi nhóm nghiên cứu ITU-R như sau:

‘ Một hệ thống được thiết kế cho phép xem khoảng 3 lần chiều cao hình ảnh, để hệ thống gần như trong suốt đối với chất lượng hoặc hoặc độ trung thực mà điều này có thể được cảm nhận trong ảnh gốc... bởi một người xem có nhận thức với khả năng quan sát bình thường.’

Các đề xuất của HDTV đối với màn hình là phải rộng hơn hình ảnh TV truyền thống khoảng 33%. Tỷ số các cạnh màn hình HDTV sẽ là 16:9 thay vì tỷ số 4:3 của hệ thống TV truyền thống. Tỷ số này được chọn vì các kiểm nghiệm tâm lý chỉ ra rằng nó phù hợp tốt nhất với trường xem của con người. Nó cũng cho phép sử dụng các định dạng phim cinema hiện tại như một nguyên liệu nguồn thêm vào cho hệ thống vì tỷ số cạnh này cũng giống như tỷ số cạnh được sử dụng trong film 35mm thông thường. Hình 7.6a mô tả tỷ số cạnh của HDTV so với tỷ số cạnh của TV truyền thống sử dụng cùng độ phân giải hoặc cùng một diện tích màn hình.

Để đạt được độ phân giải cải thiện ảnh video sử dụng trong HDTV phải chứa trên 1000 dòng, như một sự đối chọi với 525 và 625 được cung cấp bởi các hệ thống NTSC và PAL hiện hữu. Điều này cho một độ phân giải theo phương đứng được cải thiện rất nhiều. Giá trị chính xác được chọn là một hệ số nhân đơn giản của một vài độ phân giải theo phương đứng được sử dụng trong TV truyền thống. Tuy nhiên, do tốc độ quét cao hơn nên băng thông yêu cầu đối với HDTV tương tự xấp xỉ 12 MHz, khi so với 6 Mhz của TV truyền thống, bảng 2.

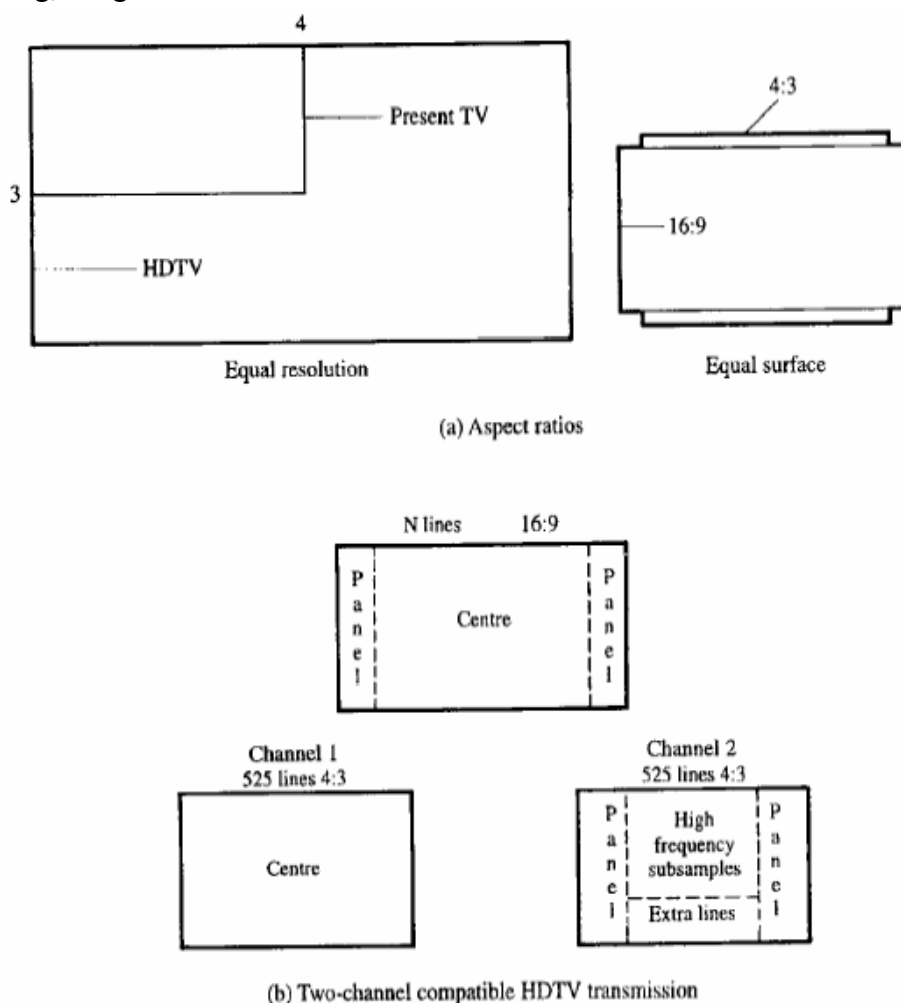


Figure 16.6 (a) Comparison between conventional TV and HDTV, (b) 2-channel transmission.

Việc giới thiệu định dạng truyền TV không tương thích đồ với HDTV yêu cầu người xem phải hoặc là mua máy thu mới hoặc phải mua bộ chuyển đổi để nhận ảnh trên máy thu của họ. Sự chèn ép ở Nhật đã đẩy định dạng HDTV trở nên tương thích với các chuẩn TV truyền thống và có thể được nhận bởi các máy thu truyền thống với chất lượng truyền thông. Tuy nhiên, để đạt được lợi ích đầy đủ của HDTV, một màn hình độ rộng mới, máy thu độ phân giải cao phải được trang bị.

Một trong những lý do chính làm cho HDTV không phổ biến là chuẩn chung chưa được thông qua. Cuộc họp toàn thể CCIR lần thứ XV đã khuyến cáo việc thông qua một chuẩn toàn cầu, đơn nhất đối với TV trung thực cao. Không may là, Nhật, Châu Âu và Bắc Mỹ đã đầu tư thời gian và tiền bạc cho các hệ thống của họ dựa trên các chuẩn TV truyền thống, hiện hữu của họ và các vấn đề quốc gia khác.

7.6.2 Chuẩn studio

Khởi đầu có hai đề xuất chính cho một hệ thống studio HDTV toàn cầu, với đặc tính cho trong bảng 1. Công ty truyền hình quảng bá Nhật, NHK, đã có đề xuất một hệ thống trong khi đó, dự án châu Âu, Eureka cũng đã đề xuất một chuẩn khác.

Table 16.1 *Proposed HDTV studio production standards.*

	<i>Europe</i>	<i>North America, Japan</i>
Total lines/picture	1250	1125
Active lines/picture	1192	1035
Scanning method	1:1	2:1 Interlaced
Aspect ratio	16:9	16:9
Field frequency (Hz)	50	60
Line frequency (kHz)	62.5	33.75
Samples/active line	1920	1920

Chuẩn châu Âu dùng một tốc độ trường 50Hz để cung cấp một sự chuyển đổi tương đối dễ dàng đối với cả hai hệ thống HDTV và truyền thống 60 và 50Hz. Nó cũng phù hợp tốt đối với việc truyền phim. 1250 dòng được chọn, con số này chính xác gấp đôi số dòng của các chuẩn truyền thống ở châu Âu. Việc chuyển tới chuẩn Mỹ 525 dòng hơi khó khăn do tỷ số 50/21.

7.6.3 Truyền dẫn

Để đạt được sự tương thích với TV truyền thống, người ta đề xuất việc chia thông tin HDTV và truyền trên hai kênh riêng biệt. Khi biên tập lại một chuẩn studio 1250 dòng đối với việc truyền dẫn ở Mỹ, bộ nội suy dòng sẽ trích phần tâm của mỗi hai dòng của 1050 dòng trên cùng, và gởi nó trên kênh 1 tương đương bức ảnh với độ phân giải được giảm còn 525 dòng, phần trái của hình 7.6b. Sau đó, bộ trích panel lọc bỏ các panel biên, có chức năng bù bề rộng dôi thêm của bức ảnh, cộng vấp 200 dòng bên dưới mà nó không được gởi ở kênh 1 cộng với các dòng xen kẽ bị mất và gởi chúng trên kênh 2. sau đó hai kênh này được khôi phục lại tại máy thu hình. Thuận lợi của hệ thống 2 kênh là nó sẽ cho phép nhiều hơn một ảnh được hiển thị đồng thời.

Sự phát triển ở Châu Âu thời gian gần đây có xu hướng ủng hộ chuẩn truyền dẫn HDTV số. Điều này sẽ thích hợp hơn với các cơ chế nén dữ liệu được mô tả trong phần 7.7 kết hợp với các kiểu điều chế Qam hoặc QPSK truyền qua cáp hoặc các hệ thống vệ tinh hoặc truyền dẫn OFDM (Orthogonal frequency division multiplex) đồng thời cho các hệ thống

truyền hình mặt đất đang ngày càng dày đặc. Việc này sẽ thay thế một tín hiệu tốc độ bit cao bằng nhiều kênh (1000 đến 8000) song song, tốc độ bit thấp sử dụng các sóng mang trực giao. Với việc truyền FECC mã hoá chập, các lỗi có thể được hiệu chỉnh sau đó ở máy thu.

Gần đây hơn, khối đồng minh lớn ở Mỹ đã tập trung mọi sự quan tâm đến HDTV thành một tổ chức hợp nhất để phát triển hệ thống HDTV phù hợp tốt nhất. Trong đó sử dụng việc nén video theo dòng với chuẩn MPEG để nén video số thành một tín hiệu 20Mbit/s và được truyền trên kênh rộng 6 MHz truyền thông sử dụng kiểu điều chế mức cao.

7.7 VIDEO SỐ

Tín hiệu video ở dạng RGB hoặc YUV có thể được tạo ra theo dạng số. Trong trường hợp này, các mẫu rời rạc của tín hiệu video tương tự được số hoá để cho ra một chuỗi các từ PCM đại diện cho các pixel. Các từ được chia thành 3 trường đại diện cho 3 tín hiệu RGB hoặc YUV. Các từ Pixel có kích thước trong tầm từ 8 bit đến 24 bit. Cấu hình tiêu biểu bao gồm:

24 bit với $R = G = B = 8$ bit và

16 bit với $Y = 8$ bit và $U = V = 4$ bit

Trong trường hợp sau, tín hiệu màu được truyền đi với độ chính xác thấp hơn tín hiệu chói nhưng mắt người không thể nhận thức được sự sụt giảm này. Sau đó nó có thể hoặc là lưu trữ trong các thiết bị nhớ (ví dụ compact disk (CD)) hoặc truyền chúng như một tín hiệu số. Hình 7.7 mô tả entropy của tín hiệu chói và tín hiệu màu trong một chuỗi video bao gồm chuỗi ảnh giải trí chuyển động nhanh. Cb là tín hiệu màu B-Y và Cr là R-Y. Các cảnh với sự chuyển động chậm, chẳng hạn như đầu hoặc vai của một người phát thanh viên, có các giá trị entropy thấp hơn điều này mang lại sự thuận lợi to lớn nếu việc mã hoá sự sai lệch giữa hai khung hình được thực hiện. Chú ý rằng, trong hình 7.7, thông tin tín hiệu chói Y yêu cầu độ chính xác cao hơn trong quá trình lượng tử so với thông tin tín hiệu chói.

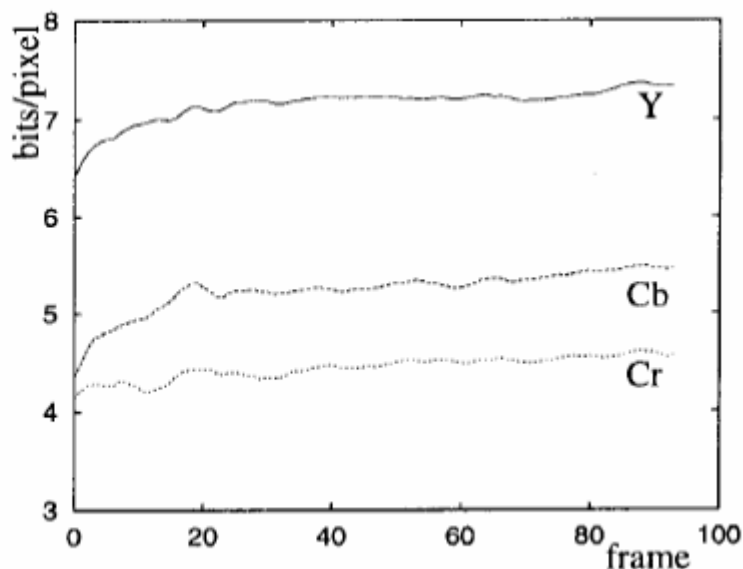


Figure 16.7 Typical entropy measures in a colour video image sequence.

Ý tưởng khởi đầu là sử dụng mạng máy tính hoặc máy tính, modem và mạng điện thoại cho việc phân phối video. Không may, lượng dữ liệu cần truyền thường quá nhiều. Với một hệ thống TV truyền thông, tốc độ bit số tương đương khoảng 140 Mbit/s và nó không tương thích với một modem chuẩn. Thậm chí, nếu chất lượng ảnh giảm xuống, tốc độ dữ

liệu vẫn còn cao. Ví dụ, nếu một ảnh với độ phân giải 256×256 pixel được xét với mỗi pixel gồm 16 bit và với một tốc độ khung video chuẩn là 25 khung/ giây được sử dụng, tốc độ bit R_b được tính như sau:

$$R_b = 256 \times 256 \times 16 \times 25 = 26.2 \text{ Mbit/s}$$

Một khung đơn cần đến 1 Mbit hay 132 kbyte dung lượng lưu trữ. Với độ phân giải đầy đủ (720×480 pixel) theo chuẩn ITU-R 601 PAL TV với lượng tử hoá 8 bit cho mỗi thành phần màu, tốc độ lên tới 207 Mbit/s. Một vấn đề nữa nằm trong phần lưu trữ và hiển thị trong đó tốc độ truy xuất của CD-Rom là 120 kbyte/s trong khi đó đĩa cứng tốc độ nhanh cũng chỉ 500 kbytes/s. Máy mẫn là giải pháp chung cho vấn đề dung lượng dữ liệu đã tồn tại. Trong ví dụ chuỗi video giải trí, 16 bit được dùng để biểu diễn một pixel YUV của bức ảnh. Tuy nhiên, entropy trung bình trong một khoảng thời gian dài của mỗi pixel thường nhỏ hơn và vì thế nén dữ liệu có thể được sử dụng

7.8 NÉN DỮ LIỆU VIDEO

Việc giảm tốc độ dữ liệu có thể đạt được bằng cách khai thác độ dư thừa chuỗi ảnh tự nhiên phát sinh từ một thực tế là nhiều khung không thay đổi hoặc ó thể đoán trước vì thời gian thay đổi giữa các khung rất nhỏ. Điều này được minh hoạ trong hình 7.8 trong đó mô tả một chuỗi các khung với một nền đồng nhất. các pixel đại diện cho nền giống hệt nhau. Chuỗi trên cùng của khung rất giống nhau ở nhiều góc cạnh trừ một vài sự chuyển động của chủ thể. Chuỗi phía dưới có sự chuyển động nhiều hơn và làm tăng entropy. Vì thế sẽ không hiệu quả nếu mã hoá mỗi khung hình bằng một khối dữ liệu 1 Mbit và bỏ qua các đặc tính có thể dự đoán trước được đã có ở các khung hình trước. Cũng có một vài kênh truyền cho phép ta đạt được băng thông 25 tới 200 MHz đủ dùng cho TV số không nén. Ví dụ kênh điện thoại số ISDN có dung lượng 128 kbits/s, trong khi đó, tốc độ truy xuất nguyên thủy ISDN là 2 Mbit/s và STM-1 đầy đủ chỉ 45 Mbit/s.

Việc loại bỏ độ dư thừa đạt được bằng cách mã hoá chuỗi ảnh. Các thao tác nén (hay các giải thuật) có thể làm việc trong một khung đơn (intra-frame) hoặc giữa các khung của chuỗi (inter-frame) hoặc kết hợp cả hai. Các hệ thống nén thực tế có khuynh hướng lai trong đó chúng kết hợp một số cơ chế nén khác nhau. Ví dụ, ngõ ra của một giải thuật nén ảnh có thể được mã hoá Huffman để giảm hơn nữa tốc độ dữ liệu cuối cùng ngõ ra.

Đầu tiên, ta xét một vài nguyên lý nén cơ bản, trước khi đi vào các hệ thống cụ thể. Các kỹ thuật nén thông thường như DPCA được xét trong các phần trước cũng có thể được sử dụng trong nén ảnh. Hình 7.9 mô tả sự khác nhau trong giữa hai khung hình trong một cặp ảnh video. DPCM sẽ đạt được mức nén 2 đến 3 lần so với lượng tử PCM truyền thông. Tuy nhiên, nén Video yêu cầu một tỷ số nén 20:1 đến 200:1. Các thiết bị nén và giải nén Video thường được gọi là 'video CODEC' đề cập đến khả năng truyền và nhận ảnh. Trong thực tế, không có thiết bị nào có thể làm điều này và thỉnh thoảng thuật ngữ này được sử dụng chỉ để đề cập đến bộ phát (coder) và bộ thu (decoder).

7.8.1 Mã hoá Run-Length

Giải thuật nén trên khung đơn này thích hợp tốt nhất đối với các ảnh đồ hoạ hoặc các ảnh video với các vùng rộng được cấp tạo từ các pixel đồng nhất. Giải thuật này chỉ đơn giản là tách sự có mặt của một chuỗi các giá trị của những pixel đồng nhất (thường chỉ thao tác trên thành phần chói), và chỉ ra điểm bắt đầu và số pixel trong dãy (run-length). Sau đó, thông tin này được truyền thay thế cho các giá trị pixel gốc. Kỹ thuật mô tả này được ứng dụng trong truyền fax. Để đạt được một độ lợi mã hoá cần thiết, run-length phải đủ động để tạo ra một khoảng tiết kiệm khi xét đến mào đầu thêm vào của các thông tin địa chỉ hoá và điều khiển mà hệ thống mã hoá này yêu cầu.

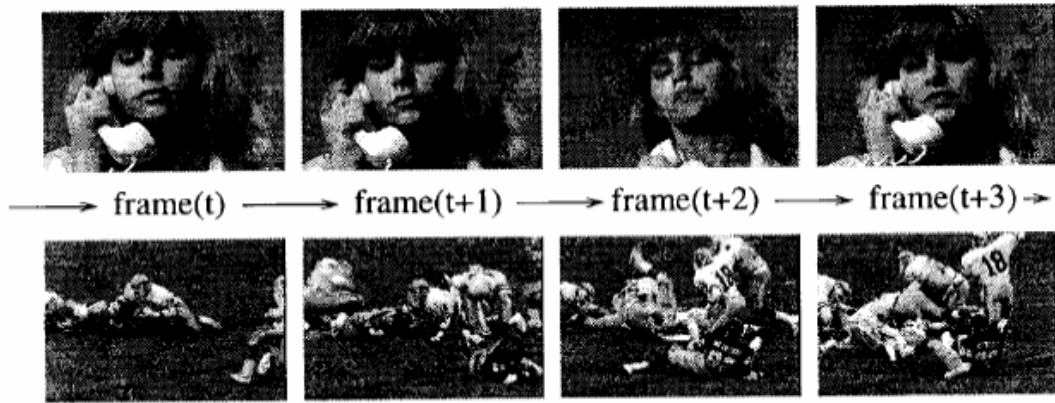


Figure 16.8 *Redundancy in video image sequence.*



Figure 16.9 *Difference image between two frames in a video image sequence.*

7.8.2 Độ có điều kiện (Conditional replenishment)

Đây là một giải thuật nén ảnh trên khung đơn yêu cầu một khung tham chiếu tại nơi phát. Đầu tiên giải thuật này chia khung thành những nguyên tố nhỏ gọi là các khối (block), mặc dù các dòng được sử dụng. Mỗi nguyên tố pixel được so sánh với cùng một vị trí trên khung tham chiếu và một vài độ đo sự khác nhau giữa các nguyên tố pixel được tính toán. Nếu giá trị được đo lớn hơn mức ngưỡng quyết định, pixel này được xác định cần thay đổi và giá trị mới được gửi đến máy thu và được cập nhật vào khung tham chiếu. Nếu sự khác nhau này không lớn hơn mức ngưỡng thì không gửi dữ liệu. Vì thế khung được hiển thị là sự trộn lẫn giữa các phần từ pixel cũ và mới.

7.8.3 Mã hoá biến đổi

Mã hoá biến đổi thực hiện biến đổi hoặc chuyển các mẫu ngõ vào của bức ảnh từ miền này sang một miền khác. Nó thường áp dụng một sự chuyển đổi 2 chiều (2-D) đối với một bức ảnh hai chiều và sau đó lượng tử hoá các mẫu ngõ ra đã được biến đổi. Chú ý rằng thao tác chuyển đổi tự nó không phải là một quá trình nén; thường một hệ số chuyển đổi là ngõ ra của mỗi một mẫu biên độ video ngõ vào, ví dụ như biến đổi Fourier. Tuy nhiên, nhiều biểu mẫu thang xám trong một bức ảnh hai chiều chuyển thành một số các mẫu ngõ

ra có cường độ đáng kể nhỏ hơn nhiều. (Các mẫu ngõ ra với biên độ không quan trọng không cần giữ lại). Hơn nữa, độ phân giải lượng tử của một mẫu ngõ ra cụ thể với một biên độ đáng kể có thể được chọn để phản ánh độ quan trọng của mẫu đó trên toàn bộ bức ảnh.

Để khôi phục ảnh, các hệ số được đưa vào một bộ lượng tử ngược và sau đó biến đổi ngược để các mẫu video gốc được phục hồi. Hình 16.10. Nhiều công việc được thực hiện để tìm ra các biến đổi tối ưu cho những thao tác này và biến đổi Karhunen-Loeve được nhìn nhận như một biến đổi cực tiểu sai số trung bình bình phương toàn cục giữa ảnh gốc và ảnh phục hồi. Tuy nhiên, đây là một biến đổi khá phức tạp để thực hiện trong thực tế và một chọn lựa khác thường được sử dụng hơn là các biến đổi tối ưu phụ (Sub-optimum)

Những biến đổi khác này, bao gồm biến đổi sine, cosine, và Fourier nằm trong số này, vẫn phải có đặc tính chuyển năng lượng mẫu ngõ vào tới một miền khác. Biến đổi Cosine tạo ra bức ảnh có chất lượng tương tự biến đổi Karhunen-Loeve đối với các bức ảnh thực tế (trong đó có sự tương quan các pixel chung ở một mức cao) và bây giờ được chỉ định trong nhiều hệ thống nén chuẩn hoá.

Biến đổi cosine rời rạc 2-D (DCT) có thể được định nghĩa như một ma trận với các hệ số:

$$C_{nk} = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} \cos \left[\frac{n(2k+1)\pi}{2N} \right], & n = 0, \quad 0 \leq k \leq N-1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \left[\frac{n(2k+1)\pi}{2N} \right], & 1 \leq n \leq N-1, \quad 0 \leq k \leq N-1 \end{cases} \quad (16.6)$$

Với N là số mẫu của một trong những chiều của một khối dữ liệu chuyển đổi hình vuông thông thường. Thực tế là dữ liệu Video gồm phần thực (cường độ pixel) hơn là các giá trị mẫu phức đây là một thuận lợi trong việc dùng DCT thay thế DFT.

Bước tiếp theo của việc chuyển đổi dựa trên các giải thuật nén video là lượng tử các mẫu tần số ngõ ra. Trong bước này, quá trình nén có thể được thực hiện. Các mẫu ngõ ra bây giờ được đại diện bằng các thành phần không quan tần số của các tín hiệu ngõ vào. Mẫu ngõ ra đầu tiên đại diện cho thành phần DC hay trị trung bình, giá trị trung bình của tín hiệu, và được tham chiếu như là hệ số DC. Các mẫu tiếp theo là các hệ số AC theo sự tăng dần không gian tần số. Các thành phần tần số thấp chỉ đặc tính thay đổi chậm trong bức ảnh trong khi đó các bờ coạc các biên hình ảnh thường yêu cầu các không gian tần số cao.

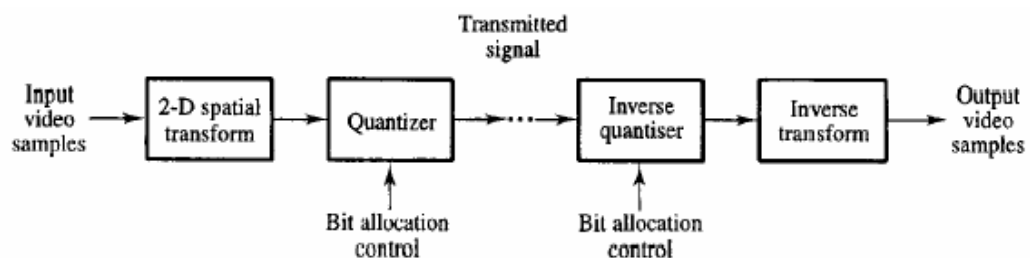


Figure 16.10 Simplified block diagram illustrating transform coder operation.

Nhiều thông tin ảnh cảm nhận bởi tiến trình thuộc thị giác của con người được chứa trong các thành phần tần số thấp, với hệ số DC là thành phần nổi bật nhất. Vì thế, tiến trình lượng tử hoá liên quan đến việc xác định một số bit khác nhau cho mỗi hệ số. Hệ số DC được ấn định với số bit lớn nhất (độ phân giải cao nhất), với một vài bit được ấn định cho các hệ số AC biểu diễn cho các thành phần tần số cao. Thật ra, nhiều hệ số tần số cao hơn

được ấn định 0 bit (chúng không đòi hỏi để không phục lại một ảnh chất lượng chấp nhận được).

Các thao tác kết hợp gồm biến đổi, lượng tử hoá và biến đổi ngược được mô tả trong hình 7.10. Chú ý rằng, các thao tác lượng tử hoá và lượng tử hoá ngược có thể thích nghi với một số bit được ấn định cho mỗi một giá trị được chuyển đổi. Việc thay đổi việc ấn định số bit cho phép bộ mã hoá truyền qua một kênh với dung lượng tăng hoặc giảm theo yêu cầu, do sự thay đổi tỷ lệ lỗi bit hay việc thay đổi ứng dụng.

Các bộ mã hoá biến đổi trực tế bao gồm các thành phần cộng với các thao tác lượng tử hoá và chuyển đổi được mô tả ở trên. Các chuẩn nén cao hơn có thể đạt được bằng loại mã hoá chiều dài biến đổi (Huffman) trên ngõ ra bộ lượng tử. Thêm vào đó, các hệ thống mã hoá ở đây hoạt động trên chuỗi ảnh liên tục, việc chuyển đổi có thể được xử lý bởi liên khung nhằm loại bỏ độ dư thừa (ví dụ tách sự chuyển động) để đảm bảo chỉ có các vùng thay đổi của khung mới được mã hoá. Một vài kỹ thuật nén này được sử dụng trong các cơ chế nén chuẩn thực tế COST 211, JPEG, MPEG, H.261, H.262.

7.8.4 JPEG

JPEG là một chuẩn nén quốc tế cho việc nén và giải nén các ảnh màu và đen trắng khung đơn. Nó được phát triển bởi JPEG (Joint Photographic Experts Group) và thật sự là một tập những kỹ thuật với mục đích chung có thể được chọn để thực hiện nhiều yêu cầu khác nhau. tuy nhiên, một lỗi chung của tất cả các mode hoạt động là hệ thống đường nền (baseline system) được chứa trong JPEG. JPEG là một bộ mã hoá chuyển đổi và một vào mô hình hoạt động sử dụng DCT cho các khối ảnh 8x8 pixel tương ứng tạo ra 64 hệ số ngõ ra. Hình 7.11 mô tả một bức ảnh 352x240 pixel, được chia thành 330 macroblocks. các macroblock 16x16 pixel được xử lý theo từng lát cắt (slice by slice) trong bộ mã hoá DCT.

Sau đó các hệ số được lượng tử hoá bởi bảng lượng tử hoá được định nghĩa bởi người sử dụng trong đó chỉ rõ một kích thước bước của bộ lượng tử cho mỗi hệ số có tầm từ 1 đến 255. Hệ số DC được mã hoá bằng một giá trị sai khác trong khung trước và chuỗi hệ số AC được sắp xếp lại như trong hình 7.12 bằng việc quét zig-zag theo thứ tự từ thấp lên cao của không gian tần số, và vị thế biên độ giảm xuống, tiến hành từ các thành phần quan trọng nhiều đến các thành phần kém quan trọng hơn. Vì thế kích thước bước lượng tử tăng lên và trở nên thô hơn với việc tăng không gian tần số trong ảnh để hỗ trợ tăng nén dữ liệu cuối cùng, hình 7.12b.

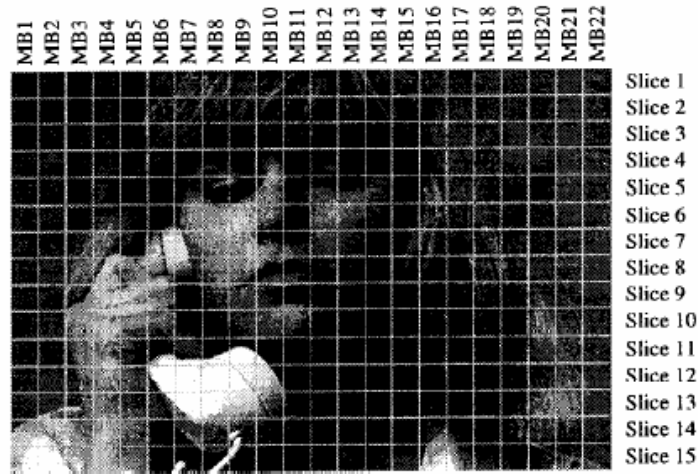


Figure 16.12 Image partitioning into macroblocks (MB).

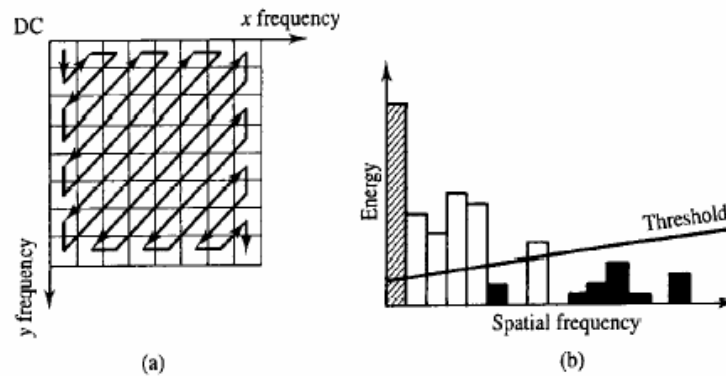


Figure 16.13 (a) Zig-zag scanning to reorder transformed data into increasing spatial frequency components (b) and permit variable length coding of the scanned components.

Tầng cuối cùng bao gồm việc mã hoá các hệ số lượng tử theo xác suất thống kê hoặc entropy của chúng. Mã hoá Huffman được sử dụng trong hệ thống baseline của JPEG. JPEG cũng sử dụng một bộ đoán, đo lường các giá trị từ ba pixel được mã hoá kế cận để ước lượng giá trị pixel cần được mã hoá. Giá trị pixel đoán được trừ với giá trị thật sự và tín hiệu sai khác được gọi tới bộ mã hoá Huffman như trong DPCM.

Tỷ số nén JPEG có giá trị từ 2:1 đến khoảng 20:1. Tỷ số nén thấp đạt được với mã hoá DPCM không tổn hao trong đó ảnh khôi phục không thể phân biệt so với ảnh gốc rơng khi đó tỷ số nén cao có thể giảm dung lượng lưu trữ đòi hỏi chỉ cần $\frac{1}{4}$ bit cho mỗi pixel và tốc độ truyền, đối với chuỗi ảnh, là 2Mbit/s. Các chip JPEG VLSI ra đời từ năm 1993 có thể xử lý dữ liệu ở tốc độ 8 Mbyte/s để xử lý các bức ảnh 352 x 288 pixel với tốc độ khung là 30 khung/s. Khi JPEG là một bộ mã hoá khung đơn, nó không được tối ưu để khai thác sự tương quan giữa các khung trong mã hoá chuỗi ảnh. Vì thế, cơ chế sau được dùng cho việc nén dữ liệu ảnh video.

7.8.5 MPEG

Chuẩn mã hoá ảnh video này được phát triển bởi nhóm MPEG (Motion Picture Experts Group) như một chuẩn dùng để mã hoá chuỗi ảnh với tốc độ bit khoảng 1,5Mbit/s đối với Mpeg 1 và 10 Mbit/s đối với Mpeg 2. Khởi đầu, tốc độ thấp hơn được phát triển dành cho các bức ảnh 352 x 288 pixel vì nó tương thích với các thiết bị lưu trữ số như đĩa cứng

CD, các loại băng audio số, ... Giải thuật uyển chuyển một cách có cân nhắc trong thao tác, cho phép các độ phân giải ảnh, các tỷ số nén ảnh và các tốc độ bit khác nhau đạt được. Các khối cơ bản có thể được sử dụng gồm:

- + Bù chuyển động
- + DCT
- + Mã hoá chiều dài biến đổi

Sơ đồ khối đơn giản của bộ mã hoá được mô tả trong hình 7.14. Vì giải thuật được mở rộng chủ yếu cho việc lưu trữ các chuỗi ảnh nó kết hợp chặt chẽ sự bù chuyển động vốn không có trong JPEG. Một sự thỏa hiệp vẫn còn tồn tại giữa nhu cầu đối với việc nén cao và việc tạo lại dễ dàng chuỗi khung được chọn một cách ngẫu nhiên. Vì thế MPEG cho phép các khung được mã hoá theo một trong nhiều cách, hình 7.14.

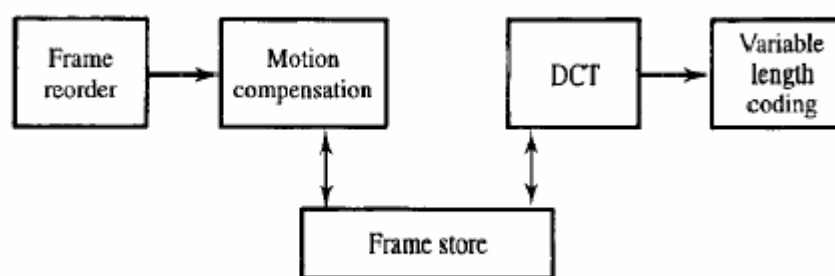


Figure 16.14 Block diagram for simplified MPEG encoder.

Các khung I (Intra frame), được mã hoá độc lập với các khung khác, cho phép truy xuất ngẫu nhiên, nhưng cung cấp khả năng nén giới hạn. Chúng hình thành các điểm bắt đầu cho các chuỗi xem lại. Các khung P (Unidirectional Predictive coded frame) đơn hướng có thể đạt được khả năng đoán sự chuyển động từ các khung tham chiếu trước đó và vì thế, với việc thêm phần bù chuyển động, tốc độ bit có thể giảm xuống. Các khung song hướng B (Bidirectionally predictive coded frame) cung cấp khả năng nén cao nhất nhưng yêu cầu hai khung tham chiếu, một khung trước và một khung sau để được tái tạo. Hình 7.14 mô tả một chuỗi hình ảnh I, P, B. Việc kết hợp chính xác của I, P, B được sử dụng tùy thuộc vào các ứng dụng cụ thể.

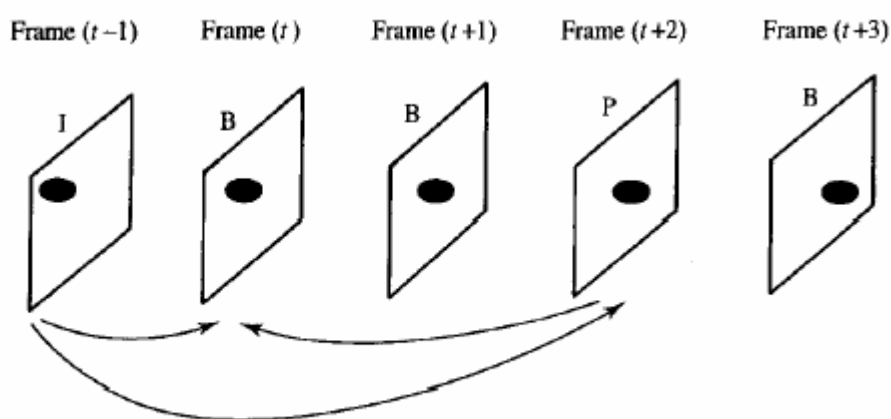


Figure 16.15 I, P, B image frames, as used in the MPEG coder.

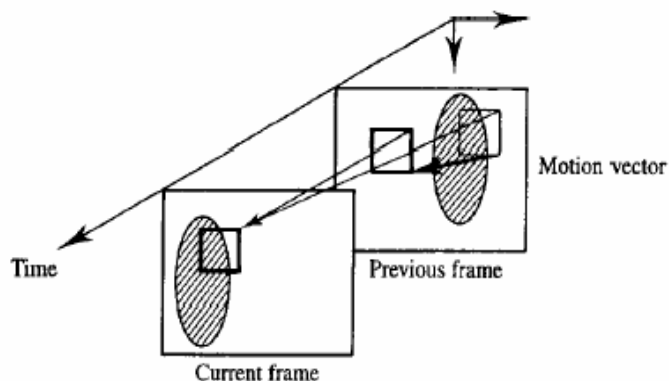


Figure 16.16 Estimation of the motion vector, between consecutive frames, with object movement.

Việc bù và nén chuyển động sử dụng một khối dựa trên phương pháp chia nhỏ thành các khối kích thước 16 x 16 pixel như trong hình 7.11. Khái niệm bù chuyển động hình ảnh cơ bản dùng để ước lượng vector chuyển động, hình 7.15, sau đó sử dụng nó cho phép thông tin ở khung trước được sử dụng để khôi phục lại khung hiện tại, cực tiểu yêu cầu đối với thông tin về một khung hình mới. MPEG là một chuẩn tiến triển liên tục. MPEG 2 được dùng cho HDTV ở đó, các ảnh không hoàn chỉnh được kết hợp thành ảnh cuối cùng. Ở đây, việc xử lý tùy thuộc vào nội dung ảnh để tăng cường khả năng nén ảnh và cho phép sử dụng trong ATM với một xác suất lỗi bit khoảng 10^{-4} . Tốc độ MPEG 2 thay đổi giữa chất lượng máy video cassette VHS với tốc độ 1,5Mbit/s đến 30Mbit/s đối với ảnh HDTV. Người ta thường nhận ra rằng, các màn trình diễn thể thao chuyển động nhanh yêu cầu tốc độ bit cao hơn từ 6-8Mbit/s và, bằng cách giảm tốc độ này đến khoảng 1,5Mbit/s thì chất lượng sẽ giảm gần giống như máy video cassette VHS. MPEG 3 được bao hàm trong MPEG 2. MPEG 4 với tốc độ bit rất thấp được dùng cho video không dây trên PSTN.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Principles of Communication systems, Herbert Taub – Donald L.Schilling, 2nd Edition, McGraw Hill, 1987
- [2] Communication systems, A.Bruce Carlson, 3rd Edition, McGraw Hill, 1986
- [3] Systems de Telecommunication, P.G. Pontolliet, Dunod, 1985

EBOOK

LÝ THUYẾT VIỄN THÔNG

Sưu tầm và chỉnh sửa by hoangly85

Mail : baohanhle@yahoo.com

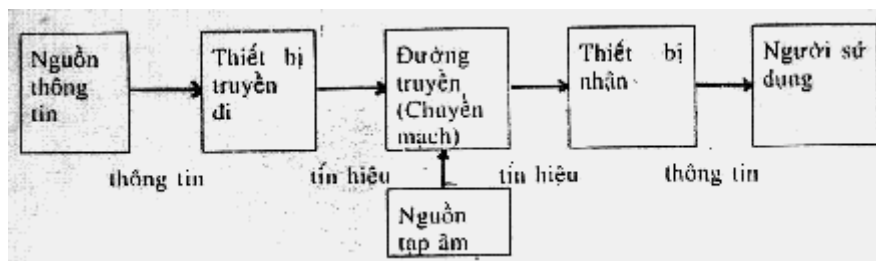
Lý thuyết viễn thông

1. Hệ thống viễn thông điện tử

1.1 Hệ thống viễn thông điện tử ngày nay

Công nghệ viễn thông điện tử đã tiếp tục tiến bộ nhanh chóng kể từ khi có phát minh hệ thống điện tín và điện thoại đến mức nó đã cách mạng hoá các phương tiện thông tin truyền thông khoảng một thế kỷ trước đây. Ngày nay, hệ thống viễn thông điện tử được xem như các phương tiện kinh tế nhất có được để trao đổi tin tức và các số liệu. Ngoài ra song song với tăng trưởng về xã hội kinh tế, việc hình thành các phương tiện cần thiết cho viễn thông điện tử đã trở nên phức tạp hơn và có khuynh hướng kỹ thuật cao nhằm đáp ứng nhu cầu đang tăng về các dịch vụ có chất lượng cao và dịch vụ viễn thông tiên tiến hơn; mặc dù vậy các thiết bị có thể được hình thành theo các cách khác nhau và có các mức độ phức tạp khác nhau theo các yêu cầu của người sử dụng.

Về cơ bản chúng được mô phỏng như sau (diễn giải) :

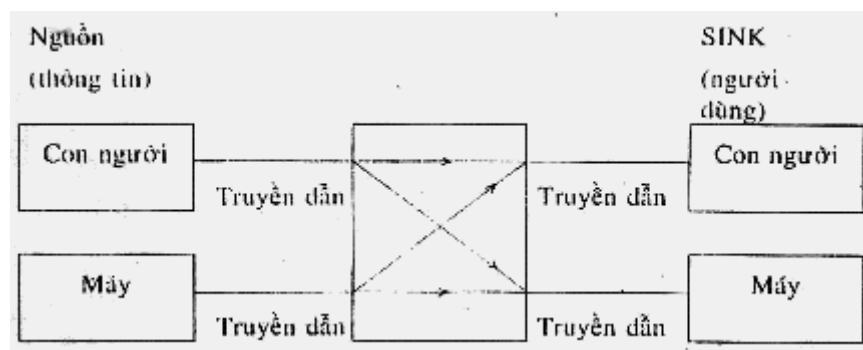


Hình 1.1. Cấu tạo của mạng lưới viễn thông.

- Nguồn thông tin:** Con người hay máy để phát ra thông tin cần truyền đi. Thông tin phát ra được phân loại thành tiếng nói, mã, và hình ảnh (ký tự, ký hiệu và hình ảnh).
- Thiết bị truyền:** Bộ phận hay thiết bị để chuyển thông tin phát ra thành các tín hiệu để được truyền đi qua đường truyền dẫn.
- Đường truyền dẫn:** Một phương tiện để truyền các tín hiệu từ thiết bị truyền đến thiết bị nhận. Các loại cáp đồng trục, cáp quang, không gian, và các hướng sóng

được dùng rộng rãi cho mục đích này. Các tín hiệu được gửi đi qua đường truyền bị nhiễu bởi các yếu tố như tiếng ồn.

- d. *Thiết bị nhận*: Là một bộ phận hay thiết bị dùng để biến đổi các tín hiệu đã nhận được thành các tín hiệu ban đầu.
- e. *Người sử dụng*: Là con người hay máy nhận thông tin đã được phục hồi từ thiết bị nhận. Hệ thống viễn thông điện tử được sử dụng phổ biến nhất là hệ thống thông tin điện thoại trong đó con người là nguồn thông tin cũng lại là người sử dụng, còn máy điện thoại dùng làm thiết bị truyền thiết bị nhận. Hiện nay loại máy (băng) dịch vụ thông báo thông tin trong đó máy hoạt động như nguồn thông tin và con người như là người sử dụng có nhu cầu cao. Ngoài ra, việc giao tiếp giữa máy với máy như việc trao đổi số liệu hiện cũng đang hoạt động. Như trình bày ở hình 1.2, các quá trình trao đổi được tiến hành thông qua giao diện giữa người với máy, và giữa máy với máy, như trong trường hợp các phương pháp thông thường, sẽ trở nên ngày càng thông dụng hơn.



Hình 1.2. Truyền, nhận thông tin

Xu thế phát triển các mạng lưới viễn thông hiện nay được mô tả ngắn gọn ở phần sau. Trước hết, là giải thích về việc đa dạng hoá các dịch vụ viễn thông và các phương tiện.

Cùng với các dịch vụ viễn thông điện tử thông dụng dựa trên cơ sở các hệ thống điện thoại và điện tín hoạt động một cách độc lập thông qua việc sử dụng mạng lưới thuê bao điện thoại, mạng lưới chuyển mạch rơ-le điện tín, và mạng lưới thuê bao điện tín, một số các phương tiện có độ phức tạp cao và rất mạnh càng tăng lên như các các phương tiện truyền số liệu và hình ảnh để truyền thông tin các loại và

cho phép thực hiện các dịch vụ phi điện thoại đang được lắp đặt và vận hành, đang cách mạng hoá cuộc sống của chúng ta.

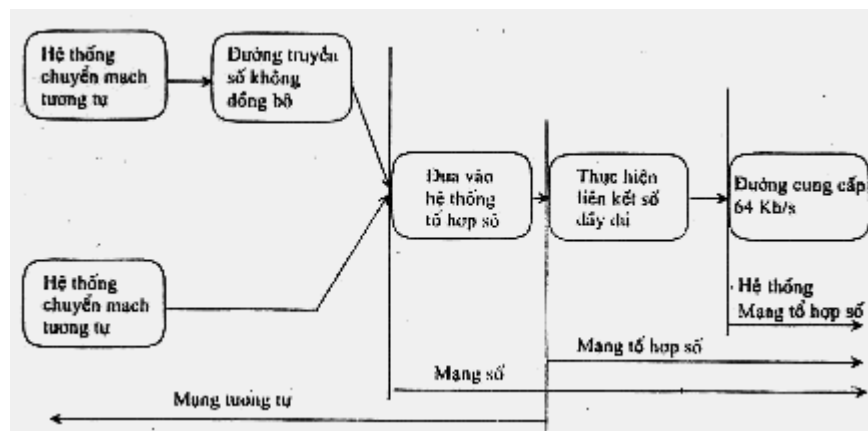
Dịch vụ phi điện thoại được đưa ra hiện nay yêu cầu các thiết bị và phương tiện viễn thông tiên tiến và chuyên môn hoá cao độ. Thực tế này càng trở nên rõ ràng hơn khi chúng ta kiểm tra các loại tần số hiện đang dùng; không giống như các phương tiện phổ thông chỉ yêu cầu các đường tín hiệu 4 KHz cho các loại dịch vụ, các dải tần 1-4 MHz, 12-240 KHz, và 12-240 KHz đang được sử dụng, một cách tương ứng cho Video, các số liệu tốc độ vừa và cao, truyền fax để đáp ứng các đặc tính dịch vụ của chúng; đồng thời khi cung cấp một dịch vụ, các tần số khác nhau có thể được sử dụng để có kết quả tối ưu. Theo đó, việc thiết lập nhiều mạng lưới viễn thông khác nhau, sử dụng các dải tần khác nhau và các dịch vụ khác nhau là điều không thực tế và không kinh tế. Do vậy một nhu cầu cấp bách là phát triển công nghệ các mạng lưới viễn thông với dung lượng có thể giao tiếp với nhau, có khả năng xử lý các loại dịch vụ khác nhau để có thể đưa ra sử dụng trong tương lai gần. Với mục đích này, các nhà nghiên cứu và kỹ sư tham gia vào lĩnh vực này đang cố gắng kết hợp các mạng lưới viễn thông hiện nay một cách có hệ thống và có hiệu quả.

Thứ nhì, xu hướng gần đây có đặc điểm là tăng nhu cầu đối với mạng lưới số. Từ khi phát hiện ra các nguyên lý về điện thoại từ việc chuyển năng lượng âm thanh thành năng lượng điện để truyền đi tiếng nói cho đến khi phát sinh ra phương pháp truyền bằng ghép kênh điện thoại, các dịch vụ điện thoại đưa ra sử dụng các hệ thống chuyển mạch phân chia không gian thông qua các đường truyền tương tự. Điều này cũng dựa vào công nghệ tương tự. Vào đầu những năm 1960, phương pháp PCM-24 đã được thương mại hoá một cách thành công vì vậy chứng minh rằng phương pháp truyền dẫn số là kinh tế hơn nhiều so với phương pháp truyền dẫn tương tự. Kể từ đó, các hệ thống tổng đài số sử dụng hệ thống truyền dẫn số đã được lắp đặt và vận hành một cách rộng rãi.

Những ưu điểm của các mạng lưới viễn thông số là: Khi sử dụng hệ thống tổng đài tương tự và đường truyền dẫn số, bộ mã hoá và bộ giải mã được sử dụng cho các dịch vụ thoại để biến đổi các tín hiệu ngược lại thành tiếng nói tại thời điểm chuyển mạch; Khi sử dụng hệ thống số và đường truyền dẫn số, chỉ cần có một thiết bị đầu cuối với khả năng thực hiện chức năng đơn giản vì các tín hiệu số đã được đầu nối

ở mức ghép kênh. Một ưu điểm khác của việc sử dụng hệ tổng đài số là nó làm tăng chất lượng truyền dẫn. Trong mạng lưới điện thoại số, các tín hiệu đã được mã hoá tại tổng đài chủ gọi được giải mã, sau đó được mã hoá tại tổng đài trung chuyển và cuối cùng được gửi đến tổng đài bị gọi.

Theo đó, bằng cách sử dụng phương pháp này, có thể tránh được việc tăng lượng tiếng ồn phát ra khi chuyển các tín hiệu tương tự thành các tín hiệu số. Ngoài ra, do đường truyền dẫn số trải qua ít thay đổi về mức hơn là đường truyền dẫn tương tự, hiện tượng mất đường truyền sẽ có thể đặt nhỏ hơn. Để thực hiện mục đích này, nếu sử dụng một đường truyền số giữa hai tổng đài, thì sự mất đường truyền có thể được giảm bớt từ 10 dB xuống còn 6dB. Đồng thời, trong mạng điện thoại số, đối với một đường điện thoại, 64 kbps được dùng như tốc độ bit cơ sở; các số liệu, fax, và thông tin video có tốc độ nhỏ hơn mức bit này có thể được gửi đi một cách tương đối dễ dàng hơn thông qua mạng điện thoại số. Như đã trình bày, các thiết bị có thể được chia sẻ theo các yêu cầu dịch vụ và vì thế có thể được sử dụng một cách linh hoạt để ứng dụng cho các loại dịch vụ hiện đang tồn tại cũng như các dịch vụ mới.



Hình 1.3. Tiến trình trong số hoá

Các nhà nghiên cứu và kỹ sư ở các nước tiên tiến đang cố gắng phát triển loại mạng truyền thông số này. Tiến bộ thực hiện được trong công nghệ số được giải thích sử dụng mô hình ở Hình 1.3. Một đường truyền số được sử dụng giữa hai tổng đài trong mạng lưới số tích hợp được mô phỏng trong sơ đồ. Đồng thời mạng ISDN (mạng đa dịch vụ số) cũng được phát triển trong đó các dịch vụ tích hợp

được cung cấp với các thiết bị đầu cuối được số hoá. Ngoài ra, do các loại dịch vụ viễn thông được đưa ra ngày càng trở nên phong phú, một phạm vi rộng lớn các loại thiết bị đầu cuối, một trong 3 phần quan trọng mạng lưới viễn thông, chủ yếu là, các thiết bị đầu cuối, đường truyền dẫn và các thiết bị tổng đài, hiện nay được sử dụng rộng rãi. Hầu hết các thiết bị đầu cuối công cộng hiện nay đều được thiết kế để vận hành càng dễ dàng càng tốt, tuy nhiên một số các thiết bị đầu cuối này gọi là các thiết bị đầu cuối tích hợp, được trang bị với các tính năng tiên tiến dùng cho các dịch vụ đặc biệt. Từ đó, việc sử dụng truyền thông sẽ trở nên đa dạng hoá hơn, và việc cố gắng phát triển công nghệ phù hợp cho các mục đích đó cũng sẽ được thực hiện.

1.2 Lịch sử phát triển công nghệ viễn thông điện tử

Trong suốt lịch sử của loài người, việc phát minh ra ngôn ngữ là cuộc cách mạng truyền thông lớn nhất đầu tiên. Sau đó ít lâu con người phát sinh ra tín hiệu bằng lửa có khả năng truyền đạt các thông tin có hiệu quả và nhanh chóng tới các vùng xa. Câu truyện lịch sử cho thấy vào khoảng năm 1000 trước công nguyên, các đội quân Hy Lạp sử dụng phương pháp này để thông báo các chiến thắng của họ cho các công dân đang nóng lòng của Hy Lạp. Trong một thời gian dài, phương pháp này đã được sử dụng một cách rộng rãi để đáp ứng các nhu cầu về truyền thông. Một cuộc cách mạng thông tin khác nữa lớn hơn đã xảy ra khi con người biết được làm thế nào để ghi lại ý nghĩ và tư tưởng của mình bằng cách dùng các chữ viết. Với khả năng này, con người có khả năng truyền thông tin mà không bị giới hạn bởi thời gian và không gian. Đồng thời, việc phát minh này đã đưa ra các dịch vụ đưa thư và thông báo. Hoàng đế Rô-ma đã có thể truyền đi thông tin cần thiết đến các vùng xa đến 160 km cách xa thành Rô-ma trong một ngày bằng hệ thống (mạng lưới) đường bộ họ đã xây dựng nên trong toàn quốc. Việc phát minh ra công nghệ in đã thúc đẩy hơn nữa việc phát triển các phương tiện truyền tin và cho con người có khả năng thông tin với nhiều người hơn và với các khu vực ở cách xa nhau.

Từ cuối thế kỷ 18 đến thế kỷ 19, công nghệ phát thanh và truyền thông bằng điện đã được phát triển và bắt đầu được dùng rộng khắp. Đài phát thanh và truyền hình được phát minh và thời gian này đã làm thay đổi thế giới chúng ta rất nhiều. Trong phần tiếp theo, các phát minh lớn khác và những phát hiện liên quan đến công

nghe thông tin điện tử đã xảy ra trong suốt 160 năm qua cũng như xu hướng phát triển của chúng ở tương lai đã được thảo luận một cách ngắn gọn. Năm 1820, Georgo Ohm đã đưa ra công thức phương trình toán học để giải thích các tín hiệu điện chạy qua một dây dẫn rất thành công. Và năm 1830, Michall Faraday đã tìm ra định luật dẫn điện từ trường. Năm 1850, đại số Boolean của George Boolers đã tạo ra nền móng cho logic học và phát triển các rơ-le điện. Chính vào khoảng thời gian này khi các đường cáp đầu tiên xuyên qua Đại Tây Dương để đánh điện tín được lắp đặt. James Clerk Maxwell đã đưa ra học thuyết điện từ trường bằng các công thức toán học năm 1870. Căn cứ vào học thuyết này, Henrich Hertz đã truyền đi và nhận được sóng vô tuyến thành công bằng cách dùng điện trường lần đầu tiên trong lịch sử. Tổng đài điện thoại đầu tiên được thiết lập đầu tiên năm 1876 ngay sau khi Alexander Graham Bell phát minh ra điện thoại. 5 năm sau, Bell bắt đầu dịch vụ gọi điện thoại đường dài giữa New York và Chicago và Guglielmo Marconi của Italia đã lắp đặt một trạm phát sóng vô tuyến để phát các tín hiệu điện tín. Trong thế kỷ 21 việc phát triển và áp dụng có tính thực tế về công nghệ liên quan đang tiếp tục phát triển nhanh chóng và trong quá trình đó, cách mạng hoá thế giới chúng ta. Năm 1900, Einstein, một nhà vật lý nổi tiếng về học thuyết tương đối, đã viết rất nhiều tài liệu quan trọng về vật lý chất rắn, thống kê học, điện từ trường, và cơ học lượng tử. Vào khoảng thời gian này phòng thí nghiệm Bell của Mỹ đã phát minh và sáng chế ra ống phóng điện cực cho các kính thiên văn xoay được và Lee De Forest trở thành người khởi xướng trong lĩnh vực vi mạch điện tử thông qua phát minh của ông ta về một ống chân không ba cực. Việc này được tiếp theo bằng phát minh một hệ thống tổng đài tương tự tự động có khả năng hoạt động không cần có bảng chuyển mạch. Năm 1910, Erwin Schrodinger đã thiết lập nền tảng cho cơ học lượng tử thông qua công bố của ông ta về cân bằng sóng để giải thích cấu tạo nguyên tử và các đặc điểm của nguyên tử và R.H Goddard đã chế tạo thành công tên lửa bay bằng phản lực chất lỏng, và máy tê-lê-típ đã được phát minh. Đồng thời, vào khoảng thời gian này, phát thanh công cộng được bắt đầu bằng cách phát sóng. Năm 1920, Harold S. Black của phòng thí nghiệm nghiên cứu Bell đã phát minh ra một máy khuếch đại phản hồi âm bản mà ngày nay vẫn còn dùng trong lĩnh vực viễn thông và công nghệ máy điện toán. V.K. Zworykin của RCA, Mỹ đã phát minh ra đèn hình bằng điện cho vô tuyến truyền hình, và các cáp đồng trục, phương tiện truyền dẫn có hiệu quả hơn các loại dây đồng bình thường, đã được sản xuất. Năm 1939, dịch vụ phát sóng truyền hình thường xuyên được bắt đầu lần

đầu tiên trong lịch sử và năm 1930, Claude Schannon của phòng thí nghiệm Bell, bằng cách sử dụng các công thức toán học tiên tiến đã thành công trong việc đặt ra học thuyết thông tin dùng để xác định lượng thông tin tối đa mà một hệ thống viễn thông có thể xử lý vào một thời điểm đã định. Học thuyết này đã được phát triển thành học thuyết truyền thông số. Đồng thời, ra-đa đã được phát minh trong thời kỳ này. Năm 1940, phòng thí nghiệm Bell đã đặt nền móng cho các chất bán dẫn có độ tích hợp cao ngày nay qua việc phát minh ra đèn ba cực và Howard Aiken của đại học Harvrd, cùng cộng tác với IBM, đã thành công trong việc lắp đặt một máy điện đầu tiên có kích thước là 50feet và 8feet. Sau đó ít lâu, J. Presper Ecker và John W. Mauchly của đại học Pennsylvania lần đầu tiên đã phát triển máy điện toán phân tách gọi là ENIAC. Von Neuman dựa vào máy này, đã phát triển thành công sau đó máy điện toán có lưu giữ chương trình. PCBs được đưa ra vào những năm 50, đã làm cho việc tích hợp các mạch điện tử có thể thực hiện được. Cùng trong năm đó, RCA đã phóng thành công vệ tinh nhân tạo vào không trung và la-re dùng cho truyền thông quang học đã được phát minh. Vào những năm 60, các loại LSIs, các máy điện toán mini có bộ nhớ kiểu bong bóng, cáp quang, và máy phân chia thời gian được phát triển và thương mại hoá một cách thành công vào các năm 70, các loại CATVs hai hướng, đĩa Video, máy điện toán đồ hoạ, truyền ảnh qua vệ tinh, và các hệ thống tổng đài điện tử hoá toàn bộ được đưa ra.

2. Công nghệ chuyển mạch

2.1 Khái quát chung

2.1.1 Nhu cầu đối với hệ thống chuyển mạch

Máy điện tín được Samuel F.B Morse phát minh năm 1837, lần đầu tiên trong lịch sử, các tín hiệu điện đã được sử dụng để truyền tin; các số liệu được mã hoá được dùng như một phương tiện truyền dẫn. Việc truyền tiếng nói trở thành có thể thực hiện được khi Alexander Graham Bell phát minh ra điện thoại năm 1876. Nói chung, việc truyền thông tin đề cập đến quá trình chuyển thông tin từ người phát thông tin đến người sử dụng. Thông tin được xác định là các tư tưởng và các số liệu cần thiết cho người sử dụng. Đồng thời, một số phương tiện truyền tin đã được sử dụng trong suốt lịch sử loài người. Loại tín hiệu lửa đã được dùng rộng khắp trong quá khứ là một ví dụ điển hình. Tuy nhiên, vì nhu cầu về các dịch vụ truyền

thông chất lượng cao và đáng tin cậy càng tăng lên, con người bắt đầu dùng điện thay cho lửa để làm phương tiện truyền thông quan trọng nhất. Trong tương lai gần, người ta dự định là ánh sáng sẽ thay thế điện để làm phương tiện chính. Hệ thống truyền thông đề cập đến một số thiết bị hay các bộ phận sử dụng để cho phép người cấp tin chuyển thông tin cho người sử dụng; các bộ phận này hay thiết bị được phân loại thành các hệ thống truyền tin phân tán và hệ thống truyền thông tổng đài như ghi ở Hình 2.1. Trong trường hợp đầu, người cấp tin chỉ cấp thông tin trong đó người sử dụng chỉ nhận được thông tin truyền đi. Một trong các ví dụ rõ ràng cho các loại này bao gồm có đài phát thanh và vô tuyến truyền hình.

Hệ truyền thông	• Hệ truyền thông phân tán • Đài và vô tuyến, truyền hình v.v. • Hệ truyền thông tổng đài • Mạng lưới truyền thông điện thoại v.v.

Hình 2.1. Phân loại các hệ thống truyền thông.

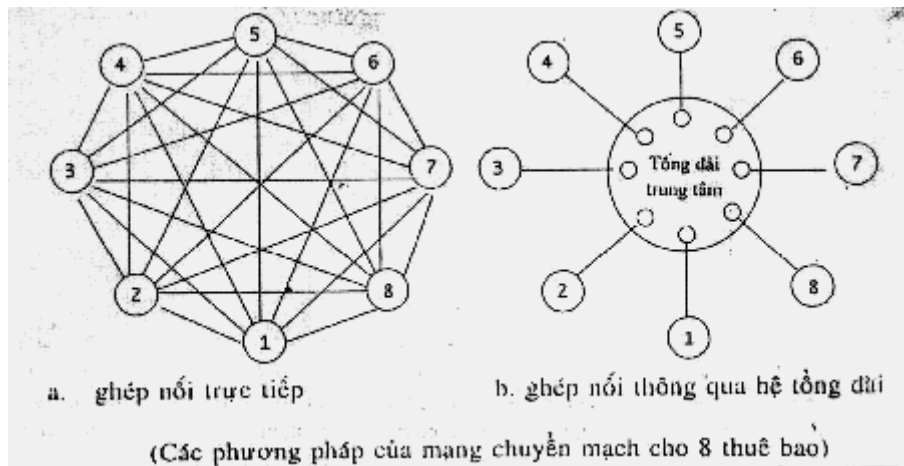
Trong hệ truyền thông tổng đài, người cấp thông tin và dùng thông tin chưa được xác định và hệ thống sử dụng có khả năng cung cấp và sử dụng thông tin vào cùng một thời gian. Ví dụ cho việc này là hệ thống truyền thông điện thoại. Hệ truyền thông tổng đài đề cập đến quá trình chọn lựa chọn những người đang ở cách xa nhau hoặc giữa các máy đặt cách biệt nhau và sau đó giao tiếp với nhau bằng tiếng nói hoặc bằng các số liệu. Để phân tích một cách có hiệu quả, thì các điều kiện sau đây phải được đáp ứng.

Trước hết, chọn một bên nhận thông tin và sau đó chọn đường giao tiếp, một hệ tổng đài được dùng cho mục đích này. Các loại hệ tổng đài hiện có thể có để truyền tin bao gồm các hệ tổng đài điện tử chủ yếu dùng cho các dịch vụ điện thoại và các hệ chuyển mạch số liệu dùng để truyền số liệu.

Thứ hai, các hệ truyền dẫn được dùng để truyền thông tin ở các mức chất lượng có thể chấp nhận được không kể đến khoảng cách cần phải được đảm bảo. Hiện nay các hệ thống truyền dẫn bằng dây như các loại cáp cân bằng, cáp đồng trục, sợi

quang và các hệ thống truyền dẫn không dây (vô tuyến) sử dụng các sóng cực ngắn đang được dùng rộng rãi.

Thứ ba, các mạng lưới truyền tin phải được thiết lập có xem xét đến việc bố trí hệ tổng đài và đường truyền dẫn, chất lượng giao diện tổng thể, và duy trì chất lượng truyền dẫn, ngoài ra, mạng lưới tuyến được lập ra, phân phối sự mất đường truyền, kế hoạch đánh số, các vấn đề liên quan đến tính cước phải được thiết kế theo nhu cầu của người sử dụng. Các hệ thống truyền thông tổng đài đã tiếp tục được nâng cấp một cách nhanh chóng kể từ khi phát minh ra hệ thống điện thoại cách đây gần 100 năm. Về cơ bản, tất cả các hệ thống đó đều cần máy điện thoại để chuyển các tín hiệu tiếng nói thành tín hiệu điện và ngược lại cũng như các hệ truyền dẫn để truyền các tín hiệu điện. Một mạng lưới truyền tin có thể được xây dựng bằng cách nối trực tiếp các thuê bao cung cấp và nhận thông tin qua mạng lưới khi số lượng thuê bao này chưa phải nhiều quá. Ví dụ, được minh họa ở (a) của hình 2.2, $8C2=28$ đường là cần thiết trong trường hợp ở đó chỉ có 8 thuê bao được đăng ký trong hệ thống. Tuy nhiên, khi sử dụng hệ tổng đài với chức năng giao tiếp giữa các thuê bao như trình bày ở (b) hình 2.2 số các đường điện thoại cần thiết phải bằng với số thuê bao đã đăng ký trong hệ thống. Như đã trình bày, điều quan trọng thiết lập các mạng lưới thông tin một cách kinh tế và có hiệu quả.



Hình 2.2. Các phương pháp của mạng chuyển mạch cho 8 thuê bao

2.1.2 Phát triển công nghệ chuyển mạch

Hệ tổng đài dùng nhân công gọi là loại dùng điện tử được xây dựng ở New Haven của Mỹ năm 1878 là tổng đài thương mại thành công đầu tiên trên thế giới. Để đáp ứng yêu cầu ngày càng tăng về các dịch vụ điện thoại một cách thoả đáng và để kết nối nhanh các cuộc nói chuyện và vì mục đích an toàn cho các cuộc gọi, hệ tổng đài tự động không cần có nhân công được A.B Strowger của Mỹ phát minh 1889. Version cải tiến của mô hình này, gọi là hệ tổng đài kiểu Strowger trở thành phổ biến vào các năm 20. Trong hệ tổng đài Strowger, các cuộc gọi được kết nối liên tiếp tùy theo các số điện thoại trong hệ thập phân và do đó được gọi là hệ thống gọi theo từng bước. EMD (Edelmataill-Drehwähler) do công ty Siemens của Đức phát triển cũng thuộc loại này; hệ thống này còn được gọi là hệ tổng đài cơ vì các chuyển mạch của nó được vận hành theo nguyên tắc cơ điện.

Do đại chiến thế giới thứ II bùng nổ, sự cố gắng lập nên các hệ tổng đài mới bị tạm thời đình chỉ. Sau chiến tranh, nhu cầu về các hệ tổng đài có khả năng xử lý các cuộc gọi đường dài tự động và nhanh chóng đã tăng lên. Phát triển loại hệ tổng đài này yêu cầu phải có sự tiếp cận mới hoàn toàn bởi vì cần phải giải quyết các vấn đề phức tạp về tính cước và việc truyền cuộc gọi tái sinh yêu cầu phải có xử lý nhiều khâu. Ericsson của Thụy Điển đã có khả năng xử lý vấn đề này bằng cách phát triển thành công hệ tổng đài có các thanh chéo (Cross bar). Hệ tổng đài có các thanh chéo được đặc điểm hoá bởi việc tách hoàn toàn việc chuyển mạch cuộc gọi và các mạch điều khiển được phát triển đồng thời ở Mỹ. Đối với mạch chuyển mạch chéo, loại thanh chéo kiểu mở /đóng được sử dụng; bằng cách sử dụng loại chuyển mạch này có một bộ phận mở/đóng với điểm tiếp xúc được giáp vàng, các đặc tính của cuộc gọi được cải tiến rất nhiều. Hơn nữa, một hệ điều khiển chung để điều khiển một số các chuyển mạch vào cùng một thời điểm được sử dụng. Đó là các xung quay số được dồn lại vào các mạch nhớ và sau đó được xác định kết hợp trên cơ sở của các số đã quay được ghi lại để lựa chọn mạch tái sinh.

Năm 1965, Một hệ tổng đài điện tử thương mại có dung lượng lớn gọi là hệ ESS số 1 được thương mại hoá thành công ở Mỹ do vậy đã mở ra một kỷ nguyên mới cho các hệ tổng đài điện tử. Không giống với các hệ tổng đài thông thường sử dụng các chuyển mạch cơ, hệ thống ESS số 1 là hệ tổng đài sử dụng các mạch điện tử. Việc nghiên cứu loại hệ tổng đài này đã được khởi đầu từ đầu những năm 40 và được xúc tiến nhanh sau khi có phát minh ra đèn ba cực vào những năm 50. Hệ tổng đài điện tử mới được phát triển khác về cơ bản với các hệ thống thường ở điểm là

trong khi hệ sau này sử dụng mạch điều khiển chuyển mạch dùng các lô-gíc kiểu dây thì hệ trước đây dùng các thao tác logic bằng các phương tiện phần mềm lắp đặt trong hệ thống. Ngoài ra, hệ tổng đài điện tử mới triển khai tạo được sự điều khiển một cách linh hoạt bằng cách thay thế phần mềm cho phép người sử dụng có dịch vụ mới. Đồng thời, để vận hành và bảo dưỡng tốt hơn, tổng đài này được trang bị chức năng rựch chẩn đoán. Tầm quan trọng việc trao đổi thông tin và số liệu một cách kịp thời và có hiệu quả đang trở nên quan trọng hơn khi xã hội tiến đến thế kỷ 21. Để đáp ứng đầy đủ một phạm vi rộng các nhu cầu của con người sống trong giai đoạn đầu của kỷ nguyên thông tin, các dịch vụ mới như dịch vụ truyền số liệu, dịch vụ truyền hình bao gồm cả dịch vụ điện thoại truyền hình, các dịch vụ truyền thông di động đang được phát triển và thực hiện. Nhằm thực hiện có hiệu quả các dịch vụ này, IDN (mạng lưới số tích hợp) có khả năng kết hợp công nghệ chuyển mạch và truyền dẫn thông qua qui trình xử lý số là một điều kiện tiên quyết. Ngoài ra, việc điều chế xung mã (PCM) được dùng trong các hệ thống truyền dẫn đã được áp dụng cho các hệ thống chuyển mạch để thực hiện việc chuyển mạch số. Dựa vào công nghệ PCM này, một mạng đa dịch vụ số (ISDN) có thể xử lý nhiều luồng với các dịch vụ khác nhau đang được phát triển hiện nay.

2.1.3 Các chức năng của hệ thống tổng đài

Mặc dù các hệ thống tổng đài đã được nâng cấp rất nhiều từ khi nó được phát minh ra, các chức năng cơ bản của nó như xác định các cuộc gọi của thuê bao, kết nối với thuê bao bị gọi và sau đó tiến hành việc phục hồi lại khi các cuộc gọi đã hoàn thành, hầu như vẫn như cũ. Hệ tổng đài dùng nhân công tiến hành các quá trình này bằng tay trong khi hệ tổng đài tự động tiến hành các việc này bằng các thiết bị điện.

Trong trường hợp đầu, khi một thuê bao gửi đi một tín hiệu thoại tới một tổng đài, nhân viên bấm nút trả lời của đường dây bị gọi vào ổ cắm của dây chủ gọi để thiết lập cuộc gọi với phía bên kia. Khi cuộc gọi đã hoàn thành, người vận hành rút dây nối ra và đưa nó về trạng thái ban đầu. Hệ tổng đài nhân công được phân loại thành loại điện tử và hệ dùng ắc-quy chung. Đối với loại dùng điện tử, thì thuê bao lắp thêm cho mỗi ắc-quy một nguồn cấp điện. Các tín hiệu gọi và tín hiệu hoàn thành cuộc gọi được gửi đến người thao tác viên bằng cách sử dụng từ trường. Đối với hệ dùng ắc quy chung, nguồn điện được cung cấp chung và các tín hiệu gọi và

tín hiệu hoàn thành cuộc gọi được đơn giản chuyển đến người thao tác viên thông qua các đèn. Đối với hệ tổng đài tự động, các cuộc gọi được phát ra và hoàn thành thông qua các bước sau:

1) *Nhận dạng thuê bao chủ gọi*: Xác định khi thuê bao nhắc ống nghe và sau đó cuộc gọi được nối với mạch điều khiển.

2) *Tiếp nhận số được quay*: Khi đã được nối với mạch điều khiển, thuê bao chủ gọi bắt đầu nghe thấy tín hiệu mời quay số và sau đó chuyển số điện thoại của thuê bao bị gọi. hệ tổng đài thực hiện các chức năng này.

3) *Kết nối cuộc gọi*: Khi các số quay được ghi lại, thuê bao bị gọi đã được xác định, thì hệ tổng đài sẽ chọn một bộ các đường trung kế đến tổng đài của thuê bao bị gọi và sau đó chọn một đường rỗi trong số đó. Khi thuê bao bị gọi nằm trong tổng đài nội hạt, thì một đường gọi nội hạt được sử dụng.

4) *Chuyển thông tin điều khiển*: Khi được nối đến tổng đài của thuê bao bị gọi hay tổng đài trung chuyển, cả hai tổng đài trao đổi với nhau các thông tin cần thiết như số thuê bao bị gọi.

5) *Kết nối trung chuyển*: Trong trường hợp tổng đài được nối đến là tổng đài trung chuyển, mục 3) và 4) trên đây được nhắc lại để nối với trạm cuối và sau đó thông tin như số thuê bao bị gọi được truyền đi.

6) *Kết nối tại trạm cuối*: Khi trạm cuối được đánh giá là trạm nội hạt dựa trên số của thuê bao bị gọi được truyền đi, thì bộ điều khiển trạng thái máy bận của thuê bao bị gọi được tiến hành. Nếu máy không ở trạng thái bận, thì một đường nối được nối với các đường trung kế được chọn để kết nối cuộc gọi.

7) *Truyền tín hiệu chuông*: Để kết nối cuộc gọi tín hiệu chuông được truyền và chờ cho đến khi có trả lời từ thuê bao bị gọi. Khi trả lời, tín hiệu chuông bị ngắt và trạng thái được chuyển thành trạng thái máy bận.

8) *Tính cước*: Tổng đài chủ gọi xác định câu trả lời của thuê bao bị gọi và nếu cần thiết, bắt đầu tính toán giá trị cước phải trả theo khoảng cách gọi và theo thời gian gọi.

9) *Truyền tín hiệu báo bận*: Khi tất cả các đường trung kế đều đã bị chiếm theo các bước trên đây hoặc thuê bao bị gọi bận, thì tín hiệu bận được truyền đến cho thuê bao chủ gọi.

10) *Hồi phục hệ thống*: Trạng thái này được xác định khi cuộc gọi kết thúc. Sau đó, tất cả các đường nối đều được giải phóng.

Như vậy, các bước cơ bản do hệ thống tổng đài tiến hành để xử lý các cuộc gọi đã được trình bày ngắn gọn. Trong hệ thống tổng đài điện tử, nhiều đặc tính dịch vụ mới được thêm vào cùng với các chức năng trên. Những điều này sẽ được bàn thêm sau này.

Các điểm cơ bản sau đây phải được xem xét khi thiết kế các chức năng này.

1) *Tiêu chuẩn truyền dẫn*: mục đích đầu tiên của việc đấu nối điện thoại là truyền tiếng nói và theo đó là một chỉ tiêu của việc truyền dẫn để đáp ứng chất lượng gọi phải được xác định bằng cách xem xét sự mất mát khi truyền, độ rộng dải tần số truyền dẫn, và tạp âm.

2) *Tiêu chuẩn kết nối*: điều này liên quan đến vấn đề duy trì dịch vụ đấu nối cho các thuê bao. Nghĩa là, đó là chỉ tiêu về các yêu cầu đối với các thiết bị tổng đài và số các đường truyền dẫn nhằm bảo đảm chất lượng kết nối tốt. Nhằm mục đích này, một mạng lưới tuyến linh hoạt có khả năng xử lý đường thông có hiệu quả với tỷ lệ cuộc gọi bị mất ít nhất phải được lập ra.

3) *Độ tin cậy*: các thao tác điều khiển phải được tiến hành phù hợp, đặc biệt các lỗi xuất hiện trong hệ thống với các chức năng điều khiển tập trung có thể gặp phải hậu quả nghiêm trọng trong thao tác hệ thống. Theo đó, hệ thống phải có được chức năng sửa chữa và bảo dưỡng hữu hiệu bao gồm việc chẩn đoán lỗi, tìm và sửa chữa.

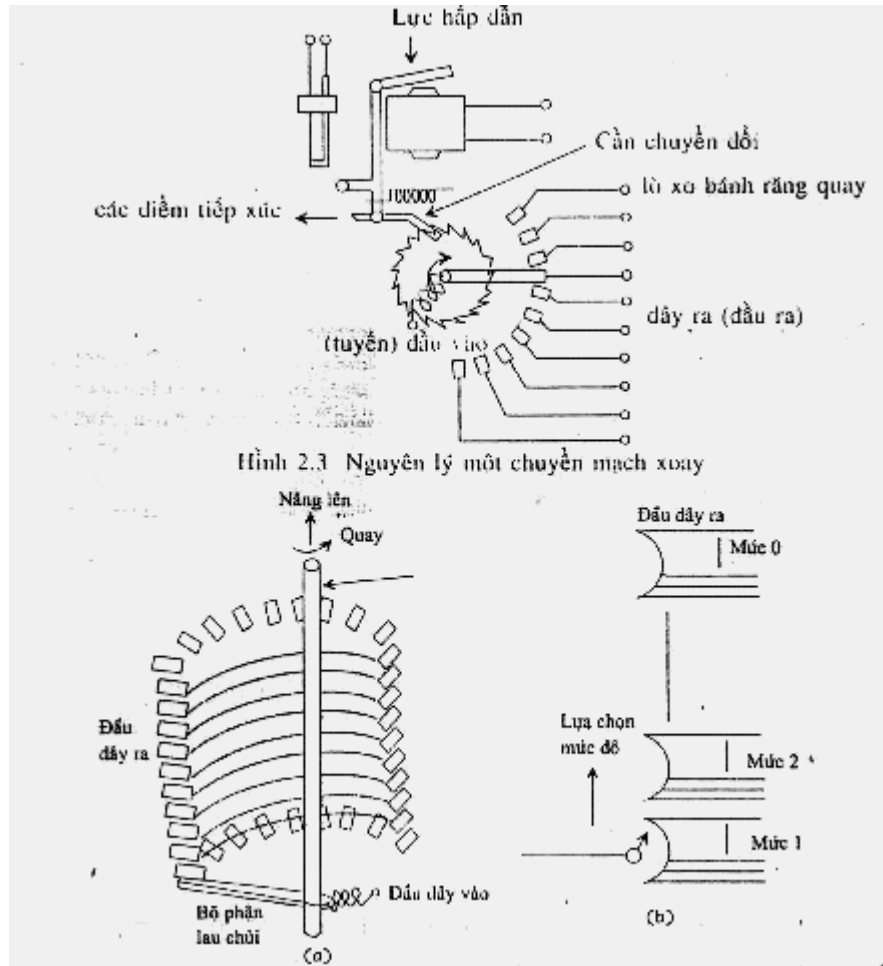
4) *Độ linh hoạt*: số lượng các cuộc gọi có thể xử lý thông qua các hệ thống tổng đài đã tăng lên rất nhiều và nhu cầu nâng cấp các chức năng hiện nay đã tăng lên. Do đó, hệ thống phải đủ linh hoạt để mở rộng và sửa đổi được.

5) *Tính kinh tế*: Do các hệ tổng đài điện thoại là cơ sở cho việc truyền thông đại chúng, chúng phải có hiệu quả về chi phí và có khả năng cung cấp các dịch vụ thoại chất lượng cao. Căn cứ vào các xem xét trên đây, một số loại tổng đài tự động đã được triển khai và lắp đặt kể từ khi nó được đưa vào lần đầu tiên.

2.2 Chuyển mạch cuộc gọi

2.2.1 Phân loại chuyển mạch cuộc gọi

Có nhiều loại chuyển mạch cuộc gọi bao gồm các chuyển mạch loại cơ điện và điện tử được sử dụng trong các tổng đài. Chúng có thể được phân loại rộng lớn thành các loại chuyển mạch phân chia không gian và các loại chuyển mạch ghép.



Hình 2.4. Chuyển mạch xoay kiểu đứng.

A. Loại chuyển mạch phân chia không gian

Các chuyển mạch phân chia không gian thực hiện việc chuyển mạch bằng cách mở/đóng các công điện tử hoặc các điểm tiếp xúc được bố trí theo cách quãng nhau như các chuyển mạch xoay và các chuyển mạch có thanh chéo. Loại chuyển mạch này được cấu tạo bởi các bộ phận sau:

1) Chuyển mạch cơ kiểu chuyển động truyền

1. Chuyển mạch cơ kiểu mở/đóng
2. Chuyển mạch cơ kiểu rơ-le điện tử
3. Chuyển mạch điện tử kiểu chia không gian

Như được trình bày ở hình 2.3 và 2.4, loại chuyển mạch cơ kiểu chuyển động truyền là loại chuyển mạch thực hiện việc vận hành cơ tương tự như chuyển mạch xoay. Chuyển mạch lựa chọn dây rỗi trong quá trình dẫn truyền và tiến hành chức năng điều khiển ở mức nhất định. Do tính đơn giản của nó, nó được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống tổng đài tự động đầu tiên phát triển. Tuy nhiên, do tốc độ thực hiện chậm, sự mòn các điểm tiếp xúc, và thay đổi các hạng mục tiếp xúc gây ra do việc rung động cơ học, ngày nay nó ít được sử dụng. Loại chuyển mạch cơ kiểu mở/đóng đã được phát triển để cải tiến yếu điểm của công tắc cơ kiểu chuyển động truyền bằng cách đơn giản hoá thao tác cơ học thành thao tác mở/đóng. Loại chuyển mạch này không có chức năng điều khiển lựa chọn và được thực hiện theo giả thuyết là mạch gọi và mạch điều khiển là hoàn toàn tách riêng nhau. Như vậy, với khả năng cung cấp điều khiển linh hoạt, nó được dùng rộng rãi hiện nay và được coi là chuyển mạch tiêu chuẩn, và loại được sử dụng nhiều nhất là loại chuyển mạch thanh chéo.

Chuyển mạch kiểu rơ-le điện tử là loại chuyển mạch có rơ-le điện tử ở mỗi điểm cắt của chuyển mạch loại thanh chéo. Đối với chuyển mạch cơ loại mở/đóng được mô tả trên đây, thì thao tác mở/đóng được thực hiện nhờ việc định điểm cắt thông qua thao tác cơ học theo chiều đứng/chiều ngang trong khi chuyển mạch kiểu rơ-le điện tử, thì điểm cắt có thể được lựa chọn theo hướng của luồng điện trong cuộn dây của rơ-le.

Vì vậy về nguyên tắc các thao tác cơ học cũng như việc mở/đóng của các điểm tiếp xúc thể được tiến hành nhanh chóng hơn.

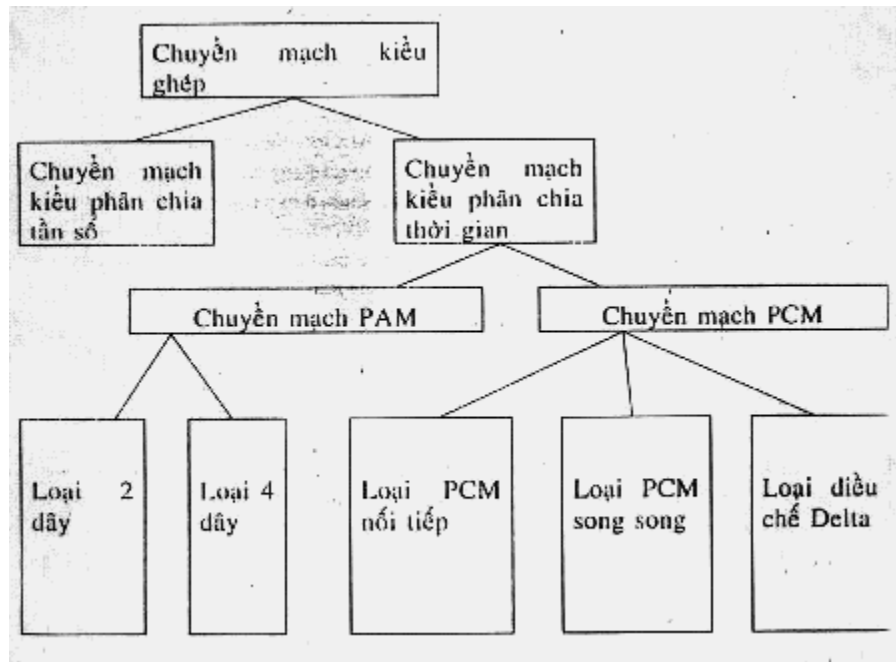
Chuyển mạch điện tử hiệu phân chia không gian có một cộng điện tử ở mỗi điểm cắt của chuyển mạch có thanh cắt chéo. Nó có những bất lợi sau đây so với loại chuyển mạch điểm tiếp xúc; không tương thích với phương pháp cũ do có sự khác nhau về mức độ tín hiệu hoặc chi phí và các đặc điểm thoại khá xấu bao gồm cả hiện tượng mất cuộc gọi và xuyên âm.

Theo đó, trừ trường hợp đặc biệt, nó chưa được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên, do các mạch điện tử như các ICs hay các LSIs trở nên tích hợp hơn, dự kiến chúng được sử dụng nhiều hơn trong tương lai gần đây.

B. Chuyển mạch ghép

Các loại chuyển mạch ghép được vận hành trên cơ sở công nghệ truyền tải tập trung được sử dụng rộng rãi trong hệ thống truyền dẫn. Các chuyển mạch này có cùng chung một cổng để có hiệu quả và kinh tế cao hơn. Có các loại chuyển mạch ghép phân chia thời gian để ghép các cuộc gọi dựa vào thời gian và chuyển mạch ghép phân chia tần số để ghép các cuộc gọi trên cơ sở tần số.

Nguyên lý sử dụng cho loại chuyển mạch phân chia thời gian là nó tách nhịp thông tin có pha đã định bằng cách sử dụng ma trận nhịp có pha thay đổi trong khi nguyên lý dùng cho phương pháp phân chia tần số là tách các tín hiệu có các tần số cần thiết bằng cách sử dụng bộ lọc có thể thay đổi. Phương pháp chia tần số được biết là có các vấn đề kỹ thuật như là việc phát sinh các loại tần số khác nhau và việc cung cấp và ngắt các tần số này cũng như bộ lọc có thể thay đổi. Đồng thời nó không kinh tế. Theo đó, phương pháp này được nghiên cứu rộng rãi trong thời kỳ đầu của sự phát triển hệ thống tổng đài điện tử nhưng chưa được vào sử dụng cho hệ tổng đài phân tải. Mặt khác, phương pháp phân chia thời gian được đề nghị vào thời kỳ đầu phát triển hệ tổng đài điện tử và nó đang được nghiên cứu tiếp ngày nay. Phương pháp điều chế này được phân loại thêm thành điều chế theo biên độ xung (PAM) tiến hành bằng chuyển mạch PAM và điều chế xung mã được thực hiện nhờ chuyển mạch PCM. Mỗi chuyển mạch được phân loại thêm như sau.



Hình 2.5. Phân loại chuyển mạch ghép.

Đã mất nhiều thời gian để phát triển thành công chuyển mạch PAM. Khi được đưa ra, do thiết kế đơn giản của nó, chuyển mạch PAM được sử dụng cho hệ tổng đài có dung lượng loại vừa. Ví dụ cụ thể của nó là ESS kiểu 101, một loại PBX điều khiển từ xa được dùng ở Mỹ cho các mục đích đặc biệt vì nó chưa phù hợp cho các hệ thống tổng đài dung lượng lớn với những vấn đề của nó về các đặc điểm thoại như tạp âm và xuyên âm. Đồng thời, vì nó là loại tương tự, tương lai của nó là không rõ ràng. Chuyển mạch PCM được dự kiến là một trong các thành phần chính của IDN hay ISDN để xử lý nhiều loại thông tin cùng một lúc bao gồm cả số liệu.

Mạng số tích hợp kết hợp hệ truyền dẫn và hệ chuyển mạch thông qua sử dụng công nghệ PCM. Do phương pháp này sử dụng mạch số, nó được dự định được vì mạch hoá trực tiếp trong tương lai gần đây. Khi sử dụng loại chuyển mạch này, việc chuyển mạch được tiến hành trong giai đoạn dồn kênh theo các đặc tính thoại ổn định của PCM. Do vậy, bởi vì chuyển mạch rơ-le nhiều mức có thể thực hiện được nhờ sử dụng chuyển mạch này, một mạng lưới truyền thông mới có thể được thiết lập dễ dàng thông qua việc dùng loại chuyển mạch này. Như đã được trình bày, phương pháp này sẽ được sử dụng rộng rãi trong tương lai.

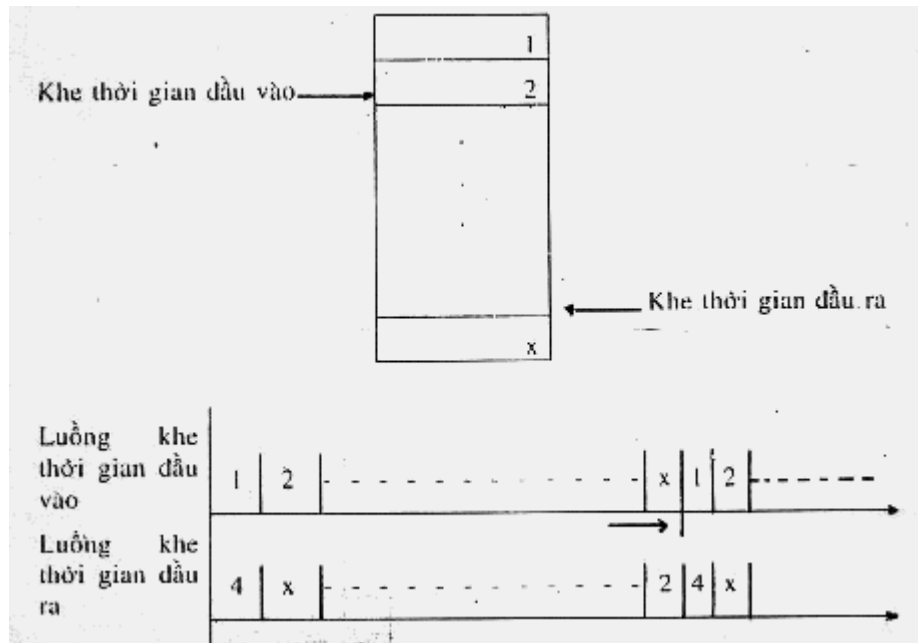
2.2.2 Chuyển mạch PCM.

Chuyển mạch PCM là loại chuyển mạch ghép hoạt động dựa vào công nghệ dồn kênh chia thời gian và điều chế xung mã. PCM là phương pháp truyền biên độ của PAM sau khi đã lượng hoá nó và sau đó biến đổi nó thành ra mã nhị phân. Theo đó, việc tái mã hoá có thể được tiến hành dễ dàng vì nó có thể dễ dàng phân biệt được với các tín hiệu ngay cả khi có tạp âm và xuyên âm trong đường truyền dẫn. Ngoài ra, để thực hiện chuyển mạch phân chia thời gian có thể dùng, các chuyển mạch thời gian để trao đổi khe thời gian và chuyển mạch phân chia thời gian để trao đổi theo không gian các khe thời gian được phân chia theo thời gian.

A. Chuyển mạch T

Các số liệu đưa vào được nạp vào các khe thời gian trong một khung (frame). Để kết nối một đường thoại, thông tin ở các khe thời gian được gửi từ bên đầu vào của mạch chuyển mạch đến phía đầu ra. Mỗi một đường thoại được định hình với một khe thời gian cụ thể trong một luồng số liệu cụ thể. Theo đó mạch chuyển mạch thay đổi một khe thời gian của một luồng số liệu cụ thể đến khe thời gian của một luồng số liệu khác. Quá trình này được gọi là quá trình trao đổi các khe thời gian. ở hình 2.6 mô tả qui trình chuyển mạch các khe thời gian. Khe thời gian đưa vào được ghi lại tạm thời trong bộ nhớ đệm. Như thể hiện trên hình vẽ, các khe thời gian đưa vào được lưu giữ ở địa chỉ 1 (address 1) đến chỉ x (address x) của khung thể hiện luồng đầu vào. Số liệu của khe thời gian 1, khe thời gian 2, và khe thời gian X được lưu giữ lại ở các từ thứ nhất, thứ hai và thứ X tương ứng. Vào lúc này, số liệu của mỗi frame đã được thay thế bởi số liệu mới một lần.

Chức năng chuyển mạch khe thời gian liên quan đến việc chuyển mạch từ một khe thời gian được đưa vào đến khe thời gian được lựa chọn ngẫu nhiên được đưa ra. Ví dụ, nếu chuyển từ khe thời gian 7 của luồng đầu vào đến khe thời gian 2 của luồng đầu ra, thông tin từ thuê bao được ghi ở khe thời gian đưa vào số 7 được gửi đến thuê bao được chỉ thị bằng khe thời gian số 2 ở đầu ra.



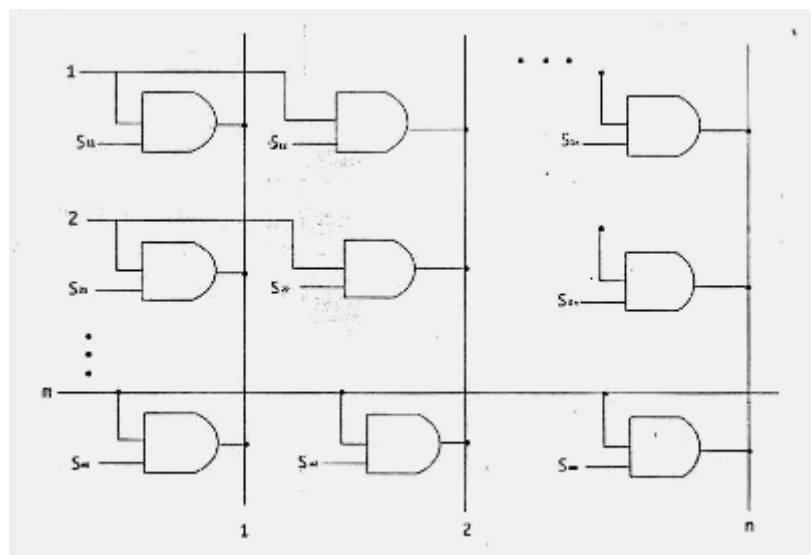
Hình 2.6. Quy trình chuyển mạch theo khe thời gian.

Có sẵn cho loại qui trình này là phương pháp đọc ngẫu nhiên theo dãy ghi lần lượt (SWRR) trong đó các số liệu được ghi lần lượt từ phía đầu vào và được đọc một cách ngẫu nhiên từ phía đầu ra. Phương pháp đọc lần lượt ghi ngẫu nhiên (RWSR) là phương pháp ghi các số liệu một cách ngẫu nhiên từ phía đầu vào và đọc chúng theo trình tự ở phía đầu ra, còn phương pháp ghi ngẫu nhiên đọc ngẫu nhiên (RWRR) là viết và đọc các số liệu một cách ngẫu nhiên.

B. Chuyển mạch không gian

Chức năng chuyển đổi khe thời gian giữa các khe thời gian đầu vào/đầu ra được giải thích ở phần trên chịu trách nhiệm cho chức năng chuyển mạch hoàn thiện đối với tất cả các khe thời gian. Bây giờ, nếu mạch chuyển mạch xử lý thuê bao M như là một điểm cuối của khe thời gian đơn, thì cần có bộ nhớ có số "M" được tạo bởi các từ được dùng ở tốc độ thích hợp. Ví dụ, trong trường hợp tần số mẫu là 8 KHz, thì hệ thống có 128 khe thời gian có thể có khả năng viết và đọc các số liệu vào bộ nhớ mỗi $125 \mu\text{giây}/128 = 976 \text{ nano giây (nsec.)}$. Tuy nhiên, nếu hệ thống trở nên lớn hơn, thì các yêu cầu về bộ nhớ và tốc độ truy nhập có thể không đáp ứng nổi với công nghệ đang có hiện nay. Ví dụ như, hệ thống với 16.384 khe thời gian có khả năng viết và đọc các số liệu cho mỗi $76,3 \text{ nano giây (} 125 \mu\text{giây}/16.384 \text{)}$. Do vậy

để tăng hiệu suất của hệ thống, một phương pháp mở rộng dung lượng sử dụng các bộ phận tiêu chuẩn là cần thiết. Một trong các phương pháp có sẵn cho mục đích này là việc đổi các khe thời gian trong một luồng khe thời gian tới các khe thời gian của một luồng khác bằng cách đấu nối qua lại các nhóm chuyển mạch khe thời gian với cổng logic. Công nghệ này được gọi là chuyển mạch phân chia không gian - thời gian sử dụng các thanh đấu chéo theo không gian. Ở đây, thanh đấu chéo theo không gian tương tự như thanh quét sử dụng các tiếp điểm rơ-le trừ trường hợp yêu cầu một cổng logic vận hành ở tốc độ cao. Một thanh quét được mô phỏng với bên đầu vào của trục đứng và bên đầu ra của trục nằm ngang. Một cổng logic được dùng ở điểm cắt chéo của trục đứng và trục nằm ngang. Sự tiếp xúc phù hợp được tiến hành thông qua việc kích hoạt cổng logic tương ứng trong thời hạn của khe thời gian và nhờ đó thông tin được truyền đi từ bên đầu vào đến phía đầu ra.



Hình 2.7. Thanh cắt chéo không gian trong chuyển mạch phân chia thời gian.

Ví dụ, một khe thời gian trong luồng đầu vào liên tục có "K" các từ PCM khác nhau kích hoạt một cổng thích hợp để thực hiện việc chuyển mạch tới trục nằm ngang mong muốn. Đầu vào của trục đứng còn lại có thể được nối với đầu ra của trục nằm ngang bằng cách kích hoạt một cách phù hợp các cổng tương ứng. Đồng thời, ở khe thời gian tiếp theo, một đường dẫn hoàn toàn khác với đường trước đó có thể được lập ra.

ở đây chú ý là các khe thời gian của trục đứng và trục nằm ngang được phát sinh một cách tương ứng trong cùng một thời điểm và vì vậy ở thanh quét, việc chuyển khe thời gian không được thực hiện. Như trong trường hợp chuyển đổi khe thời gian, một bộ nhớ điều khiển có thông tin để kích hoạt các cổng tại các khe thời gian mong muốn là cần thiết. Hệ thống có thể có "m" các đầu vào và "n" các đầu ra được mô tả ở hình 2.7. "m" và "n" có thể là giống nhau hoặc khác nhau tùy thuộc vào cấu hình của hệ để thực hiện việc tập trung, phân phối, và các chức năng mở rộng.

Vì vậy, đối với mạng chuyển mạch không gian, một thanh quét nhiều mức có thể được sử dụng. Khi muốn gửi các tín hiệu từ đầu vào 1 đến đầu ra 2, cổng S21 phải được kích hoạt trong thời hạn của khe thời gian mong muốn. Nếu Sm1 được kích hoạt vào cùng thời gian đó, đầu vào "m" được gửi đến đầu ra 1. Như đã giải thích, một vài thanh quét có thể được kích hoạt đồng thời trong thời hạn của khe thời gian nhất định và vì vậy số các đường nối đồng thời có thể được là một trong hai số "m" hoặc "n" tùy theo số nào là nhỏ hơn.

2.2.3 Phương pháp thiết lập mạng chuyển mạch kiểu phân chia thời gian

Một mạng lưới có thể được lập nên bằng các sử dụng một trong các chuyển mạch T, chuyển mạch S, hay phối hợp cả hai, theo đó mạng lưới có thể được thiết lập như sau:

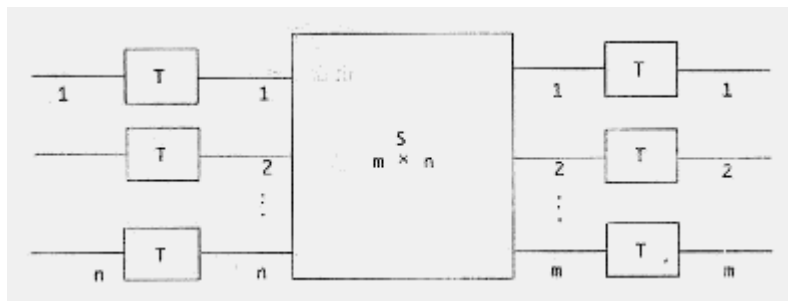
- Chuyển mạch T đơn
- Chuyển mạch S đơn
- Chuyển mạch T-S
- Chuyển mạch S-T
- Chuyển mạch T-S-T
- Chuyển mạch S-T-S
- Sự phối hợp phức tạp hơn của S và T

A. T-S-T

Cấu hình này cho phép hệ thống xử lý các cuộc gọi một cách không bị ngắt quãng do bị khoá như ở hình 2.8. Trong việc điều khiển mạng, việc lựa chọn khe thời gian ở đầu vào/đầu ra và khe thời gian ở chuyển mạch không gian là không liên quan

đến nhau. Nghĩa là trong trường hợp của T-S-T, thì khe thời gian đầu vào có thể được đấu nối với khe thời gian đầu ra bằng cách dùng khe thời gian trong đường chéo của chuyển mạch không gian. Trong trường hợp khe thời gian 3 của đầu vào được xác định với các cuộc gọi phải đấu nối với khe thời gian 17 của đầu ta mong muốn để giải thích việc khóa trong mạng lưới số và đầu cuối không gian có thể cấp đường nối từ chiều dài đầu vào đến chiều rộng đầu ra, khe thời gian 3 và 17 phải được trao đổi với nhau. Như thế, việc đấu nối đạt được khi khe thời gian 3 của đầu vào và khe thời gian 17 của đầu ra còn rỗi. Vào lúc này chỉ có thể có được một đường thông, nếu khe thời gian 3 đã được dùng, khe thời gian 17 có thể được sử dụng nhưng vào lúc này các cuộc gọi đã bị khoá.

Trong trường hợp mạng T-S-T, bộ biến đổi khe thời gian đầu vào có thể chọn một trong các khe thời gian để sử dụng. Nếu hệ thống có 128 khe thời gian, khe thời gian đầu vào 3 có thể được nối với một khe thời gian bất kỳ của không gian trừ khe thời gian đầu vào 3. Theo đó trong trường hợp của T-S-T điều quan trọng phải tìm kiếm đường dây rỗi cũng như các khe thời gian sẽ sử dụng. Trong hầu hết các trường hợp, mạng lưới có thể cung cấp ít nhất một hay nhiều đường để nối các khe thời gian đầu vào/đầu ra.



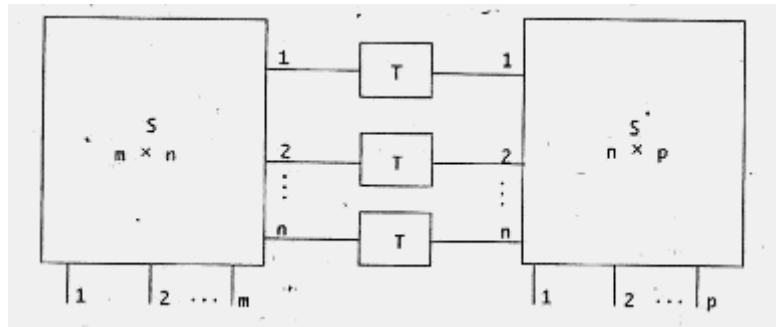
Hình 2.8. Cấu trúc mạng T-S-T.

S-T-S

Trong trường hợp của S-T-S, quá trình tương tự như T-S-T được tiến hành. Trên hình 2.9, một mạng S-T-S được mô tả. Việc lựa chọn khe thời gian đầu vào/đầu ra được xác định bằng đường giao tiếp theo yêu cầu. Do bộ biến đổi khe thời gian có thể được thay đổi bằng cách dùng hai chuyển mạch không gian, độ linh hoạt của đầu nối được cải thiện. Ví dụ, nếu khe thời gian 7 cần phải được nối đến khe thời

gian 16, thì chỉ có một yêu cầu duy nhất là khe thời gian đó phải có khả năng trao đổi khe thời gian 7 và 16.

Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng một trong các số "n" bất kỳ của thời gian. Các mạng lưới T-S-T và S-T-S có thể được thiết kế để có cùng khả năng kết nối cuộc gọi và tỷ lệ khoá cuộc gọi. Việc này chứng tỏ là tỷ lệ phân bố 1:1 được tiến hành giữa việc phân chia thời gian và phân chia không gian.



Hình 2.9. Cấu trúc mạng S-T-S.

2.3 Phương pháp điều khiển

2.2.1 Phân loại phương pháp điều khiển

Mặc dù có nhiều loại hệ thống tổng đài đang có hiện nay, tất cả các hệ thống đó có thể được phân loại như được ghi ở Bảng 2.1. Đầu tiên chúng có thể được phân loại theo phương pháp điều khiển mở/đóng của chuyển mạch cuộc gọi thành phương pháp điều khiển độc lập, phương pháp điều khiển chung, và phương pháp điều khiển theo chương trình lưu giữ.

Các phương pháp	Quá trình đấu nối	Điều khiển độc lập	Điều khiển chung	Điều khiển bằng chương trình được lưu giữ
Loại điều khiển trực tiếp		0	x	x
Loại điều khiển gián tiếp		0	0	0

0 : Có tồn tại

x : Không có hiện nay trừ các trường hợp đặc biệt

Bảng 2.1 Phân loại phương pháp điều khiển chuyển mạch.

Phương pháp điều khiển độc lập còn được gọi là phương pháp điều khiển đơn chiếc; Đây là phương pháp lựa chọn các đường nối khi mỗi chuyển mạch tiến hành một cách độc lập việc điều khiển lựa chọn vì mỗi chuyển mạch được trang bị bằng một mạch điều khiển. Bởi vì tính đơn giản của mỗi mạch phương pháp này được sử dụng rộng rãi cùng với phương pháp từng bước trong các hệ tổng đài đầu tiên được phát triển. Tuy nhiên, việc lựa chọn đường có hiệu quả cho toàn bộ hệ thống là khó khăn bởi vì phạm vi lựa chọn của mỗi mạch điều khiển phần nào đó bị giới hạn. Phương pháp điều khiển thông thường là phương pháp tập trung các mạch điều khiển vào mỗi chỗ và sau đó theo dõi trạng thái đầu nối của toàn mạch để lựa chọn các đường nối. Khi sử dụng phương pháp này, các mạch điều khiển được tập trung để chia sẻ số lượng lớn các cuộc gọi cho nên khả năng của các mạch điều khiển là rất lớn. Đồng thời các chức năng phức tạp có thể được tiến hành một cách kinh tế. Hầu hết các hệ tổng đài kiểu cơ học phân chia không gian bao gồm cả hệ tổng đài thanh chéo cùng sử dụng phương pháp này. Phương pháp điều khiển theo chương trình được lưu giữ là một trong các loại phương pháp điều khiển chung; chúng được tập trung khá cao độ về chức năng và như là thiết bị xử lý thông tin đa năng, nó tiến hành một số điều khiển đầu nối. Hầu hết các hệ tổng đài điện tử đang dùng hiện nay đều áp dụng phương pháp này. Các đầu vào điều khiển trực tiếp cho một hệ tổng đài là các xung quay số được gửi đến từ các máy điện thoại. Các đặc điểm xử lý đầu nối thay đổi rất lớn tùy thuộc vào việc sử dụng các loại đầu vào này. Phương pháp điều khiển trực tiếp là phương pháp trong đó các xung nhận được trực tiếp kích hoạt các mạch điều khiển nhằm để chọn các đường nối một cách liên tiếp. Khi áp dụng phương pháp này, việc vận hành có thể được tiến hành một cách đơn giản tuy nhiên cấu hình mạng lưới tuyến và số quay, là đường nối, phải có mối quan hệ tương đương 1-1. Theo đó, cấu hình mạng là ít linh hoạt và khả năng thấp hơn. Do đó, phương pháp này là không phù hợp với hệ tổng đài có dung lượng lớn có khả năng xử lý các cuộc gọi đường dài.

Phương pháp điều khiển gián tiếp là phương pháp tập trung các xung quay số vào mạch nhớ, đọc tất cả các số và sau đó lựa chọn các đường nối cuộc gọi thông qua

việc đánh giá tổng hợp. Theo đó với phương pháp này được đặc tính hoá bởi dung lượng xử lý đường thông cao và có khả năng biến đổi các số gọi, tương đương, các số gọi và các đường nối có thể được xác định độc lập để lập nên mạng lưới tuyến linh hoạt. Đặc biệt, chức năng này là cần thiết để có thể sử dụng một cách có hiệu quả các tuyến gọi đường dài. Tốc độ vận hành của mạch điều khiển trong các phương pháp điều khiển chung và điều khiển theo chương trình lưu giữ là nhanh hơn nhiều so với thao tác quay số. Theo đó các số được quay được tập hợp lại trong một mạch nhớ tách biệt tạm thời nhằm để sử dụng mạch điều khiển tích hợp cao và sau đó chúng được đọc với tốc độ cực kỳ nhanh để điều khiển toàn bộ chúng ngay lập tức. Vì lý do này, hầu hết các hệ tổng đài sử dụng phương pháp điều khiển chung và điều khiển theo chương trình lưu giữ đều dùng phương pháp điều khiển gián tiếp loại trừ một số trường hợp trong thời kỳ ban đầu của quá trình phát triển.

2.3.2 Phương pháp điều khiển độc lập

Các hệ tổng đài theo từng bước như của Strowger hoặc hệ tổng đài EMD sử dụng phương pháp điều khiển độc lập trong đó từng mạch điều khiển riêng được bố trí kèm theo cho mỗi chuyển mạch. Mặc dù đã cũ, đây vẫn là ví dụ tốt của cái gọi là điều khiển phân tán; nó tiến hành việc điều khiển chuyển mạch một cách thống nhất bằng cách kích hoạt một cách độc lập các điều khiển chuyển mạch phân tán. Mạch phân tán có bất lợi là nó làm giảm khả năng chuyển mạch hoặc các chức năng chuyển mạch. Tuy nhiên, vì hệ thống có trang bị loại mạch này có khả năng cô lập các lỗi một cách có hiệu quả, hệ này có thể được thay đổi hoặc được mở rộng dễ dàng. Đặc biệt, phương pháp này rất có thể được dùng rộng rãi khi công nghệ thiết bị mới bao gồm độ tích hợp cao của mạch điện tử trở nên phát triển hơn. Phương pháp điều khiển độc lập được phân loại thêm thành các loại điều khiển trực tiếp và điều khiển gián tiếp. Ở phần tiếp theo, chúng được xem xét chi tiết hơn.

A. Kiểu điều khiển trực tiếp

Như đã mô tả ở phần trước đây, các xung sinh ra khi thuê bao quay số được đưa vào trực tiếp, tiếp đến được xử lý một cách liên tục để lựa chọn đường nối. Theo đó, một chuyển mạch để chọn đường được định ra bằng số quay đã nhận được và

sau đó chọn đường dây rỗi trong số đó. Hệ thống được tạo nên bởi một nhóm các chuyển mạch như vậy.

Hai loại chuyển mạch hiện có là loại chuyển mạch cơ học kiểu chuyển động đơn để chọn các đường ra thông qua việc dịch chuyển nhiều chiều đơn như dịch chuyển quay và chuyển theo đường thẳng và một loại chuyển mạch cơ học kiểu chuyển 2 cấp để phối hợp hai cách chuyển nhiều chiều như chuyển theo chiều đứng. Có nhiều phương pháp kích hoạt các chuyển động được nói trước đây; một phương pháp quay bánh răng đồng hồ sử dụng các phương tiện điện từ hoặc động cơ đặc biệt và một hệ thống nguồn chuyển động dịch chuyển từng chuyển mạch bằng cách lắp đặt một máy phát điện chung ở một số chuyển mạch hoặc thông qua các bánh răng hoặc các phối hợp phức tạp khác.

B. Kiểu điều khiển gián tiếp

Phương pháp điều khiển trực tiếp có thể được sử dụng cho các hệ tổng đài dung lượng nhỏ một cách không khó khăn. Tuy nhiên, khi sử dụng cho hệ thống có dung lượng lớn, cấu hình mạng trở nên phức tạp và khi lắp đặt một đường trung kế giữa các tổng đài có lưu lượng nhỏ, thì hiệu quả của nó bị giảm xuống đáng kể. Để giải quyết các vấn đề này, phương pháp điều khiển gián tiếp được phát triển. Nghĩa là mạch nhớ số gọi được lắp đặt trong hệ tổng đài để đọc các số gọi đã được lưu giữ. Khi tổng đài bị gọi được xác định, việc chuyển đổi số phải được tiến hành tùy theo việc thiết lập mạng lưới dây cũng như việc thực hiện nhận số liên tục và thêm các số được quay. Phương pháp này được gọi là phương pháp điều khiển gián tiếp hay phương pháp chuyển đổi có lưu giữ. Hướng của đường trung kế có thể được chọn bằng cách quay một số thập phân giới hạn đến 10; vì vậy khi dùng phương pháp điều khiển độc lập cấu hình mạng lưới tuyến phần nào bị hạn chế trong khi đối với phương pháp điều khiển gián tiếp thì đường truyền dẫn có thể hoạt động với hiệu quả cao vì cấu hình mạng lưới tuyến không quan hệ trực tiếp với các số được quay. Như đã trình bày ở trên, phương pháp điều khiển độc lập là ví dụ đặc biệt của điều khiển phân tán. Có thể phân bố các chức năng chuyển mạch (xác định cuộc gọi, nhận số được quay, xác định đường trung kế, chọn đường dây rỗi, cấp điện, truyền/nhận một số tín hiệu, gọi lại, xác định thời điểm kết thúc gọi, hồi phục và các chức năng khác) cho các loại mạch khác nhau để đấu nối các nhánh. Mỗi

mạch được kết cấu đơn giản và một vài chuyển mạch được tập hợp thành nhóm để hình thành hệ tổng đài.

2.3.3 Phương pháp điều khiển chung

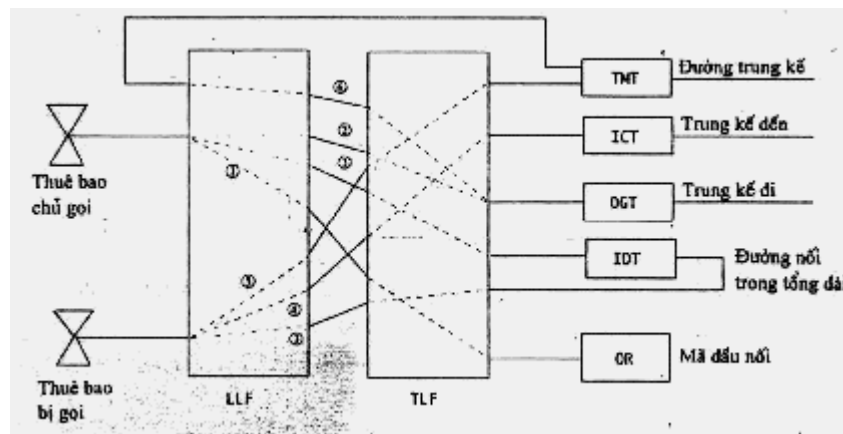
Hệ điều khiển chung là phương pháp tách giữa mạch chuyển mạch gọi của hệ tổng đài và mạch điều khiển và phân chia một số nhỏ các mạch điều khiển thành nhiều điều khiển đầu nối để đạt hiệu quả cao hơn. Điều khiển đầu nối được tiến hành thông qua các quá trình sau: giai đoạn tập trung đường khi các cuộc gọi phát sinh từ các thuê bao được tập hợp lại sau đó được nối với mạng chuyển mạch gọi, giai đoạn phân bổ trong đó các cuộc gọi đã tập hợp được phân loại theo các hướng, thời kỳ tái phát sinh trong đó các cuộc gọi từ phía tổng đài đối diện được tái phát lại và sau đó được chuyển đến tổng đài bên kia, và một đoạn chọn cuối cùng khi các cuộc gọi đến được nối với phía bị gọi. Phương pháp điều khiển chung từng phần hay là hệ thống đánh dấu theo giai đoạn là phương pháp chia các chức năng trên đây thành các thời kỳ khác nhau và sau đó phân bổ chúng cho một số loại các mạch điều khiển chung. Mặt khác hệ đánh dấu chung là phương pháp cho phép mạch điều khiển chung điều khiển các đầu nối thông qua mạng chuyển mạch gọi của một tổng đài.

Khi sử dụng phương pháp điều khiển chung từng phần, hệ tổng đài có thể được tách ra thành các ngăn và theo đó khi nào cần thiết, có thể bổ sung các ngăn một cách dễ dàng để mở rộng hệ thống. Tuy vậy, những bất lợi sau đây thường gặp khi sử dụng phương pháp này: việc xử lý thông tin điều khiển giữa mỗi ngăn là khó khăn, số lớn các thiết bị trung kế được đưa vào thông qua khoảng trống trong các mạch gọi tách riêng, dung lượng xử lý đường thông bị giảm đáng kể do toàn bộ hệ thống không được tích hợp hoàn toàn và các chức năng phức tạp. Do vậy, hiện nay hệ đánh dấu chung được dùng rộng rãi hơn. Hệ tổng đài số 5 của Mỹ là ví dụ điển hình sử dụng phương pháp đánh dấu theo giai đoạn và hệ tổng đài kiểu C45 của Nhật dùng hệ đánh dấu thông thường.

A. Hệ đánh dấu thông thường

Như đã trình bày ở phần trước đây, hệ đánh dấu thông thường là phương pháp điều khiển toàn bộ vận hành của việc đấu nối chọn lọc trên mạng thông qua việc sử dụng chuyển mạch cuộc gọi.

Điều này không có nghĩa là chỉ có một mạch điều khiển hoặc một hệ tổng đài được sử dụng. Thay vì, nó có nghĩa là một mạch điều khiển điều khiển toàn bộ hệ thống thoại. Trong trường hợp đối với hệ tổng đài thanh chéo, cách thực hiện chung là việc điều khiển các cuộc gọi được thực hiện thông qua việc sử dụng các mạch điều khiển chung khác nhau tùy thuộc vào tốc độ điều khiển yêu cầu. Vì vậy, đôi khi có 2 thiết bị để thực hiện các chức năng khác nhau được lắp đặt cạnh kề nhau. Khi sử dụng phương pháp này, chuyển mạch gọi toàn bộ được kiểm tra đầu tiên và sau đó thông tin chưa được chiếm giữ của mỗi phần được tập hợp lại để chọn đường nối. Vì vậy, hiện tượng khoá đường thông, phát sinh do tình trạng máy bận, có thể được giữ ở mức tối thiểu để có hiệu quả cao hơn. Do có các lý do này, nên hầu hết các hệ tổng đài được phát triển gần đây sử dụng hệ đánh dấu chung. Trên hình 2.10, đường nối cuộc gọi của hệ tổng đài số 5 được thể hiện.



Hình 2.10. Đường nối cuộc gọi của hệ tổng đài số 5.

Thao tác nối cuộc gọi của hệ thống chuyển mạch thực hiện như sau:

- (1) Nối mã: từ lúc thuê bao nhắc ống nói cho đến khi truyền tín hiệu mời quay số.
- (2) Tiếp nhận xung quay số: số được ghi vào thanh ghi khi máy thuê bao chủ gọi quay số.

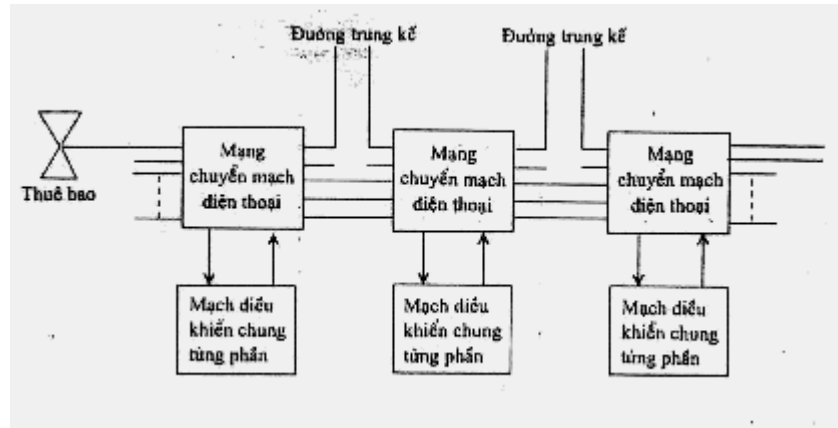
- (3) Nối cuộc gọi đi: Dựa vào số nhận được trong thanh ghi chủ gọi đường ra của tổng đài trung chuyển nối với máy thuê bao bị gọi được xác định
- (4) Nối trong nội bộ tổng đài: Nếu máy thuê bao bị gọi nằm trong tổng đài nội hạt, thì đường gọi trong tổng đài nội hạt được lựa chọn.
- (5) Nối cuộc gọi đến: Khi cuộc gọi đến từ một tổng đài khác, thanh ghi đầu vào bị chiếm bởi một đường trung kế vào.
- (6) Nối trung chuyển: Nếu hệ thống chuyển mạch là trung chuyển, thì cuộc gọi đến được chuyển tới tổng đài xa hoặc tổng đài cuối.

Để kiểm tra xem những chức năng trên có thực hiện bình thường không, hệ thống chuyển mạch thường được trang bị thêm chức năng quản lý, vận hành và bảo dưỡng của bộ điều khiển tự động, chức năng phát hiện lỗi, vị trí, thời gian gây lỗi và thiết bị ghi.

B. Phương pháp điều khiển chung từng phần

Việc điều khiển đầu nối của hệ thống chuyển mạch được thực hiện qua những quá trình sau: giai đoạn tập trung đường theo lưu lượng cần xử lý sau khi xác định có tín hiệu gọi, giai đoạn phân phối các cuộc gọi cho các địa chỉ dựa trên số đã quay, giai đoạn thực hiện nối rô-le, và cuối cùng là giai đoạn lựa chọn cuối cùng khi các cuộc gọi được nối tới các thuê bao bị gọi. Theo như trên, mỗi giai đoạn có sự điều khiển khác nhau, Hệ thống đánh dấu giai đoạn là phương pháp phân chia sự điều khiển thành nhiều nhóm và sau đó phân loại phạm vi điều khiển đầu nối tương ứng để phân phối.

Hệ thống này khác với hệ thống đánh dấu chung ở chỗ phạm vi giám sát của một mạch điều khiển chung là một bộ phận của mạng chuyển mạch cuộc gọi như chỉ rõ trong hình 2.11



Hình 2.11. Phương pháp điều khiển chung từng phần.

Phương pháp này có đặc điểm như sau:

- (1) Phạm vi mạng chuyển mạch gọi do một mạch điều khiển nhỏ
- (2) Hệ thống chuyển mạch có thể phân chia và xếp đặt lại bằng cách kết hợp các bộ phận một cách khác nhau để linh hoạt hơn.
- (3) Vận hành mạng tuyến có thể thực hiện linh hoạt tùy theo yêu cầu về đường thông.
- (4) Những lỗi xảy ra chỉ có ảnh hưởng ít nhất đối với toàn hệ thống vì các mạch điều khiển đã được mô-đun hoá.
- (5) Khả năng của mạng chuyển mạch gọi bị giảm bớt rõ rệt.
- (6) Hiệu quả của đường trung kế giảm xuống nhiều
- (7) Cần có những đường trung kế dự phòng giữa các mạng chuyển mạch phân phối
- (8) Thông tin về điều khiển phải truyền giữa các mạch điều khiển chung

Như trên, phương pháp điều khiển chung từng phần thiết kế đơn giản đã được sử dụng rộng rãi trong các mô hình hệ thống tổng đài có đường nối chéo trước đây.

2.3.4 Phương pháp điều khiển bằng chương trình lưu trữ

Việc điều khiển độc lập và điều khiển chung được phân loại trong khía cạnh sơ đồ của hệ thống điều khiển. Trái lại, nếu chúng ta xem xét hệ thống từ khía cạnh phép tính xử lý các biến đổi logic thì mạch điều khiển của hệ thống chuyển mạch có thể phân loại tiếp thành mạch logic dây và mạch logic lưu trữ. Nói chung mạch điều

khởi số được thực hiện với những phép tính logic như (AND), (OR), và (NOT), và kết hợp với thao tác bộ nhớ để xác định trạng thái tiếp theo sau khi đã lưu trữ phần ghi trước đó. Với mục đích đó, có 2 phương pháp thao tác: logic dây là phương pháp kết hợp các rơ-le, mạch điểm tiếp xúc hay cổng điện tử và sau đó nối các thao tác logic cần thiết để thiết lập hệ thống. Thao tác điều khiển được xác định bằng phương pháp nối dây. Những mạch điều khiển của phần lớn các hệ thống chuyển mạch kể cả hệ thống chuyển mạch thanh chéo phát triển trước đây đều được thực hiện theo phương pháp này.

Mạch logic lưu trữ là phương pháp thực hiện các phép tính logic theo chỉ thị trên mạch nhớ bằng cách sử dụng một máy tính điện tử đa năng. Thí dụ, CPU của máy tính điện tử chỉ gồm có một mạch cộng và mạch logic cơ sở. Những phép tính và thao tác phức tạp có thể thực hiện bằng cách dùng mạch cơ sở nhiều lần theo thông tin nhớ đã ghi lại trong chương trình. Các loại thao tác này được xác định bởi các mạch dây đặc định (hardware: phần cứng) và các chương trình đưa vào bộ nhớ (phần mềm) quyết định, và các thao tác đó được gọi là những phép logic lưu trữ. Phương pháp điều khiển dùng các mạch logic lưu trữ gọi là điều khiển bằng chương trình lưu trữ (SPC). Mạch nối dây toàn phần dùng cho các thao tác chuyển mạch nhất định như xác định thuê bao chủ gọi, chọn đường, hệ số xung quay số không có ở trong CPU thực hiện điều khiển chung trong phương pháp này. Như trong trường hợp máy tính điện tử tổng hợp, hệ thống chỉ có các mạch cơ bản có chức năng logic và số học. Trình tự thực hiện thao tác chuyển mạch được lưu trong mạch nhớ dưới dạng những lệnh chương trình và sau đó theo các lệnh đó thực hiện thao tác chuyển mạch bằng cách kích hoạt các mạch cơ sở nhiều lần. Phương pháp này đòi hỏi sự biến đổi logic tốc độ cấp và mạch nhớ có dung lượng lớn. Do đó nó được sử dụng rộng rãi với sự xuất hiện của mạch điện tử vận hành đơn giản.

Lợi thế đáng kể nhất của phương pháp điều khiển bằng chương trình lưu trữ là điều khiển rất linh hoạt. Trước đây, các hệ thống truyền thông chủ yếu sử dụng truyền tiếng nói 1:1. Tuy nhiên ngày nay các hệ thống chuyển mạch phải có khả năng xử lý những dịch vụ truyền thông mới như truyền tiếng nói/hình ảnh và các loại trao đổi số liệu và dịch vụ chuyển mạch điện thoại như quay số tắt và điện thoại hội nghị, điều đó đòi hỏi phải có tính linh hoạt, tính có thể mở rộng và tính sẵn sàng. hệ thống tổng đài điện tử (ESS) đã được phát minh để phục vụ những loại

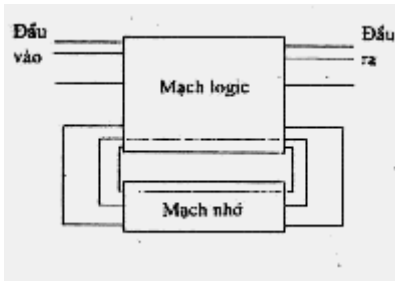
dịch vụ này. ESS hoạt động theo phương pháp điều khiển bằng chương trình lưu trữ này.

A. Nguyên tắc mạch logic lưu trữ

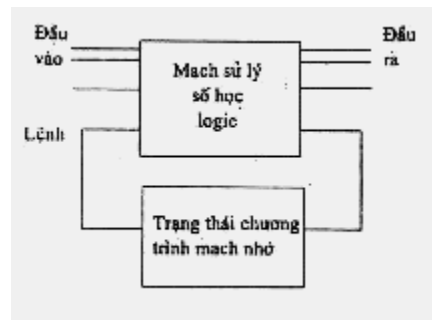
Trước hết, nó khác với các mạch logic nối dây thông thường ở những điểm sau. Hình 2.12 minh họa một mạch tuần tự sử dụng logic nối dây gồm các cổng logic như Và, Hoặc và Không, những mạch logic kết hợp bằng nối dây để đáp ứng các nhu cầu của mạch điểm tiếp xúc và mạch nhớ để lưu trữ các bản tin về thao tác đã qua và sau đó chỉ thị trạng thái thao tác. Hoạt động của mạch logic nối dây được xác định thông qua việc thực hiện nối dây. Quá trình này tương tự như việc vận hành của công nhân lành nghề. Nghĩa là, mạch này xử lý những công việc thường lệ đơn giản liên quan tới trạng thái dòng điện và thông tin đưa vào. Do đó nó có thể thực hiện những công việc đặc biệt nhưng không thực sự linh hoạt. Mạch logic lưu trữ đặc biệt được thể hiện trong hình 2.13. Chương trình lưu trữ trong mạch nhớ là một bộ lệnh thể hiện mức thao tác. Mặt khác nó thể hiện chức năng phù hợp với đơn vị mạch logic kết hợp của mạch logic dây dẫn. Mạch xử lý số học logic diễn giải các mệnh lệnh đã được đọc và chỉ định địa chỉ bộ nhớ của lệnh được đọc tiếp đó. Phần lớn những thông tin trong địa chỉ này được ghi lại khi nhập lệnh. Mạch xử lý số học logic qua đánh giá địa chỉ từng phần và thông tin đầu vào tại thời điểm đó để xác định địa chỉ đầy đủ của mệnh lệnh sẽ được xử lý tiếp theo. Khi hoàn tất một loạt các thao tác bằng cách thực hiện các lệnh một cách tuần tự như đã bàn tới, và sau đó đi tới những lệnh thể hiện kết quả điều khiển đó là đầu ra và sau đó đọc.

B. Phương pháp chuyển mạch điều khiển bằng chương trình lưu trữ

Việc điều khiển bằng chương trình lưu trữ của hệ thống tổng đài điện tử có một bộ nhớ cố định để ghi nhớ các chương trình và một bộ nhớ tạm thời để viết và đọc các dữ liệu một cách tự do. Trong bộ nhớ cố định, các lệnh thao tác chuyển mạch, số điện thoại, số của thiết bị đầu cuối, thông tin chọn đường trong mạng, loại dịch vụ đầu cuối, và các loại thông tin dịch số được lưu trữ cố định. Mặt khác, bộ nhớ tạm thời được dùng để nhớ trạng thái của từng thiết bị đầu cuối và các cuộc gọi được điều khiển, các giai đoạn



Hình 2.12. Mạch logic dây dẫn.



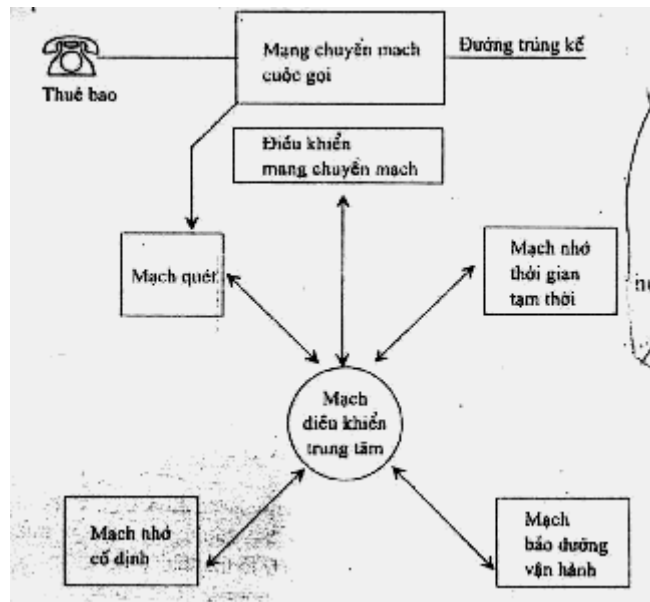
Hình 2.13. Mạch logic lưu trữ.

điều khiển, và kết quả tạm thời của các phép tính số học đang thực hiện. Trong hình 2.14, cấu hình của hệ thống tổng đài điện tử sử dụng điều khiển bằng chương trình lưu trữ được minh họa. Mạng chuyển mạch cuộc gọi thực hiện nối và cắt các cuộc gọi. Bộ quét được sử dụng để xác định trạng thái của từng trạm đầu cuối của mạch gọi, như các mạch đường thuê bao, đường trung kế, và thiết bị nhận xung quay số; nó quét trạng thái bật-tắt theo chu kỳ và sau đó gửi thông tin đầu vào cho mạch điều khiển trung tâm. Mạch điều khiển trung tâm, một mạch điều khiển điện tử gồm một mạch điều khiển và từng thanh ghi, để quản lý và vận hành toàn bộ hệ thống điều khiển.

Nó cũng được dùng cho thiết bị thao tác số học của máy tính điện tử tổng hợp. Nó hoạt động theo chương trình lưu trữ trong mạch nhớ cố định. Bằng cách truyền các trạng thái ghi trong mạch nhớ tạm thời một cách tuần tự theo thông tin đầu vào, nó thực hiện điều khiển cuộc gọi bằng cách sử dụng phương pháp phân chia thời gian. Mạch bộ nhớ cố định là một bộ lưu trữ chương trình sử dụng chủ yếu để nhớ các chương trình và mạch nhớ tạm thời được dùng để nhớ trạng thái xử lý cuộc gọi và do đó gọi là bộ lưu trữ cuộc gọi. Bộ xử lý trung tâm gồm 2 bộ phận đó.

Chức năng điều khiển mạng chuyển mạch được dùng để thực hiện mở/đóng chuyển mạch gọi, điều khiển đường trung kế hoặc các phép kiểm tra có liên quan với các đường gọi. Mạch điều khiển trung tâm, dựa vào kết quả các giai đoạn lệnh đã thực hiện, ghi ra danh sách các lệnh có liên quan tới trình tự thao tác của mạch chuyển mạch gọi trong mạch nhớ tạm thời: Danh sách lệnh đã hoàn tất được gửi đến mạch kích hoạt chuyển mạch để chỉ thị phương pháp thao tác cho mạch chuyển mạch gọi.

Hệ thống tổng đài điện tử, cùng với các mạch cơ bản nói trước đây, nói chung có một bàn vận hành và bảo dưỡng cho các dịch vụ sửa chữa. Hệ thống này cũng thực hiện một chương trình sửa chữa phục hồi những lỗi xảy ra trong hệ thống và tự động chẩn đoán các vị trí lỗi. Kết quả thực hiện



Hình 2.14. Thiết lập hệ thống tổng đài điện tử.

những chức năng này được in ra qua máy in. Nhân viên sửa chữa căn cứ vào các bản báo cáo đó, thay các bảng lỗi để sửa chữa. Ngoài ra bàn bảo dưỡng và sửa chữa được dùng để thay các số quay, đường rơ- le và các chức năng dịch vụ. Người quản trị có thể thực hiện việc này bằng cách thay đổi thông tin diễn giải tương ứng hoặc các chương trình. Nói chung, những điều kiện sau đây phải được đáp ứng cho hoạt động thích hợp của hệ thống tổng đài điện tử sử dụng phương pháp điều khiển bằng chương trình lưu trữ.

- (1) Viết các chương trình hiệu quả
- (2) Dung lượng lớn và mạch nhớ tiết kiệm
- (3) Điều khiển tốc độ cao
- (4) Độ tin cậy cao
- (5) Dịch vụ mới dễ thích ứng
- (6) Mạch được tiêu chuẩn hoá
- (7) Chức năng tự chẩn đoán và sửa chữa

C. Các loại dịch vụ chuyển mạch cuộc gọi

Có 2 loại dịch vụ trong hệ thống chuyển mạch chung: thông tin và dịch vụ chuyển mạch cuộc gọi và truyền và xử lý dữ liệu. Trong phần sau đây sẽ mô tả vắn tắt các dịch vụ thoại trong hệ thống chuyển mạch chung:

- (1) Quay số tắt: Các số của máy thuê bao thường gọi tắt bằng 2 hay 3 số đặc biệt
- (2) Giữ chỗ: Nếu máy thuê bao bị gọi bận, thì cuộc gọi tới thuê bao đó được tự động thực hiện lại khi thuê bao được giải phóng bằng cách quay một số đặc biệt
- (3) Ấn định cuộc gọi tự động: Một cuộc gọi có thể thiết lập giữa bên chủ gọi và bên được gọi vào thời gian định trước.
- (4) Hạn chế gọi: Hạn chế gọi đi (PBX và loại khác)
- (5) Gọi vắng mặt: Bản tin đã ghi được kích hoạt khi thuê bao bị gọi vắng mặt
- (6) Hạn chế gọi đến : Còn gọi là vận hành đối ngẫu. Chỉ những thuê bao đặc biệt mới được phép gọi.
- (7) Chuyển thoại: Một cuộc gọi đến sẽ được chuyển tới một máy điện thoại khác
- (8) Tự động chuyển tới số mới: Dùng khi thay đổi số điện thoại
- (9) Chọn lựa số đại diện: Số đại diện có thể lựa chọn tự do
- (10) Nối số đại diện phụ: Một cuộc gọi được tự động chuyển tới số tiếp theo khi không có trả lời của số đại diện đã quay
- (11) Báo có cuộc gọi đến khi đang bận: Khi nhận được các cuộc gọi khác trong lúc đang bận
- (12) Chờ cuộc gọi: Nhận được cuộc gọi từ bên thứ ba khi đang bận thì có thể đặt tự động cuộc gọi với bên thứ ba
- (13) Gọi cho thao tác viên khi bận : Gọi cho điện báo viên khi bận
- (14) Thoại 3 đường: 3 Thuê bao có thể gọi cùng lúc

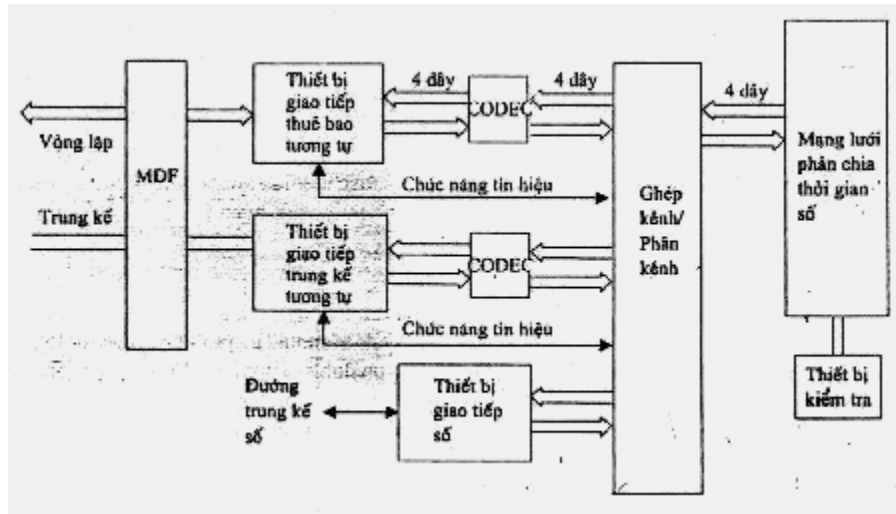
- (15) Gọi hội nghị: 3 hay nhiều hơn máy thuê bao có thể tham gia gọi cùng lúc
- (16) Giữ máy: Thuê bao có thể gọi cho bên thứ ba sau khi giữ máy với người đang nói
- (17) Đặt gọi tắt cả: Tất cả hay một số điện thoại trong tổng đài được gọi cùng lúc để thông báo
- (18) Tính cước tức thì: Có thể tính cước ngay lập tức
- (19) Dịch vụ tính cước chi tiết: Có chi tiết về cước cho các cuộc gọi
- (20) Báo thức: Tín hiệu báo thức vào giờ định trước
- (21) Tìm cuộc gọi ý đồ xấu: Có thể tự động tìm ra số của máy chủ gọi

Một trong số các chức năng nói trên đang được đưa vào hệ thống chuyển mạch dùng thanh chéo. Tuy vậy, hệ thống tổng đài điện tử sử dụng mạch nhớ dung lượng lớn và phương pháp điều khiển bằng chương trình lưu trữ có tính linh hoạt có thể cung cấp dịch vụ đó một cách tiết kiệm và hiệu quả hơn.

2.4 Thiết bị ngoại vi

2.4.1 Tổng quát

Các hệ thống chuyển mạch số hiện nay đang thay thế hệ thống chuyển mạch tương tự là những hệ thống chuyển mạch lớn đang hoạt động. Như vậy các hệ thống chuyển mạch số cần phải được trang bị khả năng giao tiếp với mạng tương tự hiện tồn tại. Các hệ thống chuyển mạch số trên mạng điện thoại công cộng phải làm nhiều hơn là việc đáp ứng các điện thoại số. Nghĩa là, các hệ thống chuyển mạch số phải có khả năng xử lý nhiều loại điện thoại khác nhau kể cả loại tương tự. Do đó các mạch giao tiếp tương tự như mạch thuê bao tương tự hay mạch đường trung kế tương tự (analog) là phần chính của các hệ chuyển mạch số. Một số các thiết bị giao tiếp analog trong hệ thống là một trong những nhân tố quan trọng nhất để xác định những tham số như giá cả, kích thước, mức tiêu thụ điện. Giá của những mạch thuê bao tương tự chiếm khoảng 80% hoặc hơn trong giá thành sản xuất toàn bộ hệ thống. Vì vậy các nhà sản xuất hệ chuyển mạch dùng mạch VLSI thay thế cho mạch giao tiếp analog để giảm giá thành của mạch thuê bao analog



Hình 2.15. Kết cấu của hệ thống chuyển mạch số chung.

Hình 2.15 minh họa cấu hình của hệ thống chuyển mạch số điển hình. Các nguồn thông tin về thuê bao tương tự gồm các điện thoại dân dụng, thương mại và công cộng. Modem dữ liệu có thể dùng làm nguồn thông tin tương tự. Vì modem dùng để gửi thông tin số sử dụng mạch tương tự. Mạch trung kế dùng để giao tiếp với các hệ chuyển mạch khác, với điện thoại viên và mạch dịch vụ cũng nằm trong số này. Thông tin tương tự được nối với hệ chuyển mạch số qua một giá phối tuyến MDF. MDF trang bị với các bộ phận hạn chế vượt thể điện do bị sét hay các nguồn cao thế khác, cung cấp các địa điểm tiện lợi cho việc nối hệ chuyển mạch với các nguồn bên ngoài. Thiết bị bảo vệ sơ cấp này cùng với thiết bị bảo vệ thứ cấp, được dùng để bảo vệ các bộ phận điện tử trong hệ thống chuyển mạch số.

2.4.2 Thiết bị giao tiếp tương tự

Các chức năng cơ bản của mạch thuê bao tương tự có thể tóm tắt bằng từ "BORSCHT" gồm chữ đầu, của từng chức năng, đó là:

- Nguồn ắc qui (B)
- Bảo vệ điện áp cao (O)
- Báo chuông (R)
- Báo hiệu hoặc giám sát (S)
- Bộ lập/giải mã (C)
- Hybrid (chuyển đổi 2 dây/4 dây) H

- Đo thử (T)

A. Bộ nạp ắc qui

Bộ này dùng để cung cấp điện gọi cho từng máy điện thoại thuê bao và đồng thời dùng để truyền các tín hiệu như nhắc máy hoặc xung quay số.

B. Bảo vệ điện áp cao

Các bộ phận điện tử nhạy cảm của hệ thống chuyển mạch cần phải được bảo vệ một cách đầy đủ để chống không để bị vượt quá điện áp do chớp hoặc điện thương mại không ổn định. Như vậy cần phải lắp đặt sẵn các phần tử bảo vệ trong hệ thống chuyển mạch để cho hệ thống này có thể chống lại được tác động và dòng do điện áp quá cao sinh ra. Mặt khác dòng điện này có thể đưa vào cả 2 đầu cuối của hai dây điện thoại hoặc giữa một trong hai dây và đất (GND).

C. Chuyển tín hiệu gọi

Chức năng này dùng để chuyển các tín hiệu gọi để thông báo rằng cuộc nói chuyện của khách hàng sắp bị chấm dứt. Bởi vì tín hiệu cao thể xoay chiều được dùng làm tín hiệu gọi, hệ thống này có khả năng xử lý hiện tượng phóng điện trong quá trình truyền và được trang bị các phương tiện ngăn cản thao tác sai trên mạch. Hệ thống này cũng cần phải được trang bị quạt gió.

D. Xác định tín hiệu

Chức năng này dùng để phát hiện các tín hiệu nhắc máy/đặt máy phát sinh từ thuê bao hoặc các tín hiệu xung quay số. Mạch này phải có độ tin cậy cao.

Mã hóa, giải mã

Chức năng này dùng để mã hoá các tín hiệu tiếng nói tương tự thành các tín hiệu tiếng nói số và ngược lại.

Hybrid

Chức năng chính của hybrid là chức năng chuyển đổi 2 dây thành 4 dây. Như các chức năng phụ, việc chấm dứt, cách điện và các chức năng chuyển đổi từ cân đối sang không cân đối cho các tín hiệu xoay chiều có sẵn.

Đo thử

Các đường dây thuê bao thường bị hỏng do bị ngập nước, chập mạch với đường dây điện hoặc bị đứt dây. Người ta đã nghiên cứu ra một lại thiết bị kiểm tra tự động để phát hiện trước các loại lỗi này bằng cách theo dõi các đường dây thuê bao một cách thường xuyên theo chu kỳ. Thiết bị này được nối vào đường dây trong phương pháp analog kiểm tra và đo thử.

Như vậy, thiết bị giao tiếp analog của hệ thống chuyển mạch số thường có một bus test-in (đo thử đầu vào) và test - out (đo thử đầu ra) cho các loại giao tiếp này. Nói chung, để thực hiện chức năng đo thử vào và đo thử ra người ta dùng một rơ-le.

2.4.3 Thiết bị giao tiếp số

Một trong những ưu điểm quan trọng của hệ thống chuyển mạch số là nó có thể sử dụng các tín hiệu để truyền dẫn số mà không phải thay đổi chúng. Như vậy có nghĩa là các dòng bit PCM (ghép kênh chia thời gian) sử dụng trong hệ thống chuyển mạch cũng giống như các dòng bit sử dụng trong hầu hết các thiết bị truyền dẫn. Kết quả là người ta có thể sử dụng các mạch tương đối đơn giản để giao tiếp giữa các hệ thống chuyển mạch và thiết bị truyền dẫn và để tiết kiệm hơn. Hệ thống phân cấp số là tổ hợp các thiết bị truyền dẫn số chạy với nhiều loại tốc độ bit. Mỗi nước định ra tốc độ bit cho các hệ thống của họ. Trong trường hợp nước Mỹ, thiết bị đường truyền dẫn số được gọi là thiết bị tải T và hệ thống được sử dụng rộng rãi nhất là các thiết bị tải T. T1 truyền dòng bit tốc độ 2 hướng 1,544 Mbps (mega bites per second). Các thiết bị tải T khác đã có là T1C, T2, T3 và T4. Việc sử dụng chúng được xác định theo các kiểu ghép kênh. Vì 1.544 Mbps là tốc độ bit cơ sở, nên hầu hết các hệ thống chuyển mạch số có các mạch giao tiếp với tốc độ bit này. Các nước ở Châu Âu sử dụng 2.048 Mbps là tốc độ bit cơ sở. Hai điều kiện dưới đây phải được đáp ứng để giao tiếp một cách có hiệu quả giữa hệ thống chuyển mạch số và thiết bị truyền dẫn số.

1) *Yêu cầu về điện*: liên quan đến điện áp, xung điện, dạng sóng, trở kháng và tốc độ bit. được ứng dụng cho tất cả các hệ thống chuyển mạch và các thiết bị truyền dẫn.

2) *Yêu cầu về loại bit*: Xác định rõ các bit này là tiếng nói các dữ liệu, sự định dạng khung, sự định dạng tín hiệu hay là các số liệu bảo dưỡng và sửa chữa. Ngoại trừ vài trường hợp ít ỏi, các bit này không liên quan trực tiếp đến các thiết bị truyền dẫn và chúng chỉ được ứng dụng cho các hệ thống chuyển mạch.

Hai điều kiện trên đây xác định 1 cách đầy đủ các tín hiệu được truyền qua các thiết bị truyền dẫn. DS1 (tín hiệu số 1) là tín hiệu được sử dụng rộng rãi nhất. Tín hiệu này định rõ yêu cầu về điện cho các tín hiệu được truyền thông qua việc sử dụng thiết bị truyền dẫn T1 và giá trị của từng bit có dòng bit. Vì vậy, các loại kênh như D1, D2, D3 và D4 mà đã đáp ứng được các đặc điểm kỹ thuật của DS1 (tín hiệu số 1) có khả năng hoạt động cùng với thiết bị truyền dẫn. Ngoài ra, các yêu cầu cho các thiết bị giao tiếp số có liên quan đến giá trị bit của dòng bit như sau.

- Dòng bit này được xác định cho mật độ 1, được sử dụng để lấy thông tin đồng bộ từ thiết bị tải T. Một dòng bit phải có ít nhất là 1, trong số 12,5% hay hơn Os sẽ không được phát ra liên tục.
- Ở các nước sử dụng luật m, dòng bit được tạo thành từ các khung bao gồm 193 bit trong 1 khung (frame). Một khung bao gồm 1 bit khung và 24 kênh, và mỗi kênh có 8 bit. Các bit khung được sử dụng để gửi thông tin tín hiệu và để xác định vị trí của mỗi mẫu tin.
- Thông tin tín hiệu (nhắc máy, đặt máy) của mỗi kênh được đưa vào trong LSB (bit ít quan trọng nhất) của mỗi kênh của mỗi khung thứ 6. Bit này được gọi là bit dịch chuyển.

Ngoài các yêu cầu về tín hiệu số 1 kể trên (DS1), hệ thống chuyển mạch số còn thực hiện các chức năng sau:

- Các mã kênh đã được chọn phù hợp phải được gửi đến tất cả các đường trung kế còn rỗi. Các mã này phải đáp ứng tỷ trọng 1 và chúng phải được giải mã thành hầu như là điện 1 chiều 0 volt. Thông thường, chúng được truyền thông qua việc lặp 01111111.

- Thông thường, "0" được thêm vào để kết thúc không gửi đi các từ mà các bit của nó là 0. Điều đó có nghĩa là nếu mã số 00000000 được đưa ra hiển thị, nó sẽ được thay thế bằng 00000010. Quá trình này được thực hiện trong khung cùng với bit dịch chuyển. Do đó nếu việc thêm "0" và sự dịch chuyển xảy ra cùng 1 lúc mà kênh chỉ được sử dụng cho việc truyền dữ liệu, thì chỉ có 6 bit trong mỗi kênh được dùng và tốc độ bit lúc bấy giờ sẽ là 48 Kbps. Để giải quyết vấn đề này, người ta đang mong đợi 1 qui luật DS1 mới cấm bit dịch chuyển và việc thêm "0", sẽ được đưa ra trong tương lai gần.
- Thậm chí nếu các dòng bit đưa vào được đồng bộ hoá, pha có thể được thay đổi. Do đó, mỗi dòng bit phải có khả năng chậm lại để mỗi liên hệ pha thích hợp được thành lập trước khi thực hiện việc chuyển mạch.
- Việc giao tiếp DS1 phải có khả năng bảo đảm được việc bảo dưỡng sửa chữa và các chức năng báo cáo về cảnh báo.

Ngoài các chức năng trên, thiết bị giao tiếp số phải được trang bị các chức năng báo lỗi 2 cực, phát ra số lần định khung lại và trượt quá độ. Đây thường là những lần được nói đến như "GAZPACHO", 1 từ dựa theo các ký tự đầu tiên của mỗi chức năng. Đó là

- Việc phát ra mã khung
- Việc xấp hàng khung
- Nén dây 0 (Zero)
- Đổi cực
- Xử lý cảnh báo
- Khôi phục lại đồng hồ
- Tìm trong khi định lại khung
- Báo hiệu giữa các tổng đài

2.5 Mạng lưới truyền thông công cộng

2.5.1 Mạng lưới truyền thông và điều kiện kết cấu

Mạng lưới truyền thông có thể được định nghĩa đại khái là một hệ thống chuyển thông tin. Các mạng lưới truyền thông điện hiện nay đang được sử dụng để xử lý

các loại thông tin khác nhau bao gồm mạng lưới điện thoại, mạng lưới điện tín, và mạng lưới truyền số liệu. Ngoài ra, ISDN là một mạng lưới có khả năng xử lý tích hợp các loại thông tin trên. Về khía cạnh loại cuộc gọi và các dịch vụ, các mạng lưới truyền thông có thể được phân chia thành mạng truyền thông công cộng, mạng truyền thông chuyên dụng và mạng truyền thông di động. Dựa vào phạm vi các dịch vụ truyền thông được đưa vào hoạt động, các mạng truyền thông có thể được phân loại tiếp thành mạng truyền thông nội bộ, mạng truyền thông nội hạt, mạng truyền thông liên tỉnh, mạng truyền thông quốc tế. Nếu chúng ta phân loại chúng về xử lý chuyển mạch, ta có thể có mạng truyền thông tức thời và mạng truyền thông nhanh (dash). Như đã nói trên, các mạng truyền thông có thể được phân ra nhiều hơn nữa tùy theo nhu cầu và đòi hỏi của người sử dụng. Về căn bản, mạng truyền thông bao gồm một hệ thống chuyển mạch để định rõ đường nối cuộc gọi theo yêu cầu của thuê bao và một hệ thống truyền dẫn để truyền thông tin gọi đến người nhận. Về căn bản, nó phải đáp ứng những điều kiện sau đây.

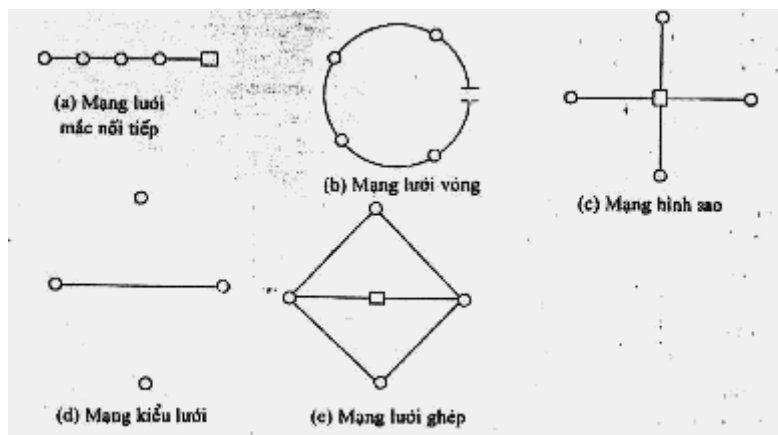
1. Có khả năng kết nối các cuộc gọi được gọi đi từ tất cả các thuê bao chủ gọi có đăng ký trong hệ thống đến thuê bao bị gọi vào bất cứ lúc nào hoặc vào thời gian đã định trước.
2. Có khả năng đáp ứng các yêu cầu và những đặc tính của truyền dẫn.
3. Số của thuê bao bị gọi phải được tiêu chuẩn hoá.
4. Có khả năng thực hiện việc truyền tin một cách cẩn thận và độ tin cậy cao.
5. Cần có một hệ thống ghi hoá đơn hợp lý.
6. Hoạt động của nó cần phải vừa tiết kiệm vừa linh hoạt.

Để thực hiện được những điều trên, mạng tổng đài phải được thiết kế, sau đó đưa vào hoạt động một cách đúng đắn bằng cách xem xét chất lượng cuộc gọi, khả năng xử lý cuộc gọi, chi phí lắp đặt và chi phí vận hành, mối liên hệ giữa hệ thống truyền dẫn và hệ thống chuyển mạch. Các mục được nêu ra trên đây có thể được tổng hợp thành sự kết nối cuộc gọi và tiêu chuẩn truyền dẫn, kế hoạch đánh số, độ tin cậy và hệ thống ghi hoá đơn.

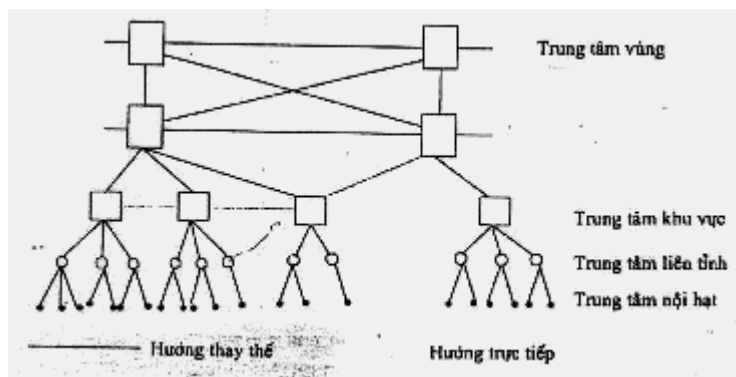
2.5.2 Mạng chuyển mạch và điện thoại

Vì các thuê bao đã đăng ký trong hệ thống ở rải rác, nên về căn bản mà nói thì hệ thống này phải có khả năng xử lý tất cả cuộc gọi của họ một cách tiết kiệm, tin cậy

và nhanh chóng. Để đạt được mục đích này, các đặc tính và những yêu cầu đòi hỏi của thuê bao phải được xem xét để đảm bảo các dịch vụ thoại chất lượng cao. Một mạng nội hạt với một hoặc hai hệ thống chuyển mạch có thể được thiết lập nếu cần thiết. Đối với các thuê bao sống trong một vùng riêng biệt có thể chỉ cần một hệ thống tổng đài. Nhưng nếu số thuê bao trong một vùng riêng biệt vượt quá một giới hạn nào đó, có thể lắp đặt nhiều tổng đài. Nói chung, các mạng lưới đường dây có thể được lập ra như minh họa trong hình 2.16. Mạng lưới mắc nối tiếp trong hình (a) được lập ra bằng cách nối tất cả các mạng lưới dây của tất cả các vùng theo kiểu nối tiếp. Trái lại, mạng lưới vòng trong hình (b) được thiết lập theo kiểu tròn. Như được mô tả trong hình (c), mạng hình sao được tập trung vào 1 điểm chuyển mạch. Trong hình (d) trường hợp mạng được mắc theo kiểu lưới các đường nối các phía với nhau được thực hiện. Cũng vậy, nếu được yêu cầu, mạng lưới ghép có thể được lắp đặt như hình (e).



Hình 2.16. Các kiểu mạng lưới đường dây



Hình 2.17. Thiết lập mạng tổng đài

Bất cứ mạng lưới nào được đề cập trước đây có thể được lắp đặt để đáp ứng những nhu cầu và yêu cầu của thuê bao. Trong trường hợp có một vùng rộng lớn cần nhiều hệ thống chuyển mạch, thông thường thì mạng mắc theo hình lưới được thiết lập. Đối với những vùng nông thôn hoặc những vùng xa xôi như nông trại hoặc các làng chài có mật độ gọi thấp, người ta sử dụng mạng hình sao. Các phương pháp nối mạng có thể dùng cho các mạng lưới đường dây có phần nào phức tạp hơn. Thông thường việc nối mạng được thực hiện theo 4 mức như được minh họa trong hình 2.17; trung tâm nội hạt, trung tâm liên tỉnh, trung tâm khu vực, trung tâm vùng. Trong mạng lưới phân cấp có các mức như trên, việc tạo hướng thay thế bao gồm các hướng có mức sử dụng cao và các hướng thay thế được sử dụng. Nếu 1 cuộc gọi được phát sinh, hướng có mức sử dụng cao sẽ được tìm đầu tiên. Cuộc gọi này được nối với bên bị gọi thông qua hướng thay thế của tổng đài ở mức cao kế tiếp.

2.5.3 Mạng dữ liệu chuyển mạch tuyến

Để đáp ứng một cách thích đáng nhu cầu ngày càng tăng của việc truyền số liệu và các dịch vụ thoại mới, các dịch vụ chuyển mạch số liệu được phát triển và được thực hiện bằng cách sử dụng mạng dữ liệu chuyển mạch tuyến và mạng dữ liệu chuyển mạch gói.

A. Mạng dữ liệu chuyển mạch tuyến :

Mạng dữ liệu chuyển mạch là một phương pháp nối các đường dây thông tin từ các bên gọi đến các bên nhận và sau đó thực hiện việc trao đổi thông tin giữa các bên với nhau. Mạng lưới điện thoại là một ví dụ điển hình. Mạng lưới điện thoại được lập ra để thực hiện việc trao đổi thông tin tiếng nói, còn mạng dữ liệu chuyển mạch tuyến được lắp đặt để trao đổi dữ liệu. Nó biểu thị các điều kiện giao tiếp của mạng và cung cấp các thiết bị đầu cuối cần thiết cho các dịch vụ truyền mã số như các thông tin dữ liệu, fax bằng số; dịch vụ telex. Với mạng lưới này, các dữ liệu có thể được truyền đi nhanh hơn, tin cậy hơn và tiết kiệm hơn là sử dụng mạng lưới điện thoại hiện có hay mạng lưới thuê bao cho các dịch vụ điện thoại số. Thời gian đòi hỏi để kết nối cũng ngắn hơn nhiều. Mạng dữ liệu chuyển mạch gói (ở đây đang nói đến là "mạng chuyển mạch gói") thiết lập đường trao đổi thông tin như trong trường hợp mạng lưới điện thoại thông thường, và sau đó trao đổi thông tin. Một khi cuộc

gọi được thiết lập, một đường mạch độc lập giữa 2 người sử dụng được lập ra sao cho sử dụng mạch này như một đường dây chuyên dụng cho đến khi chấm dứt cuộc gọi. Bởi vì hệ thống chuyển mạch không liên quan trực tiếp với thông tin đang truyền qua đường dẫn, nó không gây bất cứ hạn chế nào về các kiểu thông tin, các mã thông tin và trật tự điều khiển truyền dẫn. Ngoài ra, không có sự chậm trễ trong truyền dẫn do thời gian xử lý trong hệ thống chuyển mạch. Nghĩa là, có thể nói rằng mạng chuyển mạch gói có một độ thông suốt cao trong mạng lưới. Mạng lưới điện thoại công cộng (PSTN) được dùng cho việc trao đổi thông tin tiếng nói và nó được trang bị các hệ thống chuyển mạch và truyền dẫn cần thiết. Trong bảng 2.2 có ghi các hệ thống chuyển mạch đang dùng hiện nay và đặc tính của chúng.

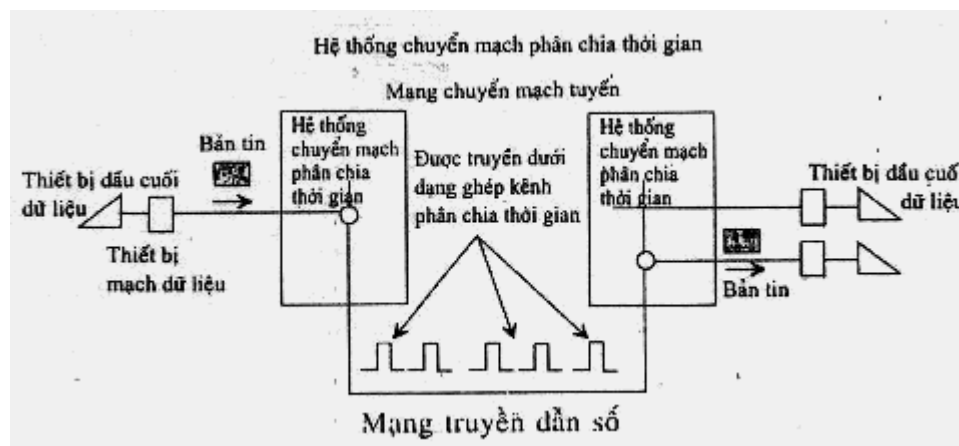
	Phương pháp chuyển mạch	Phương pháp chuyển mạch gói	Phương pháp chuyển bản tin
Phân bố mạch trao đổi thông tin	Cho mỗi cuộc gọi	Cho mỗi packet	Cho mỗi bản tin
Phương pháp phân phối mạch trao đổi thông tin	Ngay tức thì	Chuyển ngay tức thì theo luồng	Ngay tức thì
Thời gian trì hoãn	Không đáng kể (cuộc đàm thoại có thể thực hiện được)	Một chút (cuộc đàm thoại vẫn có thể được)	Nhiều
Loại thông tin trao đổi	Không hạn chế	Dạng gói	Có thể định dạng bản tin
Tính thông suốt của thời gian *	Có	Không	Không
Điều khiển lỗi trong mạng	Không	Có	Có (đối với một ít số khác không có)
Phạm vi các dịch vụ phụ được đưa vào hoạt động	ít	Trung bình	Nhiều

Bảng 2.2. Các đặc tính và phân loại hệ thống chuyển mạch

* Đây là một đặc tính để duy trì quãng thời gian giữa các tín hiệu và việc chuyển chúng. Đặc tính này phải được đáp ứng trong việc truyền tín hiệu dạng sóng như tiếng nói.

Mạng chuyển mạch gói bao gồm các thiết bị đầu cuối, thiết bị mạch dữ liệu, các chuyển mạch địa phương, bộ tập trung địa phương và máy phát lại. Các nguyên tắc hoạt động của mạng lưới này được minh hoạ trong hình 2.18. Các tín hiệu số từ thuê bao đầu cuối được mẫu hoá tùy theo tốc độ của đồng hồ nhận được từ DCE và sau đó gửi đến đường dây thuê bao. Bộ tập trung địa phương ghép các tín hiệu này cùng với các tín hiệu được gửi đến từ các mạch thuê bao khác và sau đó truyền chúng đến hệ thống chuyển mạch. Hệ thống chuyển mạch thực hiện việc chuyển mạch những tín hiệu này và sau đó truyền chúng đến thuê bao muốn gọi theo trình tự ngược lại. Các đường dây thông tin sử dụng trong mạng chuyển mạch gói là loại 4 dây, có thể thực hiện phương pháp trao đổi thông tin đối ngẫu toàn bộ, tuy nhiên thuê bao đầu cuối kia cũng có khả năng thực hiện phương pháp thông tin nửa đối ngẫu.

Các dịch vụ được đưa vào hoạt động trong mạng chuyển mạch gói bao gồm các đường dây thuê bao thông thường cho các cuộc gọi đi và đến, dịch vụ chuyên dụng gọi và nhận, dịch vụ kết nối, dịch vụ gọi trực tiếp để bắt đầu các cuộc gọi mà không cần quay số, dịch vụ nhận dạng trạm đầu cuối và dịch vụ gọi tắt.



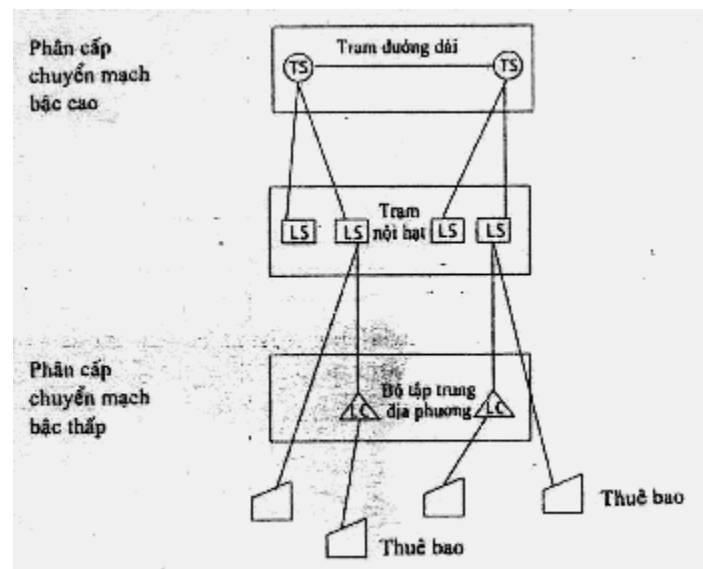
Hình 2.18. Nguyên tắc hoạt động của mạng chuyển mạch tuyến.

B. Thiết lập mạng lưới

1) Khái niệm về thiết lập mạng lưới

Mạng dữ liệu chuyển mạch tuyến như trong hình 2.19 bao gồm phân cấp chuyển ở mức thấp, phần từ một trạm đầu cuối đến LS (chuyển mạch địa phương) được sử dụng để thu nhập và ghép kênh các dữ liệu để chuyển mạch và một phân cấp ở mức cao để thực hiện chức năng chuyển mạch. Thông thường ở phân cấp mức thấp của mạng lưới điện thoại, các bộ phận tập trung địa phương chỉ được lắp đặt trong các trạm chuyển mạch có trang bị các hệ thống đài. Trái lại, ở trong mạng chuyển mạch gói các bộ tập trung địa phương mà được đặt rải rác, ở các xa hệ thống chuyển mạch, tập trung lưu lượng gọi về một nơi mà hệ thống tổng đài được lắp đặt.

Tín hiệu số đã được tập trung và được ghép kênh như nói ở trên được chuyển mạch tại hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian và sau đó chuyển tới thuê bao đầu cuối bị gọi.



Hình 2.19. Phân cấp mạng chuyển mạch

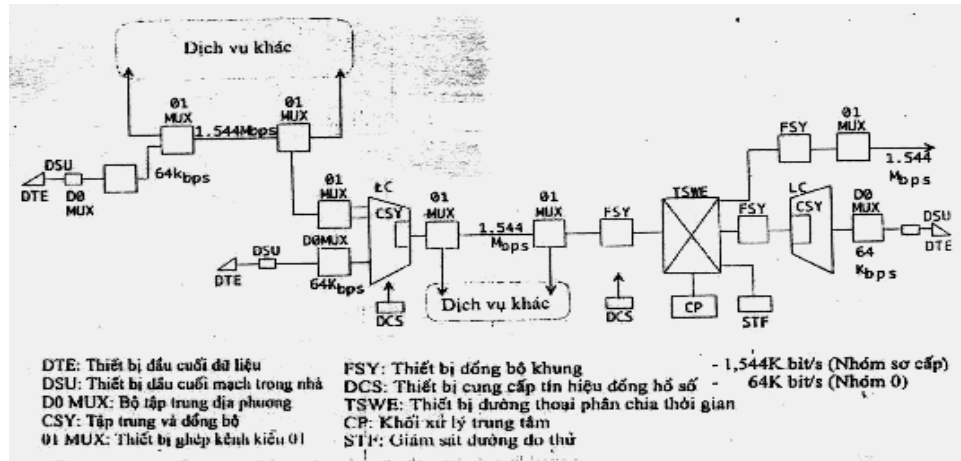
Trong phân cấp bộ tập trung địa phương, những tín hiệu cần thiết cho hệ thống chuyển mạch được chuyển đổi thành các dữ liệu dồn kênh / tách kênh từ trạm đầu cuối. Các thuê bao được nối với các bộ tập trung địa phương hoặc trực tiếp với các trạm địa phương LS. Trên tuyến truyền dẫn giữa người thuê bao và hệ thống chuyển mạch, có những mạch thuê bao, bộ phận phục hồi giữa các tổng đài và

mạch đặc nhiệm. Ngoài ra bộ phận phản hồi không bao gồm trong mạch thuê bao của mạng điện thoại trong khi đối với trường hợp mạng tuyến, bộ phận phản hồi bao gồm trong bộ phận mạch thuê bao.

2. Các thiết bị mạng

1) Phương pháp Rơ- le

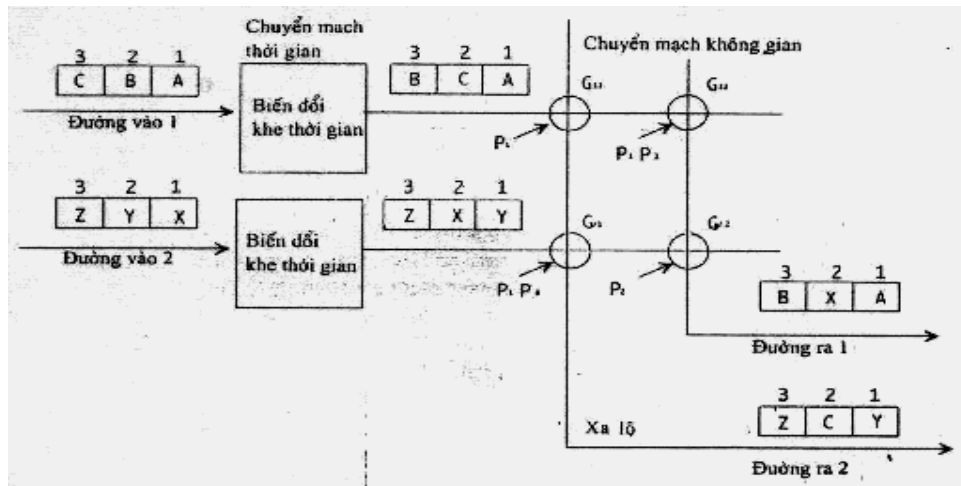
Phương pháp rơ - le trong phương pháp chuyển mạch tuyến được minh hoạ trong hình 2.20. Thiết bị dùng trong mạng chuyển mạch gồm những thiết bị điều khiển thuê bao, thiết bị truyền dữ liệu tốc độ cao, các bộ tập trung địa phương và một hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian. Các thiết bị điều khiển thuê bao là các thiết bị đặt ở khu vực từ trạm đầu cuối đến bộ tập trung địa phương. Các thiết bị này bao gồm những khối dịch vụ dữ liệu, bộ dồn kênh 0, dồn kênh 1 và một khối điều khiển mạng (NCU). Bộ dồn kênh 0 chuyển các tốc độ dịch vụ khác nhau của người sử dụng sang 64 Kbps và Bộ dồn kênh 1 lại chuyển các tín hiệu của nhóm 0 từ 64 Kbps sang 1,544 Mbps trước khi truyền chúng đi. Thiết bị truyền dữ liệu tốc độ cao là một đường 1,544 Mbps để nối từ bộ tập trung địa phương đến hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian. Nó bao gồm một thiết bị đồng bộ khung, thiết bị đồng bộ dòng tập trung, thiết bị cung cấp tín hiệu đồng hồ số, và bộ dồn kênh 1. Giữa thiết bị đồng bộ dòng tập trung của bộ tập trung địa phương và thiết bị đồng bộ khung của hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian, thông tin và đồng bộ cần thiết cho việc nhận dạng kênh được trao đổi trong khi báo hiệu về truyền dẫn dữ liệu cao tốc. Bộ dồn kênh 1, trong trường hợp là bộ phận của thuê bao, ghép tốc độ nhóm 0 từ 64 Kbps thành nhóm sơ cấp 1,544 Mbps hoặc ngược lại. Đồng hồ đồng bộ cần để kích hoạt thiết bị này nhận được từ thiết bị cung cấp tín hiệu đồng hồ số. Bộ tập trung địa phương thu nhập những tín hiệu dữ liệu được ghép thành nhóm 0 với 64 Kbps từ những trạm đầu cuối khác nhau và ghép chúng thành nhóm sơ cấp 1,544 Mbps. Ngoài ra, nó cũng phát hiện nguồn chủ gọi và ngắt mạch theo yêu cầu của từng trạm đầu cuối.



Hình 2.20. Phương pháp rơ-le của mạng chuyển mạch tuyến

2) Hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian

Hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian, như đã bàn tới trước đây, bao gồm một thiết bị đường thoại phân chia thời gian, thiết bị xử lý trung tâm và thiết bị vào ra. Thiết bị xử lý trung tâm là một thiết bị điều khiển, một trong những thiết bị quan trọng nhất của hệ thống chuyển mạch. Thiết bị vào/ra chuyển và nhận thông tin để xử lý chuyển mạch giữa các thiết bị xử lý trung tâm và kết quả của nó đến và đi từ bảo dưỡng và sửa chữa. Nó gồm một thiết bị đĩa từ, thiết bị băng từ, thiết bị hiển thị và máy in dòng. Thiết bị gọi phân chia thời gian là một thiết bị trong đó chuyển mạch phân chia thời gian được thực hiện, thiết lập một đường gọi bằng cách biến đổi các khe thời gian trên đường truyền ghép kênh phân chia thời gian của nhóm sơ cấp, dưới sự điều khiển của CPU.



Hình 2.21. Nguyên tắc hệ thống chuyển mạch số phân chia thời gian

Trong hình 2.21 minh họa hệ thống chuyển mạch số phân chia thời gian gồm các chuyển mạch thời gian và không gian. Như hình vẽ, có 2 đường vào và mỗi đường được ghép với 3 kênh, và 2 đường ra mỗi đường được ghép với 3 kênh. Đường vào/ra đã được ghép kênh được gọi là xa lộ (Đường truyền tốc độ cao - highway). Chuyển mạch thời gian thực hiện chức năng thay đổi trật tự thời gian của các khe thời gian trên highway, còn chuyển mạch không gian bố trí các cổng theo cách đặc biệt và thay đổi các kênh highway với nhau để kết nối. Khi định kết nối cuộc gọi X vào kênh thứ nhất của đường ra 1 với đường ra 1, thứ tự kênh của X phải thay đổi vì kênh thứ nhất của đường ra 1 đã bị A chiếm. Như vậy việc biến đổi khe thời gian được thực hiện ở chuyển mạch thời gian và do đó X của kênh thứ nhất bị chuyển sang kênh thứ 2. Sau đó, cuộc gọi X được nối vào kênh thứ 2 của đường ra 1 khi cổng phân chia thời gian G22 được mở/đóng trong pha thứ 2 của xung P2. Việc kết nối được thực hiện trên cơ sở các thủ tục trên. Trong hệ thống chuyển mạch phân chia thời gian, những tín hiệu đã được ghép kênh được chuyển mạch và được đưa đến những tuyến dẫn kênh theo hướng mong muốn mà không phải qua quá trình mã hoá và giải mã.

2.5.4 Mạng dữ liệu chuyển mạch gói

A. Lịch sử phát triển

Công nghệ chuyển mạch gói do lực lượng không quân Mỹ sáng tạo dựa theo đề nghị của Paul Baran năm 1961 để đáp ứng nhu cầu lập một hệ thống truyền thông có độ tin cậy cao. Không quân Mỹ đã khởi đầu việc nghiên cứu công nghệ này nhằm có được hệ thống truyền tin cậy có thể chống lại sự tấn công bất ngờ của kẻ địch. Kết quả của cuộc nghiên cứu như sau:

- (1) Mạng truyền tin phân tán
- (2) Dữ liệu lưu trữ trong các khối (gói)
- (3) Cần phải có chuyển mạch lưu trữ

Căn cứ vào những kết quả nghiên cứu này, Bộ Quốc phòng Mỹ đã ký một hợp đồng phát triển với công ty BBN (Bolt Beranek and Newman) và trong năm 1969, công ty này đã sáng chế thành công mạng ARPA (Các công trình nghiên cứu tiên

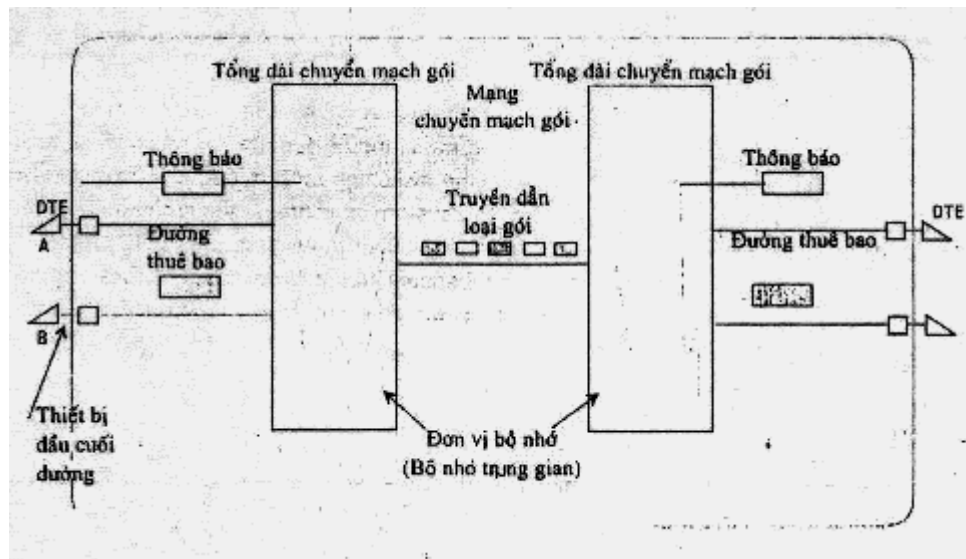
tiền). Để truyền tin, mạng ARPA gắn với hệ thống chuyển mạch IMP (bộ xử lý thông báo giao tiếp) và nối với các trung tâm máy tính lớn của Đại học Illinois, U.S.C., và các nơi khác qua một mạng 50 Kbps nối giữa các hệ thống chuyển mạch. Trên cơ sở thành công của mạng PRPA và công nghệ chuyển mạch gói, nhiều nước đã khởi xướng nghiên cứu về mạng dữ liệu chuyển mạch gói và dựa trên kiến nghị chuẩn X.25 cần cho việc tiêu chuẩn hoá việc giao tiếp giữa mạng chuyển mạch gói công cộng và trạm đầu cuối của ITU - T, phát triển thành công và đưa vào sử dụng các dịch vụ khoảng năm 1975. Những ví dụ điển hình là TYMENET của Hoa Kỳ, GTE TELENET dịch vụ thương mại của mạng ARPA, DATAPAC của Canada, TRANSPAC của Pháp, PSS của Anh, DATEX-P của Đức, DDX-P của Nhật, và DACOMNET của Hàn Quốc.

2) Những nguyên tắc:

Mạng dữ liệu chuyển mạch gói chỉ sử dụng những ưu điểm của chuyển mạch tuyến và mạng dữ liệu chuyển thông báo; dữ liệu truyền dẫn được chia thành các đơn vị truyền dẫn có kích thước nhất định gọi là gói (128 bytes hoặc 256 bytes) trước khi đưa vào mạng chuyển mạch gói (từ đây gọi là "mạng gói"). Mạng gói chuyển mạch các đơn vị gói và rồi chuyển tới trạm đầu cuối nhận gói. Những nguyên tắc này được minh hoạ trong hình 2.22. Dữ liệu do người sử dụng gửi đi được chia thành những đơn vị gói và sau đó chuyển theo trình tự và mạng gói.

Do đó, thông tin ngắn được đưa vào một gói, trong khi thông tin dài chỉ được gửi đi sau khi bị chia thành nhiều gói. Trong mỗi gói có địa chỉ của trạm đầu cuối gọi là ID của trạm. Các gói chuyển đi từ trạm chủ gọi được tạm thời giữ trong hệ thống chuyển mạch gói. Hệ thống chuyển mạch gói, dựa theo địa chỉ của trạm đầu cuối ghi trong gói nhận, lựa chọn con đường tốt nhất tới địa chỉ đã cho và rồi chuyển nó vào hệ thống chuyển mạch tiếp theo. Hệ thống chuyển mạch ở địa chỉ đến nhận lấy và phân phối cho các trạm đầu cuối tương ứng và như vậy truyền toàn bộ thông tin của một gói. Các thủ tục (Protocol) truyền tin như lập đường truyền dẫn, xoá bỏ những lỗi trong truyền dẫn và gói lại những thông báo truyền dẫn được thực hiện khi trao đổi dữ liệu giữa trạm đầu cuối và hệ thống chuyển mạch và giữa các hệ thống chuyển mạch với nhau. Các trạm đầu cuối để trao đổi gói lại được phân loại thành trạm đầu cuối chế độ gói và trạm đầu cuối chế độ không gói tùy theo chế độ trao đổi thông tin, nghĩa là có dùng các thủ tục hay không. Khác với các mạng

truyền dẫn thông suốt như điện thoại hiện nay hay các mạng chuyển mạch, chế độ chuyển mạch gói trì hoãn việc truyền dẫn vì nó thực hiện truyền dẫn lưu trữ trong mạch và hoạt động dựa theo các thủ tục truyền tin. Tuy nhiên, do những lý do trên, những trạm đầu cuối chạy theo những tốc độ khác nhau và các mã sử dụng có thể trao đổi với nhau để có thể cung cấp nhiều dịch vụ hơn, có khả năng mở rộng và chất lượng truyền tin cao. Ngoài ra, nó khác với các mạng điện thoại hiện có là hệ thống ghi hoá đơn của nó có thể tính cước các cuộc gọi theo tỷ lệ khối lượng thông tin được truyền dẫn.



Hình 2.22. Nguyên tắc chuyển mạch gói

3) Đặc điểm

Đây là một mạng truyền tin rất tin cậy có thể chọn đường bình thường khác bằng đơn vị gói để có thể gọi thay thế ngay cả khi hệ thống chuyển mạch và mạch của mạng gói có lỗi vì đã có địa chỉ của đối tác trong gói được truyền đi.

(1) Độ tin cậy cao

Đây là một mạng truyền tin rất tin cậy có thể chọn đường bình thường khác bằng đơn vị gói, có thể gọi thay thế ngay cả khi hệ thống chuyển mạch và mạch của mạng gói có lỗi vì đã có địa chỉ của đối tác trong gói được truyền đi.

(2) Chất lượng cao

Vì chuyển mạch gói hoạt động theo chế độ truyền dẫn số biểu hiện bằng 0 và 1, chất lượng truyền dẫn của nó là tuyệt hảo. Nó cũng có thể thực hiện truyền dẫn chất lượng cao bằng cách kiểm tra xem có lỗi không trong khi truyền dẫn gói giữa các hệ thống chuyển mạch và giữa thuê bao với mạng.

(3) Kinh tế

Hệ thống chuyển mạch gói dùng các đường truyền tin tốc độ cao để nối với các hệ thống chuyển mạch nằm trong mạng nhằm ghép kênh các gói của các thuê bao khác nhau để tăng tính kinh tế và hiệu quả truyền dẫn của các đường truyền dẫn.

(4) Tiến trình chuyển mạch

Do hệ thống chuyển mạch gói, để chuyển mạch, phải sử dụng chế độ chuyển mạch lưu trữ để đưa dữ liệu vào bộ nhớ trong hệ thống chuyển mạch bằng đơn vị gói, những tiến trình này có thể thực hiện dễ dàng trong hệ thống chuyển mạch và có thể phát triển một phạm vi dịch vụ rộng lớn. Ngoài ra, hệ thống này có thể thay đổi tốc độ truyền tin của từng thuê bao, chuyển đổi mã thuê bao và thủ tục truyền và nhận theo trình tự điều khiển truyền dẫn thuê bao. Nghĩa là, hệ thống này cho phép thuê bao đăng ký ở những dạng hệ thống chuyển mạch khác nhau hoạt động với các tốc độ và chế độ thủ tục khác nhau để liên lạc với nhau.

(5) Các dịch vụ bổ sung

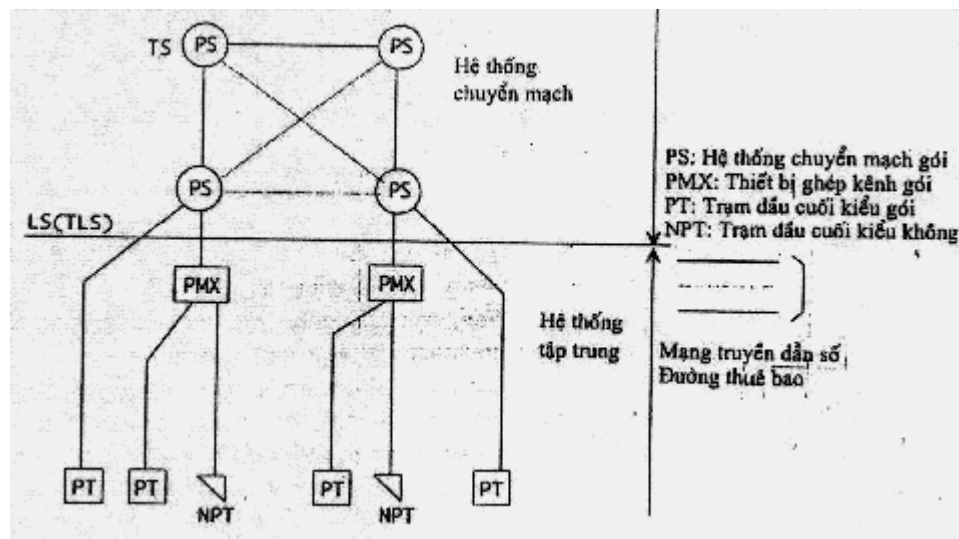
Hệ thống chuyển mạch gói có thể cung cấp những dịch vụ bổ sung như trao đổi thông báo, thư điện tử và dịch vụ khép kín khi các gói được lưu trữ trong hệ thống chuyển mạch. Hơn nữa, một dịch vụ lựa chọn nhanh chóng đưa dữ liệu vào các gói yêu cầu cuộc thoại của thuê bao chủ gọi, quay số tắt và các dịch vụ thay thế tiếp viên có thể được thực hiện.

B. Thiết lập mạng

1) Khái niệm về thiết lập mạng

Mạng chuyển mạch gói như chỉ rõ trong hình 2.23, gồm một hệ thống chuyển mạch cấp cao để nối những hệ thống chuyển mạch và một hệ thống tập trung cấp cao từ

các trạm đầu cuối tới các hệ thống chuyển mạch. Hệ thống tập trung cấp thấp gồm có một PMX và các trạm đầu cuối. Thiết bị ghép kênh gói phục vụ các trạm đầu cuối loại chung và loại gói. Đó là một thiết bị dùng để tập hợp dữ liệu từ các trạm đầu cuối loại chung ở dạng gói, lưu trữ tạm thời dữ liệu từ các trạm đầu cuối loại gói trong thiết bị và sau đó ghép kênh/tách kênh những gói đó trước khi gửi chúng đi các hệ thống chuyển mạch. Những thiết bị ghép kênh gói này được thiết lập dưới dạng hình sao trong hệ thống chuyển mạch gói như sau:



Hình 2.23. Phân cấp mạng chuyển mạch gói

2) Các phương tiện dùng cho mạng chuyển mạch gói

(1) Chế độ rơ-le

Chế độ rơ-le của hệ thống chuyển mạch gói được chỉ rõ trong hình 2.24. Trạm chuyển mạch gói gồm những hệ thống chuyển mạch gói, thiết bị ghép kênh gói và những thiết bị đo thử để điều khiển.

Thiết bị ghép kênh gói dùng để lưu trữ tạm thời thông báo nhận được từ những trạm đầu cuối loại chung vận hành theo chế độ đồng bộ và rồi biến đổi sang dạng gói. Những gói này được ghép kênh trước khi truyền cho những hệ thống chuyển mạch gói. Các thiết bị đầu cuối có thể được dùng trong hệ thống chuyển mạch gói được tiếp tục phân loại thành các thiết bị đầu cuối loại gói và những thiết bị đầu cuối loại chung. Thiết bị đầu cuối loại gói là những thiết bị hoạt động trên cơ sở

chuẩn X.25 theo khuyến nghị của ITU-T. Các thiết bị đầu cuối khác có thể phân loại theo tốc độ vận hành và phương pháp đồng bộ được gọi là các thiết bị đầu cuối loại chung. Chúng được phân loại giống như mạng chuyển mạch tuyến. Đường truyền dẫn giữa thiết bị ghép kênh gói và hệ thống chuyển mạch cũng giống như đường truyền dẫn của mạng chuyển mạch tuyến.

(2) Hệ thống chuyển mạch gói

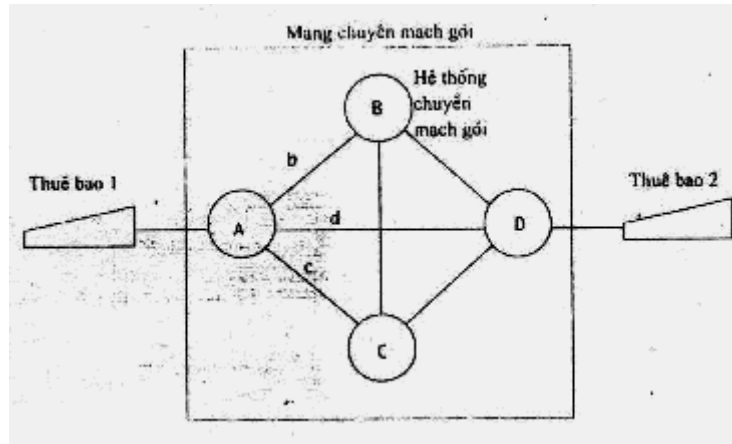
Hệ thống chuyển mạch gói có thể được phân loại thêm thành một hệ thống xử lý trung tâm và điều khiển tín hiệu cao tốc. Hệ thống xử lý trung tâm điều khiển thiết bị điều khiển báo hiệu cao tốc và thiết bị vào/ra thông qua việc sử dụng phương pháp điều khiển bằng chương trình ghi sẵn. Nó cũng đưa ra những thông tin cần thiết qua đĩa từ hoặc máy in dòng cũng như phân tích thông tin trong hệ thống chuyển mạch gói và rồi truyền những mệnh lệnh chi tiết tới từng thiết bị theo kết quả thu được. Thiết bị điều khiển báo hiệu cao tốc nhận một gói đã được ghép kênh từ thiết bị ghép kênh gói và trao đổi những tín hiệu giữa các hệ thống chuyển mạch gói. Nó truyền/nhận thông tin để truyền dữ liệu một cách chính xác, kiểm tra các dạng thông tin liên quan tới các thiết bị và các lỗi. Ngoài ra nó còn có thể yêu cầu truyền lại khi có lỗi.

(3) Mạng chuyển mạch gói

Mạng chuyển mạch dữ liệu gói thường có những chức năng sau:

(A) Điều khiển việc định tuyến

Trong trường hợp một mạng gói với 4 hệ thống chuyển mạch gói như trong hình 2.25, thuê bao số 1 được gắn với một thuê bao duy nhất khi nó được đăng ký trong mạng.



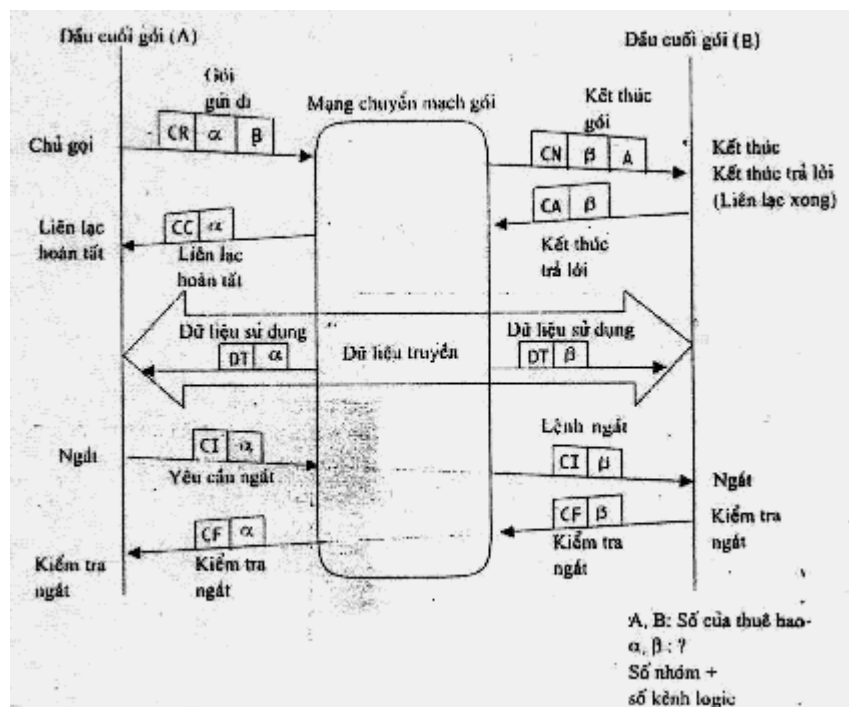
Hình 2.25. Ví dụ về mạng chuyển mạch gói

B) Kênh logic

Trong việc truyền dữ liệu, quá trình truyền tin giữa 2 thuê bao không được thực hiện một cách tự động ngay cả khi đường thông tin đã được kết nối bằng điện. Trong trường hợp một cuộc gọi điện thoại, chỉ có một đường liên lạc được nối khi phía được gọi trả lời điện thoại. Như vậy chỉ có kênh vật lý là được thiết lập. Loại kênh này gọi là kênh logic. Trong mạng gói, kênh logic này được phân loại thành cuộc gọi ảo, cuộc gọi ảo vĩnh viễn và dữ liệu biểu tuý theo loại của chúng.

Cuộc gọi ảo

Khi một đường thoại được thiết lập trên mạng điện thoại, kênh đó được dùng cho đến khi gọi xong. Điều này cũng giống như trường hợp cuộc gọi ảo của mạng gói. Như trình bày trong hình 2.26, khi một thuê bao chủ bắt đầu gọi thuê bao này gửi một gói yêu cầu gọi bao gồm số điện thoại của đối tác và số kênh logic thuê bao sẽ dùng trên mạng.



Hành 2.26. Thủ tục truyền tin gói

Khi nhận được gói này, mạng gửi đi gói gọi đầu vào trong đó có kênh logic mà thuê bao đầu cuối sử dụng đến cho thuê bao số 2. Nếu thuê bao số 2 đang ở trong trạng thái có thể nhận được cuộc gọi, nó gửi gói thông tin chấp nhận gọi cho mạng. Mạng gửi gói thông tin nhận được cho thuê bao số 1 như là một gói kết nối cuộc gọi và như vậy lập được đường liên lạc logic giữa thuê bao 1 và 2. Sau đó việc truyền gói dữ liệu được thực hiện qua kênh logic lúc đó đã được thiết lập. Một cuộc gọi ảo đã được thiết lập thông qua các thủ tục trên. Một gói yêu cầu xoá được gửi đi khi chấm dứt liên lạc và kênh logic này được giải phóng qua việc dùng một gói chỉ thị xoá và gói xác nhận xoá. Cũng như trong trường hợp gọi điện thoại, cuộc gọi ảo là cuộc gọi thiết lập ra một mạch logic cho trao đổi dữ liệu và sau đó gửi dữ liệu chỉ qua kênh đó và cuối cùng xoá kênh đi khi hoàn tất liên lạc.

Gọi ảo vĩnh viễn

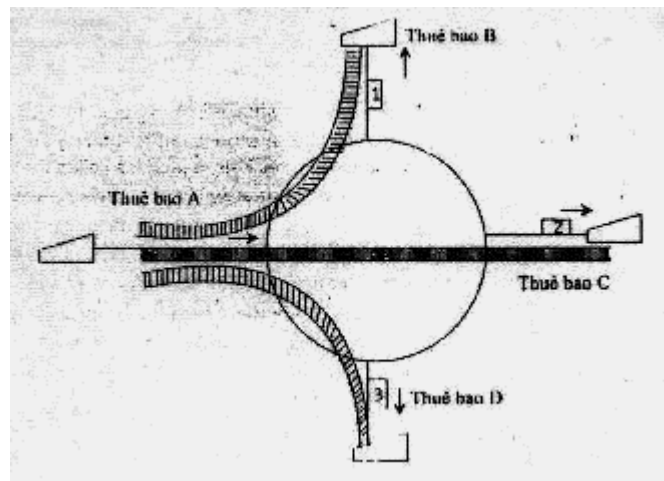
Gọi ảo vĩnh viễn là phương pháp thiết lập đường liên lạc logic vĩnh viễn giữa 2 thuê bao và do đó không cần phải thiết lập hoặc xoá kênh logic như trong trường hợp gọi ảo.

Dữ liệu biểu

Không như những kênh logic nói trước đây, đây là một phương pháp không cần thiết lập một kênh logic giữa 2 thuê bao. Thay vào đó, thuê bao chủ gọi chỉ việc gửi một gói có số của phía đối diện trong mỗi gói và dựa theo số đó ở mỗi gói, mạng gửi gói đó tới hệ thống chuyển mạch tiếp theo. Các gói sẽ được gửi đi qua các loại tuyến khác nhau. Phương pháp này đặc biệt có lợi khi chuyển và nhận những thông báo ngắn.

(C) Ghép kênh gói

Nói chung, một thuê bao có thể có nhiều số kênh logic ngay khi nếu một đường dây được nối vật lý với mạng gói. Nếu thiết bị đầu cuối có thể xử lý dữ liệu từ nhiều nguồn cùng một lúc, một cuộc gọi cho nhiều hơn 2 thuê bao có thể thiết lập được. Đây gọi là ghép kênh gói.



Hình 2.27. Ghép kênh gói

(D) Điều khiển trình tự

Do các gói dữ liệu chuyển qua một kênh logic có thể chuyển theo nhiều đường khác nhau, trình tự gói dữ liệu có thể thay đổi. Việc điều khiển trình tự là một quá trình sửa chữa và ngăn ngừa việc đó xảy ra. Trong một gói dữ liệu có một trường thủ tục truyền và trường thủ tục nhận; Thuê bao truyền gán số thủ tục truyền khi truyền đi một gói. Trình tự của gói dữ liệu nhận qua mạng được kiểm tra tại hệ

thống chuyển mạch cuối cùng gắn với người thuê bao bị gói; trình tự sai sẽ được sửa lại và gói nhận trùng lặp sẽ được loại bỏ. Những gói thấp hơn gói bị mất cũng bị loại bỏ để gửi đi những gói đúng tới thuê bao cuối theo đúng trình tự.

Vì phương pháp biểu dữ liệu không có một đường liên lạc logic nên việc điều khiển trình tự được thực hiện ở thuê bao đầu cuối chứ không phải ở trên mạng.

(E) Trạng thái ngõ cụt

Hệ thống chuyển mạch gói là một hệ thống chuyển mạch lưu trữ, lưu giữ tạm thời các dữ liệu trong bộ nhớ. Nhiều máy thuê bao có chung một hệ thống chuyển mạch và vì cỡ của bộ nhớ trong hệ thống có giới hạn, nên xảy ra tình trạng ách tắc do thiếu bộ nhớ. Đôi khi ách tắc có thể lan sang các hệ thống chuyển mạch bên cạnh cho đến khi ngừng lại toàn bộ luồng của các gói thông tin trên mạng. ách tắc có xảy ra do nhiều vấn đề kể cả do khác nhau về tốc độ truyền tin giữa các thuê bao.

(F) Điều khiển luồng

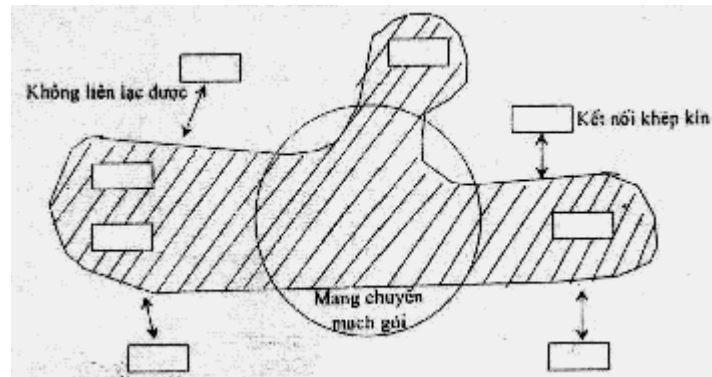
Số lượng gói dữ liệu đưa vào mạng cần có giới hạn để tránh ách tắc. Những phương pháp dùng cho mục đích này gồm một tiến trình hạn chế bộ đệm để hạn chế số lượng tối đa các gói dữ liệu truyền đi, một tiến trình gọi là phương pháp điều khiển cửa sổ để truyền đi một số lượng nhất định các gói dữ liệu qua mạng đến trạm đầu cuối đối diện và chỉ tiếp tục truyền gói dữ liệu tiếp theo sau khi có sự xác định đã nhận được các gói đó, một tiến trình gọi là WABT, phương pháp này gửi tín hiệu không sẵn sàng nhận khi thiếu bộ đệm để hạn chế đầu vào, và một tiến trình gọi là phương pháp trung tâm quản lý mạng, điều khiển trạng thái của đường thông trong mạng bằng cách tạo ra một trung tâm quản lý mạng. Trong thực tế, một số tiến trình mô tả trên cũng được sử dụng cùng một lúc trong mạng gói.

(G) Dịch vụ bổ sung

Hệ thống chuyển mạch nhóm có những dịch vụ bổ sung để thoả mãn một cách hiệu quả hơn những nhu cầu của người sử dụng.

Kết nối khép kín

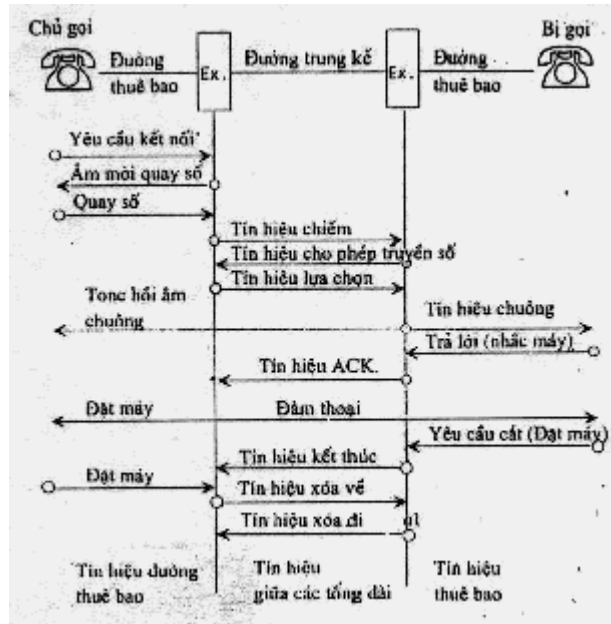
Như minh hoạ trong hình 2.28, kết nối khép kín là một dịch vụ cho phép người sử dụng dùng mạng gói như là một mạng thuê. Việc truyền tin của kết nối khép kín và máy thuê bao chung khác không thể thực hiện được.



Hình 2.28. Kết nối khép kín

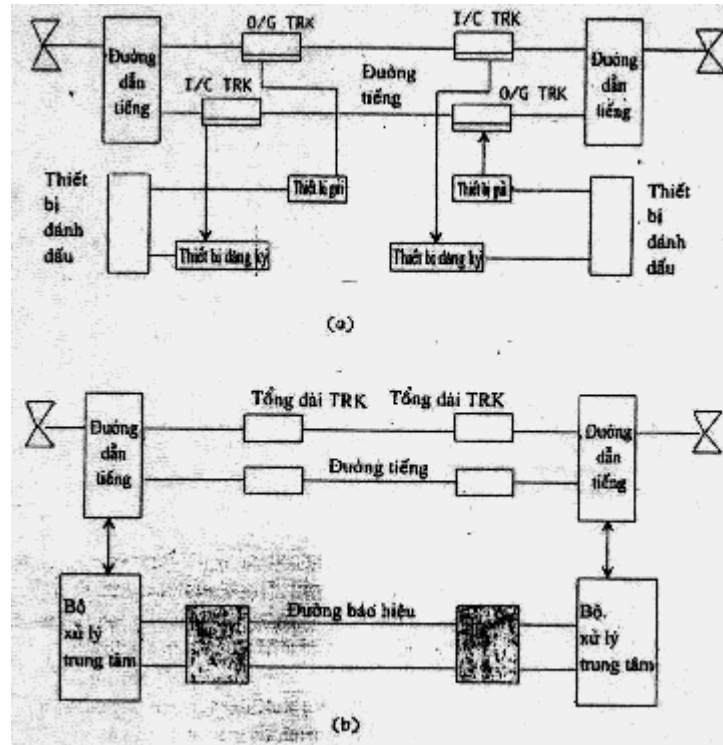
2.5.5 Phương pháp báo hiệu

Để thực hiện việc nối mạch, thông tin cần thiết để điều khiển phải được trao đổi giữa điện thoại và hệ thống chuyển mạch và giữa các hệ thống chuyển mạch với nhau. Phương pháp báo hiệu là một thủ tục về phương pháp truyền những thông tin này, ví dụ, giữa điện thoại và hệ thống chuyển mạch, những yêu cầu tiếp nối và phục hồi, chỉ định lựa chọn bằng xung quay số, trả lời thông báo bằng âm chủ gọi hoặc âm chuông trao đổi với nhau. Ngoài ra, những tín hiệu giữa các tổng đài với nhau như kích hoạt, trả lời, lựa chọn, kết thúc, ngắt và thông tin cước được trao đổi giữa các hệ thống chuyển mạch trên mạng điện thoại. Trong hình 2.29 minh hoạ luồng tín hiệu cơ bản.



Hình 2.29. Luồng tín hiệu cơ bản

Phương pháp chuyển báo hiệu lại được phân loại thành phương pháp báo hiệu kênh kết hợp và báo hiệu kênh chung (CCS). Trong hệ thống chuyển mạch thông thường, tín hiệu được phát và thu qua một kênh thoại riêng lẻ. Đó gọi là báo hiệu kênh kết hợp. Trong phương pháp báo hiệu kênh chung, những kênh gọi tách biệt nhau và do đó các tín hiệu được thu thập vào những kênh truyền cao tốc đặc biệt trước khi được truyền và nhận. Phương pháp này có thể chuyển nhiều thông tin theo 2 chiều dù các kênh thoại có bị bận hay không. Do đó nó tăng cường được hiệu quả của toàn bộ hệ thống bằng cách kiểm tra toàn bộ mạng tuyến và nó đủ linh hoạt để đáp ứng những dịch vụ mới. Vì những lí do đó, nó là điều lý tưởng đối với ISDN. Phương pháp này như trường hợp phương pháp điều khiển chương trình lưu trữ, phù hợp với hệ thống chuyển mạch điện tử có các chức năng tập trung.



Hình 2.30. Báo hiệu kênh kết hợp (a) và Báo hiệu kênh chung (b)

Báo hiệu kênh kết hợp được chia thành hệ thống báo hiệu trong băng sử dụng dải tần tiếng nói và hệ thống báo hiệu ngoài băng sử dụng tần số báo hiệu khác với dải tần tiếng nói. Mã đa tần dùng để tạo mã bằng cách kết hợp tần số sử dụng 2 trong số 6 tần số của dải tần tiếng nói. Đó là một ví dụ điển hình về báo hiệu trong băng. Xung quanh số hay dấu vòng trực tiếp là thí dụ về hệ thống báo hiệu ngoài băng. Báo hiệu kênh chung giúp hệ thống sử dụng các thiết bị báo hiệu; những phương tiện phức tạp có thể được thiết lập một cách kinh tế và có thể truyền nhiều thông tin hai chiều với tốc độ cao. Phương pháp báo hiệu số 6 / số 7 theo khuyến nghị của ITU-T là ví dụ điển hình thuộc về phương pháp này.

A. Phương pháp báo hiệu R2 - MFC

Đây là một cách báo hiệu kênh kết hợp và một ví dụ điển hình là phương pháp R2 - MFC. Phương pháp này đã được ITU-T tiêu chuẩn hoá năm 1968. Nó có thể được phân loại thêm thành báo hiệu giám sát và báo hiệu chọn lọc như sau:

1/ Báo hiệu giám sát

Những tín hiệu giám sát được chuyển tới hệ thống chuyển mạch tùy theo các trạng thái thay đổi của mạng xảy ra ở cả hai đầu của đường gọi, ví dụ như sau:

- Rỗi (Idle): đường trung kế sẵn sàng để sử dụng
- Chiếm (Seizure): tín hiệu báo rằng hệ thống chuyển mạch phía chủ gọi đã chiếm đường trung kế đi tới hệ thống chuyển mạch phía bị gọi
- Chấp nhận chiếm (Seizure acknowledgement): tín hiệu thông báo xác nhận tín hiệu chiếm của hệ thống chuyển mạch phía chủ gọi.
- Trả lời / Xung đo (Answer/meter): tín hiệu báo trả lời của máy thuê bao bị gọi cho hệ thống chuyển mạch phía chủ gọi
- Xung tính cước / Chấp nhận chiếm (Metering/Seizure acknowledgement): tín hiệu liên quan tới xung tính cước của điện thoại công cộng. Đôi khi dùng làm tín hiệu báo chiếm.
- Xoá về (Clear back): tín hiệu thông báo tới hệ thống chuyển mạch phía bị gọi rằng thuê bao bị gọi đã đặt máy.
- Xoá đi (Clear forward): tín hiệu thông báo tới hệ thống chuyển mạch phía bị gọi rằng thuê bao chủ gọi đã đặt máy.
- Khoá: tín hiệu báo rằng tín hiệu tương ứng không thể đưa ra ngoài được.

2) Tín hiệu lựa chọn:

Tín hiệu lựa chọn xem xét số của máy thuê bao bị gọi. Trên cơ sở đó, có thể xác định được vị trí của máy thuê bao bị gọi. 15 tín hiệu hướng đi và 15 tín hiệu hướng về được tạo ra bằng cách sử dụng kết hợp tần số của 2 trong số 6 tần số trong băng để truyền và nhận các loại thông tin khác nhau.

Tần số sử dụng

Tín hiệu hướng đi: 1,380Hz, 1.500Hz, 1.620Hz, 1.740Hz, 1.860Hz và 1.980Hz

Tín hiệu hướng về: 540Hz, 660Hz, 780Hz, 900Hz, 1.020Hz và 1.140Hz

Nhiều ý nghĩa được chỉ định cho từng tín hiệu trên và những ý nghĩa tín hiệu được diễn giải khác nhau tùy theo vị trí tại tín hiệu hướng về A - 3, A - 5, hoặc chuỗi báo hiệu để truyền và nhận số lượng lớn thông tin.

Tín hiệu hướng đi

Phân loại vào nhóm I, II: I - 1, I - 2,..... I 15

II - 1, II - 2,.....II - 15

Tín hiệu hướng về

Phân loại vào nhóm A, B: A - 1, A - 2,..... A - 15

B - 1, B - 2,..... B - 15

(1) Tín hiệu hướng đi

Có 15 tín hiệu hướng đi trong nhóm I và 15 trong nhóm II. Tín hiệu nhóm I chủ yếu là thể hiện các số của máy thuê bao bị gọi. Tín hiệu đầu tiên trên chuỗi báo hiệu phát đi được diễn giải là tín hiệu nhóm I. Cũng như vậy, tín hiệu về đầu tiên được diễn giải là tín hiệu nhóm A. Sử dụng tín hiệu về cụ thể (A - 3, A - 5) thì có thể thực hiện được việc chuyển đổi từ nhóm I sang nhóm II. Khi được chuyển sang nhóm nhóm II bằng tín hiệu về A - 5, thì có thể chuyển đổi được sang nhóm I. Việc chuyển đổi từ nhóm A sang nhóm B chỉ có thể thực hiện được với tín hiệu về A - 3. Một khi đã chuyển sang nhóm B thì không thể chuyển sang nhóm A được.

Tín hiệu số	Tần số						Ghi chú
	1.980	1.860	1.740	1.620	1.500	1.380	Đi
	540	660	780	900	1.020	1.140	Về
1					0	0	
2				0		0	
3				0	0		
4			0			0	
5			0		0		
6			0	0			
7		0				0	

8		0			0		
9		0		0			
10		0	0				
11	0					0	
12	0				0		
13	0			0			
14	0		0				
15	0	0					

Bảng 2.3. Địa chỉ tần số báo hiệu R2 - MFC

Tín hiệu đi nhóm I

Trong nhóm I, có 2 ý nghĩa như trong Bảng 2.4

Tín hiệu I - 1 ~ I - 10

Nói chung, chúng tương ứng với chữ số của số máy thuê bao bị gọi

(I - 1 = 1, I - 2 = 2, ... I - 9 = 9 , I - 10 = 0)

Đối với những cuộc gọi quốc tế, ngôn ngữ chữ số được sử dụng để nối với điện báo viên, cụ thể khi cuộc gọi quốc tế kết thúc ở tổng đài cuối (ý nghĩa 1). Nếu không cần tới ngôn ngữ, chúng được sử dụng như là những chữ số phân biệt để thể hiện những tổng đài cuối. Chúng chỉ được truyền đi khi hệ thống chuyển mạch rơ-le quốc tế yêu cầu những chữ số phân biệt và ngôn ngữ bằng tín hiệu hướng về A - 12.

Tín hiệu	Nhóm I		Nhận xét
	Nghĩa 1	Nghĩa 2	
I - 1	Ngôn ngữ: Pháp	Chữ số 1	
I - 2	Ngôn ngữ: Anh	Chữ số 2	
I - 3	Ngôn ngữ: Đức	Chữ số 3	

I - 4	Ngôn ngữ: Nga	Chữ số 4	
I - 5	Ngôn ngữ: Tây Ban Nha	Chữ số 5	
I - 6	Dự phòng (ngôn ngữ)	Chữ số 6	
I - 7	Dự phòng (ngôn ngữ)	Chữ số 7	
I - 8	Dự phòng (ngôn ngữ)	Chữ số 8	
I - 9	Dự phòng (số phân biệt)	Chữ số 9	
I - 10	Số phân biệt	Chữ số 0	
I - 11	Chỉ thị Mã nước (cần Bộ triệt nửa âm đội O/G)	Truy nhập tới I/C điện báo viên (mã II)	
I - 12	Chỉ thị Mã nước (không cần bộ triệt âm đội)	Truy nhập tới điện báo viên trì hoãn (mã 12) yêu cầu không được chấp nhận	
I - 13	Chỉ thị gọi thử (gọi bằng thiết bị đo thử tự động)	Truy nhập tới thiết bị thử (Mã 13) không kể nối với vệ tinh	
I - 14	Chỉ thị Mã nước (gắn bộ triệt nửa âm đội O/G)	Cần bộ triệt nửa âm đội I/C kể cả nối với vệ tinh	
I - 15	Dự phòng	Chấm dứt xung (Mã 15) chấm dứt nhận dạng	

Bảng 2.4. Nhóm I tín hiệu hướng đi

Tín hiệu I - 11 ~ I - 15

Do các hệ thống tạo ra (không kể các máy thuê bao)

Trong hệ thống chuyển mạch rơ-le quốc tế, nghĩa 1 chỉ được sử dụng cho tín hiệu đầu tiên, nghĩa 2 dùng cho các tín hiệu khác.

Tín hiệu	Nghĩa	Nhận xét
II - 1	Máy thuê bao không ưu tiên	
II - 2	Máy thuê bao ưu tiên	

II - 3	Thiết bị bảo dưỡng	
II - 4	Dự phòng	
II - 5	Điện báo viên	
II - 6	Truyền dữ liệu	
II - 7	Máy thuê bao (hoặc điện báo viên không có phương tiện chuyển tín hiệu đi)	
II - 8	Truyền dữ liệu	
II - 9	Máy thuê bao ưu tiên	
II - 10	Điện báo viên có phương tiện truyền tín hiệu đi	
II - 11 - 15	Dự phòng cho sử dụng của quốc gia	

Bảng 2.5. Nhóm II tín hiệu hướng đi cổng trung chuyển

Nhóm II Tín hiệu hướng đi

Những tín hiệu của nhóm II thể hiện các cấp của phía chủ gọi. Biến đổi từ nhóm I sang bằng tín hiệu hướng về A - 3 hay A - 5

- Tín hiệu II - 1 ~ II - 6: Dùng cho các cuộc gọi trong nước
- Tín hiệu II - 7 ~ II - 10: Dùng cho các cuộc gọi quốc tế
- Tín hiệu II - 11 ~ II - 15: Dự trữ cho các cuộc gọi trong nước

Tín hiệu	Nghĩa	Nhận xét
A - 1	Gửi số tiếp theo (n + 1) của số bên bị gọi	
A - 2	Gửi số áp chót (n - 1)	
A - 3	Đã nhận địa chỉ đầy đủ, chuyển sang nhận tín hiệu của nhóm B	
A - 4	Tắc nghẽn trong mạng quốc gia	
A - 5	Gửi cấp máy chủ gọi	
A - 6	Địa chỉ đầy đủ, tính cước, thiết lập các điều kiện thoại	

A - 7	Gửi số thứ n - 2	
A - 8	Gửi số thứ n - 3	
A - 9	Dự trữ cho sử dụng trong nước	
A - 10	Dự trữ cho sử dụng trong nước	
A - 11	Yêu cầu thông tin về sử dụng Bộ triệt âm dội	
A - 12	Gửi digit về ngôn ngữ hoặc chữ số phân biệt	
A - 13	Gửi thông tin về bản chất kênh	
A - 14	Yêu cầu thông tin về sử dụng Bộ triệt âm dội	
A - 15	Tắc nghẽn trong tổng đài quốc tế hoặc tại đầu ra của nó	

Bảng 2.6. Nhóm A tín hiệu hướng về

(2) Tín hiệu hướng về

Do các hệ thống tạo ra (không kể các máy thuê bao)

Nhóm A tín hiệu hướng về

Tạo ra do tín hiệu hướng đi của Nhóm I hoặc tín hiệu hướng đi của Nhóm II cho những trường hợp đặc biệt. Chúng thể hiện những yêu cầu về số thuê bao bị gọi và nhận thông báo đầy đủ.

Tín hiệu	Nghĩa	Nhận xét
B - 1	Dự trữ cho sử dụng quốc gia	
B - 2	Phát tone thông tin đặc biệt	
B - 3	Đường thuê bao bận	
B - 4	Tắc nghẽn (sau khi chuyển từ nhóm A sang Nhóm B)	
B - 5	Số chưa được gán	
B - 6	Đường thuê bao rỗi, tính cước	
B - 7	Đường thuê bao rỗi, không tính cước	
B - 8	Đường thuê bao không hoạt động được	

Bảng 2.7. Nhóm B tín hiệu hướng về

- Nhóm B tín hiệu hướng về

Được chuyển đổi bằng tín hiệu hướng đi nhóm II hay tín hiệu về A-3. Chúng thể hiện thông tin về trạng thái của những máy thuê bao bị gọi và thiết bị chuyển mạch của các hệ thống chuyển mạch phía bị gọi.

B. Báo hiệu số 7

Hệ thống báo hiệu số 7 (SS No.7) của ITU-T được thiết lập để đáp ứng những yêu cầu phát triển báo hiệu của mạng số hoá hoàn toàn dựa trên kênh 64 Kbps. SS No.7 là một hệ thống báo hiệu kênh chung. Những hệ thống báo hiệu SS No.7 trước đây hoạt động ở 2.400bps và được thực hiện trên những kênh tương tự chuẩn VF. Chúng không có công năng đầy đủ và cũng không phù hợp với mạng số hiện nay và đặc biệt là với ISDN. Tuy nhiên người ta có thể thấy rằng có nhiều điểm tương đồng trong hoạ đồ và cấu trúc thông báo giữa CCIS/ITU-T và SS No.7.

Nói một cách đơn giản, ITU-T SS No.7 được mô tả như là một hệ thống báo hiệu kênh chung đa dụng được tiêu chuẩn hoá quốc tế:

- Tối ưu hoá vận hành với các mạng số có chuyển mạch sử dụng Bộ điều khiển chương trình lưu trữ (SPC).
- Có thể đáp ứng những nhu cầu hiện nay và tương lai về chuyển thông tin cho những bộ liên xử lý biến động với những mạng thông tin số để điều khiển gọi, điều khiển từ xa, sử dụng và quản lý mạng dữ liệu cơ sở và bảo dưỡng báo hiệu.
- Cung cấp một phương tiện tin cậy để chuyển thông tin đúng trình tự không thất lạc hoặc trùng lặp.

ITU-T SS No.7, trong những năm từ 1980, đã được biết đến như một hệ thống báo hiệu cho ISDN. Sự thật đúng như vậy. Không có cơ cấu hạ tầng SS No. đặt trong mạng số, thì không có ISDN với sự truy nhập khắp mọi nơi. Cần phải làm rõ một điều quan trọng. ITU-T SS No.7 bản thân nó là sự lựa chọn để báo hiệu trong mạng

số PSN (Mạng điện thoại công cộng - khi không có ISDN). Nó có thể tự đứng vững một mình trong chức năng này. SS No.7 là một hệ thống truyền dữ liệu thiết kế cho một mục đích duy nhất: báo hiệu. Nó không phải là một hệ thống đa năng. Do vậy chúng ta phải nhìn nhận SS No.7 như là (1) một mạng dữ liệu chuyên dụng và (2) một hệ thống báo hiệu.

1) Mối liên hệ của SS No.7 với OSI

ITU-T SS No.7 có liên hệ với OSI tới một mức độ nhất định. Có một nhóm người ta đã tin rằng SS No.7 cần được hoàn toàn thích ứng với 7 tầng của OSI. Tuy nhiên, các nhóm làm việc ITU-T chịu trách nhiệm cho ý tưởng và thiết kế SS No.7 đã ngần ngại vì sự chậm trễ hoặc là cho người sử dụng số liệu, hoặc là cho người sử dụng điện thoại của mạng số PSN hay ISDN. Việc chậm trễ trong lúc quay số đầu tiên là một trong những biện pháp vận hành chủ yếu của một hệ thống báo hiệu. Để tối thiểu hoá mức trễ, 7 tầng OSI đã được bỏ bớt ở tầng 4. Thực ra, khuyến nghị ITU-T Q.709 đã qui định không nhiều hơn 2.2 giây cho mức trễ quay số của 95% các cuộc gọi. Để hạn chế mức trễ này, một giới hạn được đặt ra cho số lượng các điểm làm trễ, nó được gọi là STPs, mà có thể được truyền qua bởi một bản tin báo hiệu và một thiết kế vốn có của SS No.7 dưới dạng một hệ thống 4 tầng. Hình 2.31 chỉ ra liên quan giữa thủ tục SS No.7 với các tầng của OSI. Chúng ta nên ghi chú rằng những chức năng mạng báo hiệu SS No.7 tầng 3 bao gồm các chức năng xử lý bản tin báo hiệu và các chức năng quản lý mạng. Hình 2.32 cho thấy cấu trúc tổng quát của hệ thống báo hiệu SS No.7 Schlanger đã có những nhận xét thích hợp như sau:

:Báo hiệu được thực hiện một cách đặc thù để tạo ra một mạng lưới liên lạc phụ cho 'người sử dụng ở đầu cuối mạng'. Cũng như vậy một số người lập luận cho rằng toàn bộ mẫu chuẩn của SS No.7 như là một thủ tục trong hệ thống liên lạc phụ chỉ còn tồn tại tầng 3 OSI (tầng mạng lưới) và phía dưới."

	Hệ thống liên kết mở OSI		Hệ thống báo hiệu No.7 (SS No.7)
7	Tầng ứng dụng		
6	Tầng giới thiệu		

5			
4	Tầng vận tải	4	Phần người sử dụng (SCCP)
3	Tầng mạng lưới	3	Các chức năng mạng lưới báo hiệu
2	Tầng liên kết số liệu	2	Điều khiển liên kết báo hiệu
1	Tầng vật lý	1	Liên kết số liệu báo hiệu

"Các quá trình ứng dụng trong phạm vi một mạng thông tin gọi lên chức năng tạo thủ tục để liên lạc với nhau y hệt như những người sử dụng ở các đầu cuối. Do vậy mẫu chuẩn 7 tầng tương tự cần áp dụng trong ứng dụng này".

"Thủ tục hệ thống báo hiệu được thấy bao hàm các hoạt động, điều hành và bảo dưỡng (OA & M) có liên quan tới viễn thông. Vì các thợ giỏi có thể bị lôi cuốn vào các hoạt động như vậy (những người sử dụng thực sự ở các đầu cuối), cũng như các quá trình ứng dụng OA & M, nên sự phân biệt giữa các thực thể tầng mạng lưới và người sử dụng đầu cuối trở nên mờ nhạt".

Dường như đã có nhiều cố gắng nhằm đưa SS No. 7 vào OSI từ tầng 4 và phía trên. Các cố gắng này kết quả đã tạo ra sự tạo thành tầng phụ của tầng 4 trong SCCP (phần điều khiển đầu nối báo hiệu) và các phần của người sử dụng.

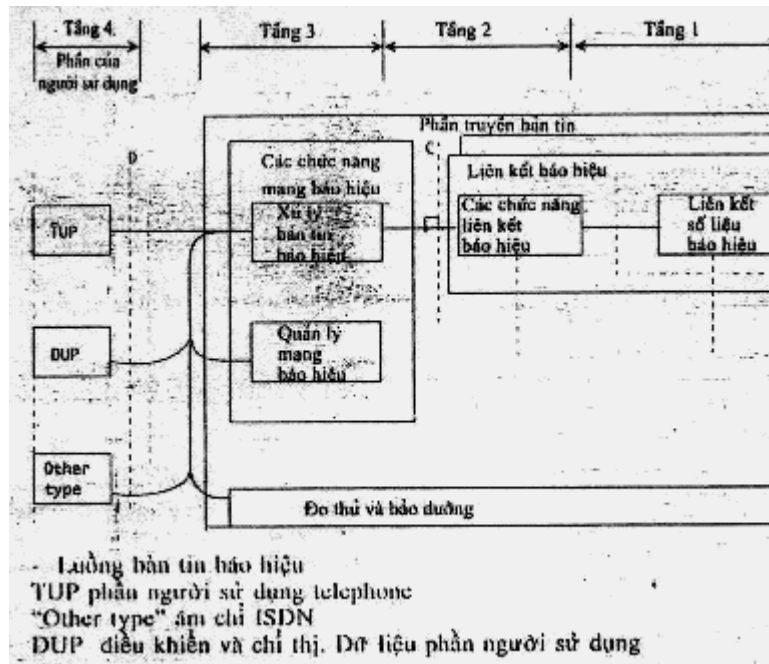
Phần 2 sẽ mô tả một cách ngắn gọn các chức năng của các tầng trong hệ thống báo hiệu số 7 SSNO7 4 tầng.

- Luồng bản tin báo hiệu

TUP phần người sử dụng telephone

"Other type" ám chỉ ISDN

DUP điều khiển và chỉ thị. Dữ liệu phần người sử dụng



Hình 2.32 Cấu trúc tổng quát các chức năng của ITU-T SS No.7

Trích từ ITU-T Rec. Q701

2) Cấu trúc hệ thống báo hiệu

Hình 3.22 minh họa cấu trúc cơ bản của SS No.7 cho thấy hai phần của hệ thống: phần truyền bản tin (MTP) và các phần cho người sử dụng. Có 3 phần cho người sử dụng:

- Cho người sử dụng điện thoại (TUP)
- Cho người sử dụng số liệu (DUP) và một bộ phận "khác" mà trong ngữ cảnh này muốn nói tới phần người sử dụng ISDN (ISUP). Hình 3.21 và 3.22 cho thấy các tầng 1, 2 và 3, là các tầng cấu thành MTP. Các đoạn chỉ dẫn kế tiếp mô tả chức năng của từng tầng này theo quan điểm hệ thống.

Tầng 1 xác định các đặc tính vật lý, điện và chức năng của đường liên kết số liệu báo hiệu và phương tiện để truy nhập nó. Trong môi trường mạng số liệu đường số 64 Kbps là phần kết nối cơ bản bình thường. Phần kết nối báo hiệu có thể truy

nhập được bằng chức năng chuyển mạch cung cấp khả năng tự động tái tạo lại cấu hình liên kết báo hiệu.

Tầng 2 thực hiện chức năng liên kết báo hiệu. Nó xác định các chức năng và các thủ tục để truyền các bản tin báo hiệu qua một đường liên kết số liệu báo hiệu riêng lẻ. Một bản tin báo hiệu được truyền qua đường liên kết báo hiệu theo các đơn vị tín hiệu có chiều dài thay đổi. Một đơn vị tín hiệu bao gồm thông tin điều khiển truyền tin thêm vào với nội dung thông tin của bản tin báo hiệu.

Chức năng liên kết báo hiệu bao gồm:

- Giới hạn một đơn vị tín hiệu bằng các cờ.
- Chống nhầm lẫn cờ bằng việc chèn thêm các bit.
- Điều khiển lỗi bằng cách phát lại và điều khiển chuỗi đơn vị tín hiệu bằng dãy số trong từng đơn vị tín hiệu và thông báo xác nhận liên tục một cách rõ ràng.
- Phát hiện lỗi liên kết báo hiệu bằng cách kiểm tra lỗi trong đơn vị tín hiệu và phục hồi liên kết báo hiệu bằng các thủ tục đặc biệt.

Tầng 3 với chức năng mạng báo hiệu, về nguyên tắc, đưa ra định nghĩa các chức năng và thủ tục truyền chung và độc lập của các liên kết báo hiệu riêng lẻ. Có 2 loại chức năng ở tầng 3:

- (1) Các chức năng xử lý bản tin báo hiệu. Trong khi truyền bản tin, những chức năng này hướng bản tin tới liên kết báo hiệu hoặc phản cho người sử dụng tương ứng.
- (2) Các chức năng quản lý mạng báo hiệu. Chức năng này điều khiển xác định hướng theo thời gian thực, điều khiển và tái tạo lại cấu hình mạng khi cần thiết.

Tầng 4 là phần cho người sử dụng. Mỗi phần cho người sử dụng xác định các chức năng và các thủ tục đặc trưng cho từng người sử dụng riêng biệt, dù đó là điện thoại, số liệu hay phần người sử dụng ISDN.

Bản tin báo hiệu được định nghĩa bởi chuẩn ITU-T Reg. Q.701 như là một tập hợp thông tin, được định nghĩa tại tầng 2 hay 4, có liên quan tới 1 cuộc gọi, sự quản lý v.v. mà sau đó được chuyển đi như một thực thể bởi chức năng chuyển bản tin. Mỗi một bản tin đều chứa đựng "thông tin dịch vụ" bao gồm 1 chỉ số dịch vụ nhận

dạng phần người sử dụng nguồn và có thể là xác định bản tin liên quan tới việc sử dụng nội địa hay quốc tế của phần người sử dụng.

Thông tin báo hiệu của bản tin chứa đựng thông tin của người sử dụng, như các số liệu hoặc các tín hiệu điều khiển các cuộc gọi, thông tin quản lý và bảo dưỡng, dạng và kích cỡ bản tin. Nó cũng bao gồm 1 "nhãn". Nhãn này giúp cho việc định hướng bản tin bởi tầng 3 qua mạng báo hiệu tới đích của nó và hướng bản tin tới phần người sử dụng hoặc tuyến mong muốn.

Trong liên kết báo hiệu, thông tin báo hiệu như vậy được chứa trong các đơn vị tín hiệu bản tin (MSUs) mà các đơn vị này lại bao gồm các chức năng điều khiển truyền có liên quan tới các chức năng ở tầng 2.

Trong SS No.7 có một số thuật ngữ được sử dụng cần phải hiểu trước khi đi tiếp các bước sau:

- Các điểm báo hiệu (signalling Points): là những nút trong mạng có sử dụng báo hiệu kênh chung.
- Quan hệ báo hiệu (Signaling Relation) (tương tự với quan hệ lưu lượng): là bất cứ hai điểm báo hiệu nào mà khả năng liên lạc giữa các phần người sử dụng tương ứng với chúng tồn tại, được gọi là có 1 quan hệ về báo hiệu.
- Các liên kết báo hiệu (Signaling links) các liên kết báo hiệu chuyển các bản tin báo hiệu giữa 2 điểm báo hiệu.
- Các điểm nguồn và đích (Originating and Destination Points): là các vị trí của chức năng phần người sử dụng nguồn và vị trí của chức năng phần người sử dụng nhận tương ứng.
- Điểm truyền báo hiệu (Signaling Transfer Point (STP)): là một điểm mà trong đó một bản tin nhận được trên một liên kết báo hiệu được truyền đi tới một liên kết khác.
- Nhãn ở tin (Message Label): mỗi bản tin có mang theo một nhãn. ở nhãn tiêu chuẩn, phần được sử dụng cho việc định tuyến được gọi là nhãn định tuyến (routing label). Nhãn định tuyến bao gồm:

Điểm đích và nguồn của bản tin

Một mã số dùng để phân tải, đây có thể là phần ít quan trọng nhất trong kết cấu của một nhãn mà nó định ra phần giao dịch của người sử dụng ở tầng 4.

Nhãn tiêu chuẩn nêu rằng mỗi một điểm báo hiệu trong mạng báo hiệu được gán cho một mã nhận dạng theo sơ đồ mã được thiết lập cho mục đích tạo nhãn.

- Định tuyến bản tin (Message Routing): là quá trình lựa chọn các liên kết báo hiệu được sử dụng cho từng việc định tuyến bản tin báo hiệu trên cơ sở phân tích nhãn định tuyến của bản tin kết hợp với các số liệu định tuyến đã được định trước tại một điểm báo hiệu đặc biệt nào đó.
- Phân bố bản tin (Message Distribution): là quá trình xác định phần người sử dụng mà một bản tin sẽ được gửi tới. Sự lựa chọn được thực hiện nhờ sự phân tích chỉ số dịch vụ.
- Phân biệt bản tin (Message Discrimination): là quá trình xác định sự nhận một bản tin tại một điểm báo hiệu là điểm đích của bản tin. Quyết định này dựa trên sự phân tích mã đích của nhãn định tuyến trong bản tin. Nếu điểm báo hiệu là điểm đích, bản tin được chuyển tới chức năng đích của bản tin. Còn nếu không, bản tin sẽ được chuyển tới chức năng định tuyến để chuyển tiếp trên đường liên kết báo hiệu.
- Quản lý mạng báo hiệu (Signaling Network Management): Được thiết lập bởi 3 lĩnh vực kỹ thuật:
 - Quản lý lưu lượng báo hiệu.
 - Quản lý liên kết báo hiệu.
 - Quản lý định tuyến báo hiệu.

Các chức năng quản lý lưu lượng báo hiệu là:

- Điều khiển định tuyến bản tin, kể cả sửa đổi tuyến bản tin để duy trì sự kết nối.
- Đảm bảo luồng bản tin cùng với các sửa đổi về định tuyến bản tin.
- Các thao tác điều khiển luồng để hạn chế ảnh hưởng của quá tải.

Các chức năng quản lý liên kết tín hiệu điều khiển các bộ liên kết đấu nối theo khu vực, bao gồm cả việc khôi phục liên kết. Chức năng này cung cấp các số liệu liên kết của các liên kết khu vực tới các chức năng quản lý lưu lượng tín hiệu.

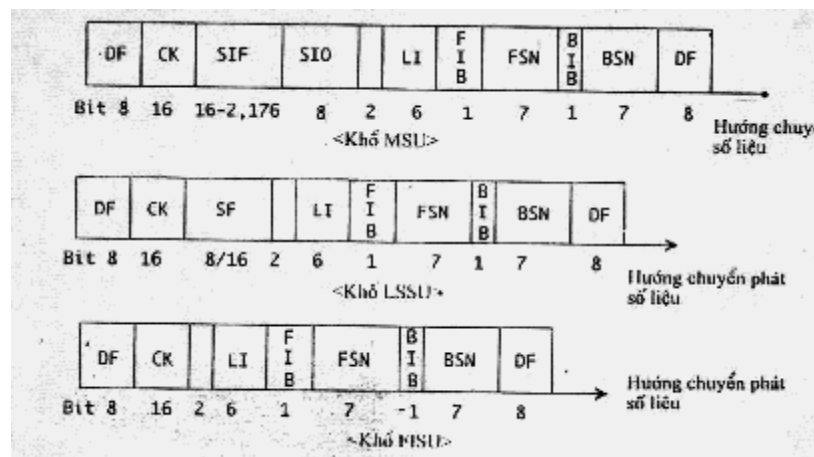
Chức năng quản lý định tuyến báo hiệu. Chức năng quản lý định tuyến báo hiệu chỉ được sử dụng khi liên kết báo hiệu hoạt động ở chế độ gần như kết hợp (quasi - associated). Chế độ gần như kết hợp liên quan tới những liên kết báo hiệu mà sử dụng 1 tuyến khác với tuyến bản tin thông thường. Nhiệm vụ quản lý tuyến là truyền thông tin về những thay đổi trong khả năng có thể có các tuyến báo hiệu trong mạng lưới báo hiệu để tạo điều kiện cho các điểm báo hiệu ở xa có thể có các tác động quản lý lưu lượng báo hiệu một cách thích hợp.

Một danh sách các đặc tính kỹ thuật về mạng lưới thông tin số được trình bày ở bảng 3.2. Những đặc tính này được liệt kê theo thứ tự mà tác giả cho là tương xứng với tầm quan trọng của chúng đối với lĩnh vực điện thoại nói chung. Tuy nhiên trong các ứng dụng riêng biệt khác, sự cân nhắc nào đó có thể cho là ít nhiều quan trọng hơn. Chẳng hạn, ở mục cuối cùng, sự giảm bớt tính rắc rối khó hiểu là đặc điểm nổi trội khiến mạng số được ưa chuộng trong quân sự.

3) Đơn vị báo hiệu số 7

Có thể có 3 dạng đơn vị tín hiệu cho SS No.7 như sau; Cấu hình của mỗi đơn vị tín hiệu được trình bày ở hình 2.23

- MSU (đơn vị tín hiệu bản tin). Truyền các số liệu giữa tầng 3 và tầng 4.
- LSSU (đơn vị tín hiệu trạng thái liên kết). Thông tin về trạng thái các liên kết tín hiệu chuyển phát số liệu
- FLSU (đơn vị tín hiệu chèn thêm). Được chuyển phát khi MSU và LSSU không được chuyển phát



Hình 2.33. Kích thước của đơn vị tín hiệu SS No.7

(1) Kích thước đơn vị tín hiệu số 7

Như trên cho thấy, các kích thước đơn vị tín hiệu dùng cho hệ thống báo hiệu SS No.7 khác với MSU, LSSU và FISU. Mỗi trường của đơn vị báo hiệu có ý nghĩa như sau

A- Trường chung

- DF (cờ dữ liệu). Chỉ định điểm bắt đầu và kết thúc của đơn vị báo hiệu.
Mẫu: h'7e (0 1 1 1 1 1 0)
- BSN (dãy số lùi). Thể hiện dãy số của đơn vị tín hiệu cuối cùng đã thu nhận được một cách chính xác.
- BIB (bit chỉ thị lùi). Dùng cho yêu cầu phát lại của các đơn vị báo hiệu khi có lỗi xuất hiện.
- FSN (Dãy số tiến). Thể hiện dãy số của đơn vị tín hiệu sẽ được phát.
- FIB (Bit chỉ thị tiến). Dùng để chỉ thị việc phát lại của đơn vị báo hiệu bằng BIB
- LI (Chỉ thị độ dài)

Chỉ ra số Octet của trường giữa LI và CK (1 octet = 8 bits). Hệ thống chuyển mạch đầu cuối bị gọi thực hiện CRC để so sánh tình trạng lỗi của đơn vị báo hiệu để đánh giá. Trường này được sử dụng cho việc đánh giá này.

B-Trường duy nhất LSSU

- SF (Trường trạng thái). Trường này thể hiện trạng thái của liên kết báo hiệu

C- Trường duy nhất MSU.

- SIO (Tám bit thông tin dịch vụ). Đây là một bộ tám bit để xác định phần người sử dụng mà trong đó sẽ bao gồm thông tin được phát đi.
- SIS (Trường thông tin báo hiệu). Mã điểm đích, mã điểm nguồn, mã liên kết báo hiệu, và bộ tám bit từ 2 ~ 272 có thể thay đổi

(2) Phân loại nhóm đơn vị báo hiệu

- FAM (Bản tin địa chỉ tiến). Các bản tin sẽ được chuyển tiếp theo thông tin địa chỉ
- FSM (Bản tin thiết lập tiến). Các bản tin sẽ được chuyển đi tiếp sau các bản tin địa chỉ. Các bản tin này sẽ lại được phân loại thành các bản tin chung có các thông tin cần thiết cho việc nhận dạng các đường chủ gọi hoặc thiết lập cuộc gọi và các bản tin có các tín hiệu liên tục. Những bản tin này được gửi ngược lại để yêu cầu có thêm thông tin cho thiết lập cuộc gọi.
- SBM (Bản tin thông báo thiết lập thành công gửi về). Đây là một nhóm bản tin sẽ gửi các thông tin liên quan tới sự thành công của việc thiết lập cuộc gọi. Có các bản tin hoàn thiện địa chỉ và bản tin tính cước.
- UBM (Bản tin thông báo thiết lập không thành công gửi về). Đây là một nhóm bản tin để chuyển về các thông tin về việc thiết lập cuộc gọi không thành công.
- CSM (Bản tin giám sát cuộc gọi). Đây là một nhóm bản tin để theo dõi các cuộc gọi đã được thiết lập
- CCM (Bản tin giám sát mạch). Là nhóm bản tin theo dõi các nhóm đường thuê bao

2.5.6 Mạng truyền thông tích hợp

Các điện thoại thông thường chỉ được sử dụng để nối với một phía đối diện tương ứng nhằm thiết lập một cuộc gọi. Trong truyền số liệu, các đường dây chuyên dụng dùng cho một số lượng hạn chế các thuê bao cũng được sử dụng. Ngoài ra, các mạng lưới điện tín hiện nay đang hoạt động như là các hệ thống độc lập với các hệ thống thông tin khác. Mặt khác, tầm quan trọng của việc đảm bảo các phương tiện thích hợp để trao đổi thông tin ngày càng tăng khi xã hội ngày càng tiến gần tới thời đại thông tin. Để đương đầu với những thay đổi ấy, các hệ thống chuyển mạch điện tử đang được tích hợp và những đặc điểm mới được phát triển. Thêm nữa, việc nghiên cứu các dịch vụ mới hoang toàn đáp ứng các yêu cầu của người sử dụng cũng đang được tiến hành. Mới gần đây, các cố gắng nhằm kết hợp các hình thức khác nhau của các hệ thống thông tin đang được thực thi nhằm tạo được hiệu quả cao hơn và chi phí ít hơn. Nói chung, mục tiêu cơ bản của truyền thông có thể được coi như là quá trình gửi và nhận các thông tin cần thiết qua các loại phương tiện truyền thông khác nhau. Đồng thời, sự giao tiếp máy-máy được sử dụng để xử lý các số liệu cũng như điều khiển các tín hiệu.

Những dịch vụ kể trên có thể phân loại theo chức năng thành các dịch vụ chuyển mạch điện thoại, video và thông tin số liệu. Tùy theo dạng thông tin được xử lý, mà các phương pháp phục vụ, các đặc tính lưu lượng, độ rộng các dải tần truyền dẫn, và các đặc tính của các thiết bị đầu cuối sẽ được xác định. Kết quả là, nếu một mạng lưới thông tin với mục đích đặc biệt và dễ thiết kế được thiết lập, nó có thể sẽ không đủ linh hoạt để đáp ứng những đòi hỏi mới một cách có hiệu quả. Ngược lại, nếu nhiều loại dịch vụ thông tin được kết hợp thành một mạng lưới để hoạt động thì mạng lưới đó, cho dù hơi kém hiệu quả đôi chút, vẫn có thể dễ dàng vận hành, thay đổi và mở rộng. Ngoài ra, các tổng đài như vậy sẽ dễ dàng điều khiển. Nhằm mục đích ấy, ISDN (Mạng số đa dịch vụ) có khả năng kết hợp nhiều hệ thống khác nhau vào một hệ thống có hiệu quả đang có nhu cầu rất cao.

Các dải tần số dưới đây do ISDN xử lý. Một thông tin dải tần hẹp có độ rộng khoảng 4 KHz cần cho các điện thoại và truyền số liệu tốc độ chậm; Thông tin dải tần trung có độ rộng khoảng vài chục lần 4 KHz sử dụng cho phát thanh, truyền hình chất lượng cao hoặc gửi fax tốc độ nhanh; thông tin dải tần rộng có độ rộng khoảng vài trăm KHz dùng cho truyền số liệu tốc độ cao giữa điện thoại truyền hình băng hẹp và các máy vi tính ; và cuối cùng là các thông tin dải tần cực rộng có độ rộng MHz dùng cho các chương trình tivi thương mại hoặc thông tin hình ảnh chính xác. Hãy xem bảng 2.8

Phân loại	Thông tin dải băng hẹp	Thông tin dải băng trung bình	Thông tin dải băng rộng	Thông tin dải băng rộng cực đại
Độ rộng dải tần	2	4	3 16 48	hơn 1000
Truyền thông bằng tiếng nói	Telephone phổ dụng			
Truyền thông bằng hình ảnh	TV tĩnh		TV dải tần hẹp; telephone	
Truyền bản tin	Fax tốc độ chậm; Đồ thị nằm ngang khoảng cách xa			
Truyền số liệu	băng giấy, thẻ		Computer VS	Computer
			Băng từ	

Ngoài ra, chúng có thể được phân loại theo dạng dịch vụ chuyển mạch sẽ được cung cấp như sau: xử lý lưu lượng tức thời cho điện thoại và các TV, xử lý lưu lượng nhanh ở nơi có liên lạc máy-máy hoặc không có người vận hành và xử lý lưu lượng không tức thời. Thành công của mạng lưới truyền thông tích hợp phụ thuộc vào việc các thông tin đề cập ở trên được kết hợp với nhau như thế nào cho hiệu quả. Nhằm đạt được mục đích ấy, các điều kiện sau đây phải được thoả mãn:

- Phương pháp báo hiệu : Nên dùng phương pháp báo hiệu kênh chung có chức năng chuyển mạch điều khiển từ xa
- Kế hoạch đánh số : Hệ thống đánh số cho các thuê bao chung cần được tiêu chuẩn hoá. Một phương án số kín giới hạn việc truy nhập các cuộc gọi trong phạm vi một nhóm nhất định cần được vận dụng
- Phương pháp tính cước : Việc tính cước chi tiết cần được thực hiện tùy theo khoảng cách, thời gian gọi, độ rộng dải tần truyền dẫn và các loại dịch vụ
- Thiết bị đầu cuối : Thiết bị đầu cuối loại đa năng

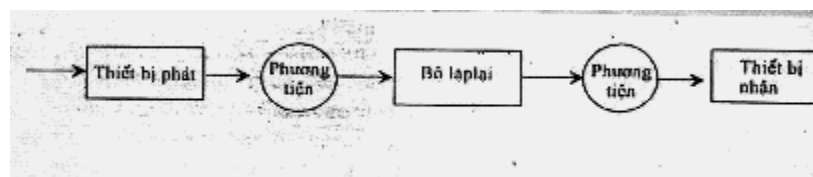
3. Kỹ thuật truyền dẫn

3.1 Phần mở đầu

3.1.1 Nguyên lý

Truyền dẫn là chức năng truyền một tín hiệu từ một nơi này đến một nơi khác. Hệ thống truyền dẫn gồm các thiết bị phát và nhận, và phương tiện truyền cùng bộ lặp lại giữa chúng như trong hình 3.1

Những phương tiện phát sẽ truyền và phát đi những tín hiệu đầu vào (tín hiệu gốc) để truyền chúng một cách hiệu quả qua phương tiện, thiết bị nhận tách ra những tín hiệu gốc trong những tín hiệu nhận được. Đồng thời bộ lặp lại xử lý việc bù lại trong quá trình truyền. Các phương tiện truyền bao gồm dây đồng, cáp đồng trục, radio, ống dẫn sóng và cáp sợi quang.



Hình 3.1. Cấu hình của hệ thống truyền dẫn

Truyền dẫn bao gồm phần truyền dẫn thuê bao nối liền máy thuê bao với tổng đài và phần truyền dẫn tổng đài nối tổng đài với tổng đài. Truyền dẫn gồm truyền bằng cáp, truyền radio, liên lạc vệ tinh, truyền TV, liên lạc sợi quang, ống dẫn sóng, liên lạc dưới đất cùng bộ chuyển tiếp phục hồi sử dụng các phương tiện truyền dẫn, kết cấu kết hợp và mạng đồng bộ hoá của các thiết bị này, việc bảo dưỡng và phần quản lý mạng của mạng truyền dẫn v.v. Do đó không phải là quá đáng khi nói rằng sự phát triển kỹ thuật truyền dẫn đã đưa tới sự phát triển liên lạc thông tin mà trong phần này sẽ trình bày về truyền dẫn tương tự và truyền dẫn số.

3.1.2 Lịch sử phát triển của truyền dẫn

Sự phát triển liên lạc viễn thông đã bắt đầu từ khi phát minh ra hệ thống điện tín hoạt động theo chế độ chữ số. Nghĩa là khi Morse phát minh ra máy điện tín năm 1835 và việc liên lạc viễn thông số bắt đầu bằng phát dòng chấm và gạch ngang năm 1876, việc sử dụng chế độ tương tự bắt đầu với phát minh điện thoại của A.G. Bell. Từ đó công nghệ liên quan đã được phát triển khá mạnh mẽ.

Phương pháp truyền dẫn đa lộ cũng đã bắt đầu từ khi có dây dẫn ba mạch thực hiện ở Mỹ năm 1925 và qua phát triển cáp đồng trục có 240 mạch, hiện nay đã sử dụng phương pháp liên lạc cơ bản với cáp đồng trục có 3.600 - 10.800 mạch, FDM (Ghép kênh theo tần số) nhiều mạch 1.800 mạch bởi vì ba.

Mặt khác từ năm 1930, phương pháp 24 mạch PAM (Điều chế biên độ xung) và PWM (Điều chế độ rộng xung) đã phát triển nhưng chưa phổ biến. Ngay sau đó A.H. Reeves phát huy PCM (Điều chế mã xung).

Nhưng phương pháp liên lạc viễn thông mới kết hợp những phương pháp PCM cũng không được áp dụng thuận lợi. Năm 1948, ngay sau khi kết thúc chiến tranh thế giới thứ hai, thiết bị PCM để thí nghiệm đã được thiết kế và sản xuất ở Mỹ. Nhưng nó cũng không được thực hiện vì lúc đó ống điện tử chỉ là một phần tử tích cực và ống mã dùng cho mã hoá bị có nhiều vấn đề khi thực hành. Sự phát minh kỹ thuật bán dẫn tiếp theo phát minh chất bán dẫn đóng vai trò quyết định trong việc áp dụng PCM. Lúc đó việc ghép kênh cáp tiếng nói bởi phương pháp PCM đã đánh dấu bước phát triển to lớn trong lịch sử liên lạc viễn thông. Phương pháp PCM có

tính thời đại đã ra đời khi có nhu cầu mạch sóng mang gần tăng lên và việc ghép không thể thực hiện được vì có khó khăn trong việc thiết lập mới hoặc thêm cáp trao đổi. Dĩ nhiên cũng có sẵn phương pháp sóng mang gần FDM nhưng nó không thể so sánh được với phương pháp PCM về mặt kinh tế và chất lượng truyền dẫn. Hơn nữa phương pháp FDM cũng không thể hoạt động được trong điều kiện yếu kém của cáp địa phương và đường dài, nhưng phương pháp PCM có ưu điểm lớn là có thể hoạt động được trong điều kiện như vậy. Do đó hệ thống T1 (bộ điện thoại 1) dùng trong liên lạc viễn thông công cộng sử dụng phương pháp PCM ở Chicago (Mỹ) trong năm 1962, phương pháp PCM-24 áp dụng ở Nhật năm 1965, phương pháp Châu Âu hiện nay (CEPT) đã phát triển và sử dụng trong những năm 1970. Lúc đó ITU-T đã kiến nghị G.733 như là một phương pháp Bắc Mỹ (NAS) và G.732 như là phương pháp Châu Âu. Mặt khác liên lạc quang cũng đánh dấu bước phát triển về liên lạc viễn thông đã được tích cực nghiên cứu với việc phát minh laser năm 1960. Khi đó, việc nghiên cứu sử dụng sóng không gian và ống dẫn chùm tia quang học là phương tiện truyền dẫn rất sôi động, khả năng truyền dẫn quang học sử dụng sợi quang làm phương tiện truyền dẫn được phát huy năm 1966, phần chính của nghiên cứu liên lạc quang học tập trung vào truyền dẫn sợi cáp quang sử dụng sợi quang học làm phương tiện truyền dẫn qua việc bổ sung tổn hao truyền dẫn sợi cáp quang 20 dB/km trong năm 1970. Hiện nay với việc phát triển phương pháp khả năng siêu đại FT-1.7G, F-1.6G v.v. Trong tương lai ngoài việc phát triển liên tục về ghép kênh và kỹ thuật liên lạc quang học như trên, chúng ta có thể phát triển kỹ thuật liên quan như truyền dẫn thuê bao số và phát triển kỹ thuật đầu nối, kỹ thuật CCC (khả năng kênh xoá) trên mạng đã có, kỹ thuật UNI (giao tiếp mạng - người sử dụng) về tiếng nói, số liệu, thông tin hình ảnh và kỹ thuật NNI (giao tiếp nút - mạng), kỹ thuật tổ hợp siêu cao VLSI (tổ hợp quy mô rất lớn) bao gồm các loại kỹ thuật mã hoá, kỹ thuật truyền dẫn số đồng bộ, mạng nối chéo, và bảo dưỡng mạng, mạng CCR (cấu hình lại điều khiển khách hàng), IN (mạng thông minh) và v.v. để chuẩn bị cho dải hẹp ISDN trong giai đoạn đã thực hiện một phần.

3.2 Truyền dẫn số và tương tự

3.2.1 Tín hiệu tương tự

Có hai nguồn thông tin mà nguồn thông tin tương tự liên tục theo sự thay đổi của giá trị vật lý thể hiện

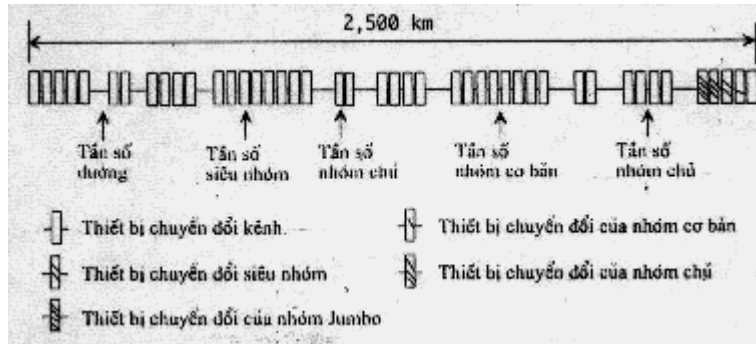
thông tin với đặc tính chất lượng như tiếng nói, tín hiệu hình ảnh, và một nguồn thông tin số là tín hiệu gián đoạn thể hiện thông tin bởi nhóm các giá trị gián đoạn xác định đặc tính chất lượng bằng quan hệ thời gian như tín hiệu số liệu. Trong quá khứ, kiểu AM (điều chế biên độ) và kiểu FDM (Ghép kênh theo tần số) $g3/4n$ trong truyền dẫn tiếng nói được chọn là một kiểu truyền dẫn vì chỉ có tiếng nói là chủ đề chính của nguồn thông tin như là một máy điện thoại.

Kiểu truyền dẫn FDM có một kiểu AM gọi là kiểu truyền dẫn tương tự. Kiểu cơ bản của truyền dẫn tương tự là kiểu ghép kênh SSB (đơn biên) của dải 4 KHz triet sóng mang để giảm công suất truyền dẫn và hạn chế dải truyền dẫn ở tỷ lệ tiêu hao ít nhất của phương tiện truyền dẫn cho một căn phươg của một tần số.

3.2.2 Thiết kế mạch

Khi thiết kế kiểu truyền dẫn ghép kênh tương tự cự ly xa, cần phải lưu ý tới S/N (tỷ lệ tín hiệu đối với tạp âm). Có 2 tạp âm trong hệ thống truyền dẫn, một tạp âm nhiệt tạo ra do mức độ đầu vào của bộ lặp lại và tạp âm méo phi tuyến tạo ra do sự biến dạng của bộ lặp lại và mức đầu ra. Mạch tương tự cần phải được thiết kế để giảm tối thiểu những tạp âm đó trong mỗi tầng mạch vì tạp âm tích tụ liên tục theo chế độ tương tự khác với việc tái tạo của chế độ số.

Để thiết kế kiểu FDM, ITU-T đã xác định 3 loại HRC 2.500 km (mạch chuẩn giả thiết) trong khuyến nghị G.222 và HRC 5.000 km trong khuyến nghị G.215. HRC 2.500 km khuyến nghị thay đổi cấu hình số của bậc chuyển đổi theo cấp của ghép kênh nhưng dù sao những khu vực không biến điện đã rất phổ biến. Tổng số tạp âm mạch 10.000pWOp được chia thành tạp âm đường truyền dẫn 7.500pWOp (3pWOp/km) và tạp âm tổng đài cuối 2.500pWOp, HRC 5.000km bao gồm 12 khu vực đồng bộ khoảng 420km.



Hình 3.2. Mạch chuẩn giả thiết (kiểu đồng trục 60 MHz)

3.2.3 Cấp ghép kênh

Cấp ghép kênh FDM do ITU-T khuyến nghị thể hiện trong bảng 3.1 BG (nhóm cơ bản) là một nhóm chuyển 12 mạch thoại có băng tần 0.3 ~ 3.4 KHz lên dải 60 ~ 108 KHz, SG (siêu nhóm) là nhóm ghép liền 5 BG.

Nhóm	Viết t3/4t	Số kênh (ch)	Dải tần (KHz)	Thành phần	Tần số sóng mang (KHz)	Tần số Pilot(KHz)
Nhóm cơ bản	BG	12	60 ~ 108			84,08
Siêu nhóm	SG	60	312 ~ 552	BG x 5	420, 468, 516, 564, 612	411,92
Nhóm chủ	MG	300	812 ~ 2044	SG x 5	1364, 1612, 1860, 2108, 2356	1.552
Nhóm siêu chủ	SMG	900	8516 ~ 12388	MG x 3	10560, 11880, 13200	11.096
Nhóm Jumbo	JG	3.600	42612 ~ 59684	SMG x 4	55000, 59400, 63800, 68200	40.920

Bảng 3.1. Cấp ghép kênh

Mỹ đã chọn 600 mạch của 564 ~ 3.084 KHz cho MG, 3.600 mạch của 564 ~ 17.548 KHz cho JG, và 10.800 mạch của 3.000 ~ 60.000 KHz cho JGM.

3.2.4 Chế độ truyền dẫn tương tự

Cáp đôi cân bằng 2 dây đối xứng bằng dây đồng 2 đôi được sử dụng trong chế độ truyền những tín hiệu băng gốc, không ghép kênh (kể cả tiếng nói, dữ liệu, tín hiệu hình) và ghép kênh tiếng nói với một số dòng cùng cỡ và truyền dẫn đi. Cáp đôi cân bằng sử dụng dài 500 KHz giá rẻ và dễ l3/4p đặt nhưng dễ làm hỏng dây cáp và xuyên âm và những nhược điểm khác.

Cáp đôi cân bằng chỉ là một phương tiện truyền dẫn sử dụng giữa máy thuê bao và tổng đài điện thoại. Hy vọng cáp đôi cân bằng sẽ là phương tiện chính trong ISDN trong tương lai. Điều kiện tối thiểu của một bộ suy giảm mạch trên mạch thông thường, là $RC > LG$, nhưng một mạch đồng bộ là $RC = LG$: Tải sẽ đóng với điều kiện trên cộng với L, được sử dụng rộng rãi từ trước cho đến 1930 không phát triển kiểu tải ba FDM hoặc PCM. Do cáp tải không thể dùng để truyền dẫn tín hiệu số vì có những nhược điểm, chủ yếu là tần số c3/4t và tăng độ trễ truyền dẫn, nên hiện nay nó chỉ dùng hạn chế cho đường trục địa phương hay đường quốc gia cỡ nhỏ đoạn ng3/4n. Hệ thống tải ba dây trần đ* nhanh chóng rút lui khi nó dùng cho đoạn ng3/4n, mạch địa phương và sau đó áp dụng cáp hoá mạch dây trần, hệ cáp không tải, một hệ thống tải ba đoạn ng3/4n từ khi loại "A" của tải ba dây trần được áp dụng ở Mỹ năm 1918 đầu tiên trên thế giới. Hiện nay ITU-T khuyến nghị đường 3 mạch (khuyến nghị G.361) và đường 12 mạch (khuyến nghị G.311). Mạch dây trần có tổn hao ít nhưng thường xuyên bị âm và thường thay đổi suy hao do thời tiết, khả năng chống lại những cảm ứng bên ngoài kém so với cáp cân bằng. Hệ thống cáp không tải được dùng làm hệ thống tải ba đường dài cho đến năm 1930 - 40 khi có cáp đồng trục. Cáp không tải 1,2 mm được sử dụng và dùng tới 360 KHz.

Hệ thống tải ba cự ly ng3/4n dùng cho khoảng cách dưới 100Km đã được phát triển để tiết kiệm cáp quốc gia trước khi l3/4p đặt. Nó đã được thực hiện ở Tây Đức và Pháp, sau đó thực hiện hệ thống "N" ở Mỹ năm 1950. Một cáp quốc gia đ* được l3/4p đặt dùng đường 2 dây mỗi nhóm để tránh xuyên nhiễu đoạn cuối đi xuống và đi lên vì hầu hết là ở đoạn đầu. Nó bao gồm 8 ~ 12 mạch sử dụng nhóm thấp hơn 12 ~ 60 KHz (6 ~ 54 KHz), hay nhóm cao hơn 72 ~ 120 KHz (60 ~ 180 KHz). Năm

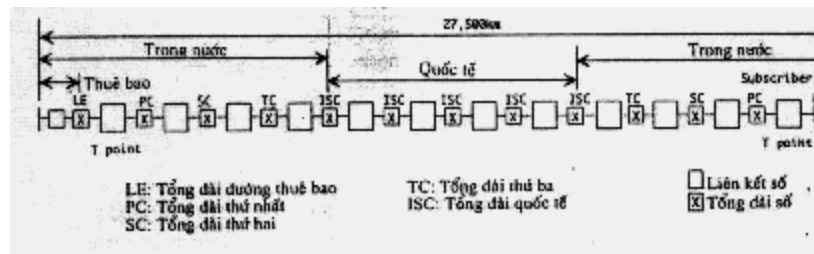
1934 Mỹ công bố rằng cáp đồng trục là phương tiện truyền dẫn thích hợp cho truyền dẫn siêu ghép kênh, hệ thống LI (cự ly ng3/4n 480 mạch, cự ly dài 600 mạch) được áp dụng trong năm 1941 là hệ thống cáp đồng trục đầu tiên trên thế giới, và trở thành dạng hệ thống truyền dẫn dây với tuyến đường cơ bản trên kh3/4p đất nước vì siêu ghép kênh tới 10.800 mạch được dùng cho tới hiện nay. Ngày nay đang sử dụng cáp đồng trục tiêu chuẩn 2,6/9,5 mm và cáp đồng trục nhỏ 1,2/4,4 mm kích thước bên trong và bên ngoài. Hệ thống cáp đồng trục đặt dưới đáy biển b3/4t đầu được xem xét từ những năm 1930 và hệ thống đầu tiên đặt ở Anh năm 1943 và ở Mỹ năm 1950. Cáp 8,3/38 mm được dùng cho biển sâu và biển nông dùng 5,6/25 mm. Chúng được thiết kế để có độ tin cậy gấp 10 lần hệ thống trên đất liền.

3.2.5 Đặc điểm của truyền dẫn số

Truyền dẫn số có nhiều ưu điểm hơn so với truyền dẫn tương tự, ví dụ nó chống tạp âm và gián đoạn ở xung quanh tốt hơn vì có bộ lặp để tái tạo, cung cấp chất lượng truyền dẫn tốt hơn bất kể khoảng cách truyền dẫn, kết hợp được mọi nguồn dịch vụ đang có trên đường truyền dẫn số và truyền sau khi chuyển thành tín hiệu số bất kể tín hiệu thông tin loại nào, tạo ra một tổ hợp truyền dẫn số và tổng đài số. Nó cũng tạo ra sự kinh tế cho hệ thống vì những phần tử bán dẫn dùng cho truyền dẫn số là những mạch tổ hợp số được sản xuất hàng loạt, và mang liên lạc có thể trở thành rất thông minh vì dễ thực hiện việc chuyển đổi tốc độ cho các dịch vụ khác nhau, thay đổi thủ tục, DSP (xử lý tín hiệu số), chuyển đổi phương tiện truyền dẫn v.v.

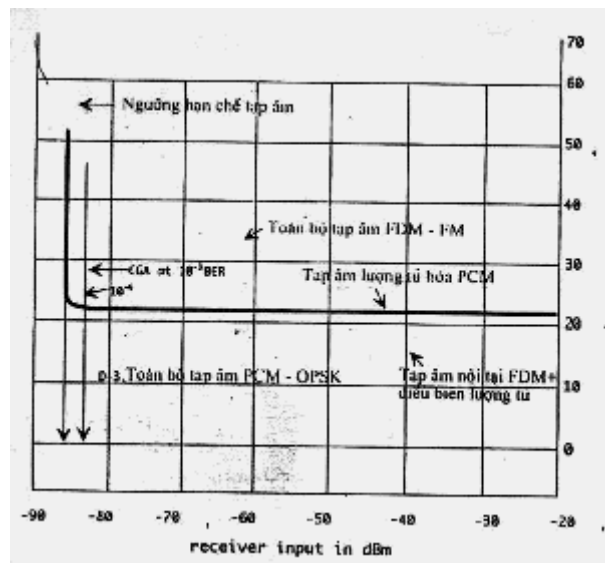
Qua việc áp dụng kỹ thuật liên lạc và máy vi tính. Tuy vậy truyền dẫn số có những nhược điểm như dải tần công tác tăng lên do việc số hoá tín hiệu, cần có bộ chuyển đổi A/D, D/A và đồng bộ giữa phát và thu, một thiết bị chuyển đổi cần có để kết hợp hệ FDM và hệ TDM vì hệ thống số không tương thích với các hệ thống hiện có. Trước đây, trong trường hợp đường thuê bao và đường giữa các tổng đài khu vực dùng cáp âm tần 2 hay 3 dây và gọi đường dài chủ yếu dựa vào chế độ tương tự như cáp đồng trục, radio FDM v.v. Nhưng với sự xuất hiện của kiểu tải ba T1, các thiết bị sau đây cần phát triển để tương thích nhằm giảm chi phí mỗi đường cho đến cuối thập kỷ 1970 : hệ thống ghép kênh số kể cả PCM dây, g3/4n thêm chế độ tương tự vào chức năng truyền dẫn số kể cả DOV (dữ liệu trên tiếng nói), bộ ghép

kênh - ghép (ITU-T khuyến nghị G.794) nối mạng FDM với mạng TDM. Với sự xuất hiện của tổng đài số, chiều hướng số hoá ngày một tăng nhanh đẩy lùi kiểu tương tự, trên kh3/4p đất nước mọi nơi đều lựa chọn kiểu số làm nguyên lý chủ yếu khi liên lạc quang số được áp dụng đến đầu những năm 1980, tạo ra sự chờ đợi và mong muốn về tổ hợp truyền dẫn đa dịch vụ ISDN. HRX (nổi chuẩn giả thiết) của khoảng cách dài nhất của hệ thống truyền dẫn số chia mục tiêu tổ hợp của chất lượng mạng thành bộ phận mạng phù hợp với hệ truyền dẫn số như trong hình 3.3.



Hình 3.3. HRX tiêu chuẩn quốc tế (cấp dài nhất)

Nói chung, mạch PCM có đặc điểm ưu việt hơn về tạp âm so với mạch FDM như nhận tín hiệu radio trình bày trong hình 3.4. Trái với mạch FDM liên tục tăng tạp âm tỷ lệ nghịch với tín hiệu đầu vào, mạch PCM có đặc điểm ưu việt không tăng tạp âm trong mức ngưỡng tuy có tạp âm hơn do chế độ.



Hình 3.4. Đặc điểm tạp âm

BER (tỷ lệ lỗi bit) của hệ thống PCM xung quanh mức ngưỡng được nhanh chóng làm giảm bằng cách tăng tỷ số S/N. Bởi vì tạp âm của kiểu FDM nhạy hơn với S/N, trái với đặc điểm tạp âm của hệ thống PCM bất kể tạp âm của truyền dẫn trung kế và chỉ nhận thấy tạp âm lượng tử hoá và tăng lỗi quá mức nếu giữ BER ở một mức độ nào đó.

Nói chung, truyền tiếng nói trong tình trạng tốt nếu BER nhỏ hơn 10^{-5} và cho phép tới 10^{-4} nhưng có cảnh báo khẩn cấp và thông tin gián đoạn nếu BER là 10^{-3} . Dữ liệu hay tiếng nói cho phát thanh, truyền hình phải ưu việt hơn về những giá trị này. Một lợi thế của mạng mạch số là có những đặc điểm ưu việt như sau:

Hầu hết các đặc tính của mạng tiếng nói số hoá được liệt kê ở bảng 3.2 và được thảo luận trong những phần sau g3/4n liên với những ưu điểm của việc truyền dẫn số hoặc chuyển mạch số có liên quan đến những phía đối tác là tương tự. Trong một số trường hợp cá biệt, các đặc trưng chỉ g3/4n liên với mạng số hoàn toàn. Thí dụ, mã hoá (Encryption) là thực tế và nhìn chung chỉ có ích nếu dạng an toàn của bản tin được thiết lập ở nguồn và chỉ chuyển ngược lại thành rõ ràng tại nơi gửi tới. Như vậy, hệ thống số điểm tới điểm hoạt động với sự không hiểu biết về bản chất của đường thông (có nghĩa là cung cấp sự truyền tin rõ ràng) là nhu cầu tất yếu đối với các ứng dụng mã hoá. Vì những nguyên nhân tương tự, việc truyền dẫn số điểm tới điểm là cần thiết đối với các ứng dụng có liên quan đến số liệu.

Khi một mạng lưới bao gồm các thiết bị hỗn hợp cả tương tự và số, việc sử dụng tổng hợp mạng cho các dịch vụ như truyền tin số liệu yêu cầu sự phù hợp với mẫu số chung nhỏ nhất của mạng : Kênh tương tự.

1. Sự thuận tiện của ghép kênh
2. Sự thuận tiện của báo hiệu
3. Sử dụng công nghệ hiện đại
4. Hợp nhất việc truyền và chuyển mạch
5. Phục hồi tín hiệu
6. Điều khiển hiệu suất
7. Thích ứng với các dịch vụ khác
8. Hoạt động tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm/ tín hiệu trên nhiễu thấp
9. Sự thuận tiện của mã hoá

Bảng 3.2. Tiến bộ kỹ thuật của mạng thông tin số hoá

1) Sự thuận tiện của ghép kênh :

Kỹ thuật số hoá đã được ứng dụng đầu tiên đối với điện thoại tổng thể trong hệ chuyển tải T giữa các tổng đài (Ghép kênh phân chia thời gian). Về thực chất các hệ thống này trao đổi điện tử gây tổn thất ở các điểm cuối của đường truyền tin do sự phí tổn của cặp bội dây dẫn giữa chúng (sự trao đổi đó hàng năm gây phí tổn càng nhiều). Tuy nhiên sự ghép kênh phân chia tần số của các tín hiệu tương tự cũng được sử dụng trong quá khứ để giảm chi phí dây cáp. Thiết bị ghép kênh phân chia tần số (FDM) đắt hơn nhiều so với thiết bị ghép kênh phân chia thời gian (TDM), thậm chí khi giá thành của số hoá được tính vào. Sau khi tín hiệu tiếng nói được số hoá, giá thành thiết bị TDM hoàn toàn nhỏ hơn khi mang so sánh. Vì số hoá chỉ xuất hiện ở mức đầu tiên của hệ thống phân cấp TDM, TDM số hoá mức cao thậm chí kinh tế hơn các bộ phận tương ứng FDM mức cao.

Điều đó chỉ ra rằng việc ghép kênh phân chia thời gian của các tín hiệu tương tự cũng rất đơn giản và không yêu cầu số hoá các giá trị mẫu. Mặt không thuận tiện của TDM tương tự nằm trong tính chất có thể bị tổn thương của những xung tương tự hẹp do nhiễu tạp âm, méo tiếng, xuyên âm và nhiễu ký hiệu.

Sự suy biến này không thể bị loại bỏ bằng tái tạo như trong hệ thống số hoá. Vì thế TDM tương tự cũng không thể thực hiện được loại trừ môi trường tự do không có tạp âm, biến dạng. Về thực chất, khả năng đối với việc tái tạo tín hiệu thậm chí ở việc tiêu hao của độ rộng dải tần số lớn hầu như là một nhu cầu đối với truyền tin TDM.

2) Sự thuận tiện của hệ thống báo hiệu :

Những thông tin điều khiển (tín hiệu nhắc máy, đặt máy, các chữ số địa chỉ, gửi tiền v.v.) vốn có số hoá và vì thế dễ dàng hợp nhất trong một hệ truyền dẫn số, như thế có nghĩa là về thông tin điều khiển kết hợp trong liên kết truyền tin số hoá gồm ghép kênh phân chia thời gian, sự điều khiển như là tách biệt nhưng dễ dàng có thể nhận biết kênh điều khiển. Cách tiếp cận khác gồm việc gài các mật mã điều khiển đặc biệt trong kênh truyền tin và có mạch logic số hoá trong thiết bị đầu cuối nhận và giải mã thông tin điều khiển. Trong mỗi trường hợp, hệ thống truyền tin

càng được quan tâm hơn thì thông tin điều khiển không thể nhận biết từ đường truyền bản tin.

Trong sự tương phản, các hệ thống truyền tin tương tự yêu cầu sự quan tâm đặc biệt tới hệ thống tín hiệu điều khiển. Nhiều hệ thống truyền tin tương tự thể hiện sự duy nhất và đôi khi hoàn cảnh khó khăn cho cài đặt thông tin điều khiển. Một kết quả không may $m3/4n$ là nhiều sự khác biệt của khuôn khổ tín hiệu điều khiển và thủ tục tiến hành. Khuôn khổ điều khiển phụ thuộc vào bản chất của cả hai hệ thống truyền dẫn và thiết bị đầu cuối của chúng. Trong một số giao diện giữa các hệ thống của mạng, thông tin điều khiển phải được chuyển đổi từ khuôn khổ này sang khuôn khổ khác. Vì thế hệ thống báo hiệu trên các đường truyền tin tương tự tương ứng với một gánh nặng nề về quản trị và tài chính đối với các công ty điện thoại công cộng.

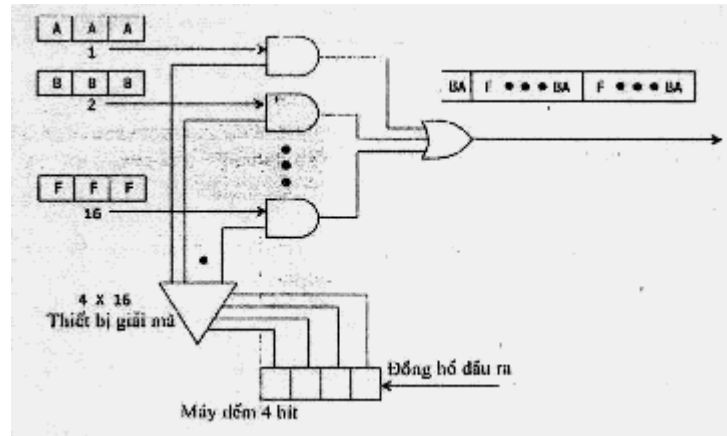
Sự chuyển đổi sang báo hiệu kênh chung loại bỏ hầu hết chi phí báo hiệu có liên quan với các trục đường trung kế nhưng không thay đổi tình trạng đối với các đường dây thuê bao riêng biệt, trong đó báo hiệu thực hiện trên cùng một phương tiện như kênh thông tin. Việc sử dụng các đường dây thuê bao số hoá (DSLs) giảm chi phí truyền tín hiệu liên quan tới các đường dây thuê bao tương tự, giúp bù đắp giá thành cao hơn của (DSL) và điện thoại số. DSLs là khía cạnh nền tảng của ISDN.

Tóm lại, các hệ thống số cho phép điều khiển thông tin được cài đặt vào và tách từ dòng thông tin một cách độc lập với bản chất của các phương tiện truyền tin (dây cáp, sợi quang, vi ba, vệ tinh, ...). Vì vậy thiết bị báo hiệu có thể được thiết kế riêng biệt với hệ thống truyền dẫn. Sau đó chức năng điều khiển và khuôn khổ có thể được thay đổi không phụ thuộc vào hệ thống truyền dẫn. Ngược lại, các hệ thống truyền dẫn số có thể được nâng cấp không ảnh hưởng tới các chức năng điều khiển ở cả hai đầu của đường truyền.

3) Sử dụng công nghệ hiện đại

Một bộ ghép kênh hoặc ma trận chuyển mạch cho các tín hiệu số hoá phân chia thời gian được áp dụng với cùng mạch cơ sở được sử dụng để xây dựng các máy tính số hoá, các cổng logic và bộ nhớ. Điểm cơ sở của chuyển mạch số hoá

không có gì hơn là cổng "AND" với một đầu vào logic được gán cho tín hiệu thông tin và các đầu vào khác được sử dụng cho điều khiển (lựa chọn điểm c3/4t qua). Vì vậy những phát triển gây ấn tượng mạnh mẽ của công nghệ mạch tích hợp số hoá cho mạch logic và bộ nhớ máy tính là ứng dụng một cách trực tiếp đến truyền dẫn số hoá và các hệ thống chuyển mạch. Qua thực tế, nhiều mạch tiêu chuẩn đã phát triển để sử dụng trong các máy tính đã có hữu hiệu trực tiếp trong ma trận chuyển mạch hoặc bộ ghép kênh. Hình 3.5 trình bày các ứng dụng cơ bản của bộ ghép kênh phân chia thời gian số hoá, 16 kênh, bit xen giữa sử dụng mạch logic số hoá chung. Như đã ký hiệu chức năng ghép kênh gồm không có gì ngoài lấy mẫu theo chu kỳ từ 16 luồng dữ liệu đầu vào. Hoạt động như vậy tổng hợp toàn bộ các luồng dữ liệu được đồng bộ với nhau. Tiến trình đồng bộ các luồng dữ liệu đòi hỏi mạng logic rất phức tạp. Tuy nhiên, việc ứng dụng bộ ghép kênh TDM rẻ hơn nhiều so với FDM tương tự. Thậm chí, những tiến bộ vượt bậc của công nghệ hiện đại thành đạt do sử dụng các mạch tích hợp tỷ lệ lớn (LSI) được thiết kế đặc biệt cho chức năng thông tin viễn thông như lập/giải mã mật mã tiếng nói, các bộ ghép kênh, ma trận chuyển mạch, bộ xử lý tín hiệu số mục đích đặc biệt và mục đích chung (DSPs). Giá thành hạ tương đối và năng suất cao của mạch số cho phép các ứng dụng số hoá được sử dụng trong một số ứng dụng rất đ3/4t khi dùng một số linh kiện tương tự. Thí dụ, các chuyển mạch hoàn toàn không bị khoá là không thực tế với các ứng dụng tương tự thông thường trừ trường hợp kích thước nhỏ. Trong chuyển mạch số hiện đại, chi phí của chính các ma trận chuyển mạch là không đáng kể. Tuy nhiên, đối với những ứng dụng kích thước trung bình, kích thước của ma trận chuyển mạch có thể được tăng để cung cấp những hoạt động không khoa nếu yêu cầu. Điện thoại tự động phân tán được Collins-Rockwell phát triển là một thí dụ về hoạt động chuyển mạch số trong môi trường tương tự. Việc ứng dụng số được chọn một cách rộng rãi bởi vì nó có thể cung cấp một cách kinh tế những hoạt động không khoá.



Hình 3.5. Bộ ghép kênh TDM 16:1

Lợi ích của công nghệ máy móc hiện đại không bị hạn chế đối với các mạch số đơn lẻ. Các mạch tích hợp tương tự cùng tiến bộ một cách đáng kể, cho phép các ứng dụng tương tự truyền thông phát triển một cách đáng kể. Tuy nhiên một trong những nhu cầu cơ bản đầu tiên của phân tử tương tự là chúng phải là đường tuyến tính. Như vậy, nếu chỉ bởi vì sự nhấn mạnh việc nghiên cứu và phát triển, các phân tử số nhanh dễ sản xuất hơn các linh kiện tương tự tuyến tính. Ngoài ra, những ứng dụng số có thể có ưu việt hơn về tính năng tiềm tàng so với những ứng dụng tương tự. Lợi thế này được b3/4t nguồn từ sự thuận tiện tương đối là những tín hiệu số có thể được ghép kênh. Một hạn chế lớn với việc sử dụng toàn bộ linh kiện LSI gây nên do khả năng hạn chế của những mối nối bên ngoài đối với thiết bị. Với kỹ thuật ghép kênh phân chia thời gian một chân vật lý đơn độc có thể được sử dụng để truy nhập nhiều kênh trong thiết bị. Như thế, cùng một kỹ thuật được ứng dụng để giảm giá thành của các hệ thống truyền dẫn có thể cũng được dùng bên trong một modul địa phương để giảm tối thiểu những đường nối bên trong và tăng tối đa việc sử dụng tích hợp tỷ lệ lớn. Cuối cùng: "chuyển mạch trên một vi mạch" chỉ có thể nếu số lớn kênh có thể được ghép kênh thành số lượng nhỏ các đường nối ngoài tương ứng.

Sự phát triển công nghệ để có ảnh hưởng quan trọng nhất trên mạng lưới điện thoại là truyền dẫn bằng cáp sợi quang. Tuy nhiên chính các cáp sợi quang không làm thuận lợi cho truyền tin số hơn truyền tin tương tự, sự giao tiếp các mạch điện tử với hệ thống sợi quang thực hiện lần đầu tiên trong chế độ đóng/mở (hoạt động không tuyến tính). Như thế truyền tin số chiếm ưu thế so với các ứng dụng cáp sợi

quang, m3/4c dầu việc nghiên cứu công nghệ sợi quang tương tự là quan trọng đặc biệt đối với tín hiệu video.

4) Hợp nhất việc truyền tin và chuyển mạch

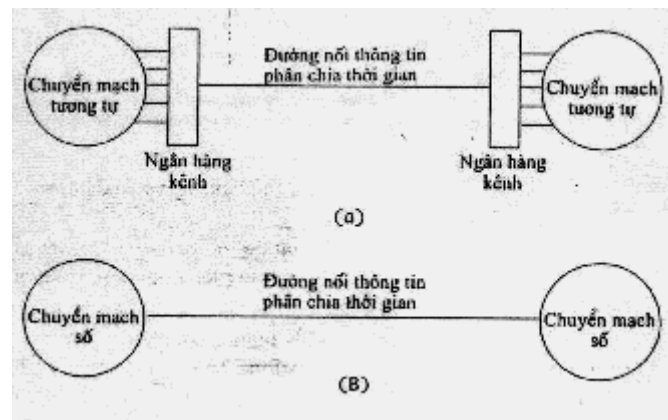
Theo truyền thống truyền tin tương tự và các hệ thống chuyển mạch của mạng lưới điện thoại được thiết kế và quản lý bởi các tổ chức độc lập về mặt chức năng. Trong các công ty điện thoại, hai loại thiết bị này được coi như là nhà máy bên ngoài và nhà máy bên trong tương ứng. Những thiết bị này cần cung cấp các mặt giao diện chuẩn, song ngoài ra thiết bị truyền tin phải độc lập về mặt chức năng với thiết bị chuyển mạch.

Khi ghép kênh phân chia thời gian của các tín hiệu tiếng nói số được đưa vào trong lĩnh vực tổng đài và các kỹ sư truyền thông b3/4t đầu quan tâm đến chuyển mạch số, thì một điều trở nên rõ ràng là các thao tác dồn kênh phân chia thời gian rất giống với chức năng chuyển mạch phân chia thời gian. Trong thực tế, các giai đoạn đầu của chuyển mạch số tạo ra các tín hiệu TDM mức đầu tiên do bản chất, thậm chí cả khi giao tiếp với những đường truyền tin tương tự.

Vì thế các thao tác ghép kênh của hệ thống truyền dẫn có thể dễ dàng được tích hợp trong một thiết bị chuyển mạch.

Tiến bộ cơ bản của việc kết hợp 2 hệ thống được thể hiện ở hình 3.6. Thiết bị tách kênh (các ngân hàng kênh) ở các trạm chuyển mạch không cần thiết và thiết bị chuyển mạch giai đoạn đầu được loại bỏ. Nếu 2 đầu của các đường trung kế số TDM được tập hợp trong chuyển mạch số, các ngân hàng kênh ở cả 2 đầu của đường trung kế được loại bỏ. Trong mạng tích hợp tổng thể, tín hiệu tiếng nói được số hoá ngay hoặc gần nguồn và giữ nguyên số hoá cho đến khi chúng được phân phát tới địa chỉ đích của chúng. Hơn nữa, toàn bộ các đường trung kế nối giữa các tổng đài và đường liên kết nội bộ của hệ thống chuyển mạch mang tín hiệu TDM một cách độc quyền. Vì thế sự ghép kênh và tách kênh mức đầu tiên là không tồn tại ngoại trừ ở bên ngoài của mạng lưới. Mặc dầu sự tích hợp của các tín hiệu DSI trong các thiết bị chuyển mạch là phổ biến, sự tích hợp của các tín hiệu mức cao hơn bị phức tạp hoá bởi dạng ghép kênh mức cao hơn (lấp đầy xung). Một dạng

đồn kênh mới hơn (SONET) dễ thay đổi hơn nhiều để hướng những đường liên kết vào trong hệ thống chuyển mạch.



Hình 3.6. Tích hợp của truyền dẫn và chuyển mạch

Tích hợp các chức năng truyền dẫn và chuyển mạch không chỉ loại bỏ được nhiều thiết bị mà còn cải thiện đáng kể chất lượng tiếng nói giữa điểm tới điểm. Bằng cách loại bỏ các biến đổi lặp nhiều lần tương tự sang số và số sang tương tự và bằng cách sử dụng các đường truyền có tỷ lệ lỗi thấp, chất lượng tiếng nói được xác định chỉ bằng quá trình mã hoá. Tóm lại, lợi ích của việc thực hiện của mạng số tích hợp toàn bộ là :

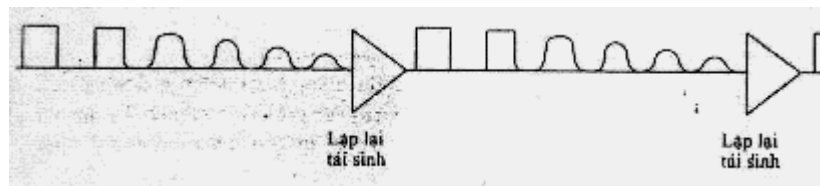
1. Chất lượng tiếng nói đường dài là tương đồng với chất lượng tiếng nói khu vực trong mọi phương diện của tạp âm, mức tín hiệu và độ biến dạng.
2. Vì mạch số vốn là 4 dây, tiếng vang được loại bỏ và việc ghép đôi hoàn toàn thực hiện mạch số 4 dây là có khả năng.
3. Nhu cầu cáp đầu vào và sự phân bố khung chính (mainframe) của đôi dây ghép giảm đáng kể bởi vì toàn bộ các đường trung kế được ứng dụng như là các kênh con của tín hiệu TDM.

5) Tái tạo tín hiệu

Sự có mặt của tiếng nói (hoặc một tín hiệu tương tự nào đó) dưới dạng số kéo theo việc biến đổi các tín hiệu dạng sóng tương tự liên tục thành các chuỗi các giá trị mẫu rời rạc. Mỗi giá trị mẫu rời rạc được biểu diễn bởi một số các chữ số thông tin nhị phân. Khi được truyền đi, mỗi chữ số nhị phân chỉ được biểu diễn bởi một trong

hai giá trị tín hiệu có thể có (có nghĩa là có xung / không có xung hoặc xung dương / xung âm). Công việc của thiết bị nhận tin là quyết định giá ròi rạc nào đã được chuyển đi và thể hiện thông tin như một dãy các mẫu thông tin rời rạc được mã hoá dưới dạng nhị phân. Nếu chỉ có số lượng nhỏ tạp âm, nhiễu hoặc biến dạng ảnh hưởng đến tín hiệu trong quá trình truyền tin, các số liệu nhị phân trong máy thu đồng nhất với dãy nhị phân được sinh ra trong số hoá hoặc quá trình mã hoá. Như trình bày ở hình 3.7. Quá trình truyền tin, không kể sự tồn tại của sự không hoàn hảo nào đó, không thay đổi bản chất cần thiết của thông tin. Tất nhiên, nếu sự không hoàn hảo gây nên những thay đổi đáng kể trong tín hiệu, những lỗi tách sóng xảy ra và các số liệu nhị phân trong máy thu không thể hiện số liệu nguyên thủy một cách chính xác.

Thuộc tính nền tảng của hệ thống số là xác suất của lỗi truyền tin có thể được thực hiện nhỏ tùy ý do cài đặt các bộ lặp tái sinh ở các điểm giữa trên đường truyền tin. Nếu các địa điểm gần nhau, các nút trung gian này tách sóng và tái sinh tín hiệu số trước khi sự thoái hoá cảm ứng kênh trở nên đủ rộng để gây nên các sai số quyết định. Tỷ lệ sai số điểm đến có thể được tạo nên độ nhỏ tùy ý do cài đặt số lượng thích hợp các nút tái sinh trên đường truyền tin.



Hình 3.7. Tái sinh tín hiệu trong đường lặp lại số

Lợi ích trực tiếp nhất của quá trình tái sinh là khả năng cô lập các hiệu ứng thoái hoá tín hiệu. Vì sự thoái hoá trên bộ phận tái sinh đặc biệt nào đó của đường truyền tin không gây nên các sai số, hiệu ứng của nó được loại bỏ. Ngược lại, sự suy yếu tín hiệu trong truyền tin tương tự tích lũy từ bộ phận này đến bộ phận kia. Hệ thống con riêng rẽ của mạng lưới tương tự rộng phải được thiết kế với việc điều khiển một cách chặt chẽ trên hiệu suất truyền tin để chất lượng truyền đi đến điểm có thể chấp nhận được. Mặt khác, một hệ thống con riêng rẽ của mạng lưới số chỉ cần được thiết kế để đảm bảo tỷ lệ sai số tối thiểu nào đó, một mục tiêu có thể thực hiện được dễ dàng. Khi một mạng lưới số hoàn toàn được thiết kế với đủ

các điểm tái sinh để loại bỏ sai số kênh một cách hữu hiệu, chất lượng truyền tin của toàn bộ mạng lưới được xác định bởi quá trình số hoá và không phải bằng hệ thống truyền tin. Xử lý đảo tương tự sang số vốn mất độ tin cậy của tín hiệu vì nguồn tín hiệu dạng sóng tương tự liên tục chỉ có thể được thể hiện bằng giá trị mẫu rời rạc. Tuy nhiên, bằng cách thiết lập đủ các mức rời rạc, các tín hiệu dạng sóng tương tự có thể được thể hiện với sai số đảo ít như mong muốn.

Quyết định tăng đòi hỏi nhiều bit hơn và do đó độ rộng dải tần lớn hơn đối với truyền tin. Vì thế hệ thống truyền tin số cung cấp dễ dàng sự trao đổi giữa chất lượng truyền tin và độ rộng dải tần (Trao đổi tương tự tồn tại đối với các tín hiệu tương tự điều biến tần số).

6) Hiệu suất điều khiển

ích lợi bổ sung của cấu trúc tín hiệu độc lập theo nguồn trong một hệ truyền tin số là ở chỗ chất lượng của tín hiệu nhận được có thể được xác định không cần sự hiểu biết nào về bản chất của đường thông. Đường truyền tin được thiết kế để sản ra các xung được xác định tốt với các mức rời rạc. Bất kỳ sự chệch nào trong tín hiệu nhận được khác với các số dự tính ban đầu được lập ra trong thiết kế, thể hiện sự thoái hoá trong chất lượng truyền tin. Nhìn chung các hệ thống tương tự không thể điều khiển, hoặc thử nghiệm về mặt chất lượng trong khi đang phục vụ vì cấu trúc tín hiệu được truyền là không rõ. Các tín hiệu ghép kênh FDM bao gồm một loại đặc trưng tín hiệu chuẩn để đo sự liên tục của kênh và các mức nguồn. Mức nguồn của một tín hiệu chuẩn là một phương tiện hiệu quả để đánh giá tỷ lệ tín hiệu đối với âm tạp - chỉ trong môi trường âm tạp cố định. Vì thế, âm tạp và biến dạng đôi khi được xác định bằng cách đo mức năng lượng trong khe bản tin chưa được dùng hoặc ở rìa của băng truyền tín hiệu. Tuy nhiên không có trường hợp nào, chất lượng của kênh đang phục vụ được đo trực tiếp.

Một phương pháp chung đo chất lượng đường truyền tin số là thêm bit ch1/2n lẻ hoặc các bit CRC vào các luồng thông tin. Sự cấu trúc thừa được đưa vào luồng dữ liệu bằng các bit ch1/2n lẻ cho phép các mạch logic số trong máy thu xác định dễ dàng tỷ lệ sai số kênh. Nếu tỷ lệ sai số vượt quá một vài giá trị ban đầu thì đường truyền tin bị thoái hoá.

Kỹ thuật khác để đo chất lượng truyền tin trong khi đang phục vụ được sử dụng các đường hệ chuyển tải T. Kỹ thuật này gồm việc theo dõi sự dư thừa $ch3/4c$ $ch3/4n$ trong dạng sóng của chính tín hiệu. Khi mẫu dư thừa ở máy thu chệch khỏi mức bình thường, việc giải quyết sai số xảy ra.

7) Sự thích ứng với các dịch vụ khác :

Điều này đã được chỉ ra trước đây rằng hệ thống truyền dẫn số thích ứng một cách dễ dàng thông tin điều khiển (hệ thống báo hiệu). Thực tế này thể hiện hướng nền tảng của truyền dẫn số : bất kỳ thông tin mã hoá dưới dạng số nào (dù là bản chất tiềm tàng là số hay được biến đổi từ tương tự) thể hiện dạng tín hiệu chung đối với hệ thống truyền dẫn. Do vậy, hệ thống truyền dẫn không cần cung cấp một sự chú ý đặc biệt nào đối với dịch vụ riêng lẻ và có thể, trong thực tế, một cách tổng quát là không khác biệt đối với bản chất của đường thông mà nó chuyển tải.

Trong mạng lưới tương tự, tiêu chuẩn truyền dẫn là mạch tiếng nói 4 KHz. Tất cả những dịch vụ đặc trưng như số liệu hoặc fax phải được chuyển đổi "giống như tiếng nói". Đặc biệt tín hiệu số liệu phải được đảo thành dạng tương tự thông qua việc sử dụng các bộ điều biến (modem). Các kênh tương tự chuẩn cần thiết phải được tối ưu hoá đối với chất lượng tiếng nói. Trong cách làm tương tự, các đặc tính truyền dẫn nào đó (như sự tương ứng về pha và tạp âm của xung) thu nhận chú ý ít hơn so với sự sút kém chất lượng tiếng nói. Một vài sự cân nh3/4c ít được nhấn mạnh, đặc biệt biến dạng pha là tình trạng khẩn đối với các dịch vụ số liệu tốc độ cao. Việc sử dụng mạng tương tự đối với các dịch vụ phi tiếng nói có lẽ cần đến sự bù đặc biệt đối với các suy yếu truyền dẫn tương tự khác nhau. Nếu như kênh tương tự quá kém nó không thể sử dụng được đối với những ứng dụng đặc biệt. Ngược lại thông số chính của chất lượng trong hệ thống số là tỷ lệ lỗi. Các kênh có tỷ lệ lỗi thấp đạt được một cách dễ dàng. Hiệu ứng của lỗi kênh có thể được loại bỏ một cách hữu hiệu bằng các thủ tục điều khiển lỗi được thực hiện bởi người sử dụng. Lợi ích tăng thêm của dạng truyền dẫn chung là đường thông từ các loại nguồn khác nhau có thể bị phá trộn bên trong trong đường truyền dẫn đơn mà không bị nhiễu tương hỗ. Việc sử dụng phương tiện truyền dẫn chung đối với các tín hiệu tương tự đôi khi phức tạp bởi vì các dịch vụ riêng lẻ đòi hỏi sự phân biệt các mức chất lượng. Thí dụ, tín hiệu vô tuyến đòi hỏi chất lượng truyền dẫn lớn hơn tín hiệu tiếng nói, chúng không thường xuyên kết hợp với các kênh tiếng nói

FDM trong hệ thống truyền dẫn tương tự dải rộng. Mặc dù vậy, các công ty điện thoại lo 13/4ng chính đến dịch vụ tiếng nói (PDTs), sự phát triển rất nhanh trong truyền tin số liệu thúc đẩy sự quan tâm tăng đối với nhu cầu thích ứng truyền dẫn số liệu. Những tiến bộ vốn có của các hệ thống số đối với thông tin số liệu sẽ giúp thúc đẩy phát triển hơn nữa các dịch vụ phi tiếng nói khi các kênh số trở nên dễ truy nhập tới thông qua ISDN.

8) Hoạt động ở tỷ lệ tín hiệu / tạp âm hoặc tín hiệu / nhiễu thấp :

Tạp âm và nhiễu trong mạng tiếng nói tương tự hầu hết trở nên rõ ràng trong thời gian dừng lời khi biên độ tín hiệu thấp. Một khối lượng nhỏ tương ứng tạp âm xuất hiện trong khi dừng nói có thể làm bức mình người nghe. Ở những mức độ tương tự của tạp âm hoặc nhiễu hầu như là không đáng kể khi tiếng nói thể hiện. Vì thế nó là mức tạp âm tuyệt đối của kênh rồi xác định chất lượng tiếng nói tương tự. Đánh giá chủ quan về chất lượng tiếng dẫn đến các tiêu chuẩn mức tạp âm cực đại gồm 28 dBm CO (-62 dBmO) cho các hệ thống chuyển tải ng3/4n và 34 dBm CO (-56 dBmO) cho các hệ thống chuyển tải dài. Để so sánh, mức cường độ mạnh của người nói tích cực điển hình là - 16 dBmO. Vì thế tỷ lệ điểm tới điểm và từ tín hiệu đến tạp âm đặc trưng trong các mạng tương tự là 46 và 40 dB đối với các hệ chuyển tải ng3/4n và dài tương ứng. Tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm trên các hệ thống truyền dẫn riêng lẻ cần thiết cao hơn. Trong hệ thống số, điểm dừng tiếng nói được mã hoá với mẫu số liệu đặc biệt và truyền đi ở mức cường độ tương tự như tiếng nói mạnh. Bởi vì tái sinh tín hiệu hầu như loại bỏ một cách vô hình toàn bộ tạp âm nảy sinh trong môi trường truyền dẫn. Tạp âm trong kênh rồi được xác định bằng trong quá trình mã hoá chứ không phải bằng đường truyền dẫn. Vì thế chỗ ng3/4t tiếng nói không xác định các mức tạp âm cực đại như chúng làm trong hệ thống tương tự. Các đường dây truyền dẫn số cho phép không có lỗi ở tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm là từ 15 tới 25 dB phụ thuộc vào kiểu mã đường hay sự điều biến được sử dụng.

Khả năng của hệ thống truyền dẫn số trong việc loại bỏ xuyên âm đôi khi quan trọng hơn khả năng của nó để hoạt động ở các mức cao tương ứng của tạp âm ngẫu nhiên. Một trong những quan niệm r3/4c rồi nhất trong thiết kế và bảo dưỡng mạng tương tự là sự cần thiết loại bỏ xuyên âm giữa các cuộc đàm thoại. Vấn đề nổi lên rõ nhất là khi tạm dừng trên một kênh trong lúc kênh khác bị nhiễu ở cường

độ cực đại. ở thời điểm đó xuyên âm ở mức độ thấp cũng có thể thấy rõ. Xuyên âm đặc biệt không mong đợi nếu nó là dễ hiểu và vì vậy vi phạm đến riêng tư của một người nào đó. Chỗ ng3/4t tiếng nói không sản ra những tín hiệu biên độ thấp trên đường truyền dẫn số. Đường truyền dẫn số bảo tồn tín hiệu số biên độ không đổi. Do đó các mức thấp của tiếng nói chuyện chen vào được loại bỏ bằng quá trình tái sinh trong bộ lặp số hoặc máy thu số. Thậm chí nếu xuyên âm ở biên độ thích hợp gây nên lỗi tách sóng, hiệu ứng xuất hiện như tạp âm ngẫu nhiên và như vậy sẽ là khó hiểu.

Vì thực tế hệ thống số cần độ rộng dải tần lớn hơn hệ thống tương tự có thể so sánh được và như thế các độ rộng dải tần rộng hơn cũng có nghĩa là xuyên âm và các mức tạp âm lớn hơn, khả năng hoạt động ở mức SNRs thấp hơn có lẽ cũng là một yêu cầu của hệ thống số như là tính ưu việt của nó.

9) Sự thuận tiện của mã hoá

Mặc dầu hầu hết người sử dụng điện thoại cần ít đến mã hoá tiếng nói, song sự thuận tiện mà các luồng bit số có thể được ngẫu nhiên hoá và giải ngẫu nhiên, nghĩa là mạng lưới số cung cấp thêm thuận lợi cho người sử dụng với những cuộc đàm thoại nhạy cảm. Ngược lại, tiếng nói tương tự vô cùng khó mã hoá và nhìn chung không được an toàn như tiếng nói được mã hoá số. Như đã đề cập trước đây, nó là sự mã hoá của tiếng nói số thu hút sự quan tâm của quân đội.

3.2.6 Hệ phân cấp số

Như trong trường hợp của phương pháp truyền dẫn tương tự nó được phân cấp theo BG, SG và MG, phương pháp truyền dẫn số cũng được phân cấp từ mức ghép kênh sơ cấp đến mức ghép kênh cấp cao.

Tốc độ Mb/s	Châu Âu	B3/4c Mỹ	Nhật Bản
1.544		DS1 (24ch)	Nhóm sơ cấp
2.048	CEPT1 (30ch)		(24ch)
3.152		DS1C (48ch)	
6.312		DS2 (96ch)	Nhóm cấp hai

8.448	CEPT2 (120ch)		(96ch)
32.064			Nhóm cấp ba
34.368	CEPT3 (480ch)		(480ch)
44.736		DS3 (672ch)	
97.728			Nhóm cấp tư
			(1,440ch)
139.264	CEPT4 (1,920ch)	DS4E (2,016ch)	
274.176		DS4 (4,032ch)	
397.200			Nhóm cấp năm
564.992	CEPT5 (7,680ch)	DS5E (8,064ch)	(5,760ch)
1.600.00			Nhóm cấp sáu
			(23,040ch)

Bảng 3.3. Hệ thống phân cấp truyền dẫn TDM của mỗi nước

Mỗi nước xác định hệ thống phân cấp truyền dẫn bằng việc xem xét tốc độ bit của mỗi môi trường truyền dẫn, mã hoá tốc độ bit của các tín hiệu khác nhau, kết nối với hệ thống chuyển mạch, cấu hình mạng, và xu hướng của những tiêu chuẩn quốc tế khác. Đó là, ở Châu Âu chúng được xác định là 2.048 - 8.448 - 34.368 - 139.264 - 564.992 và ở Mỹ 1.544 - 6.312 - 44.736 - 274.176. Ở Nhật Bản chúng được xác định là 1.544 - 6.312 - 32.064 - 97.728 - 397.200.

Trong hệ thống phân cấp ở B3/4c Mỹ hiện nay, khả năng truyền dẫn kênh toàn bộ là 64 Kbps, đó là tốc độ cơ sở của ISDN không được khuyến nghị trên trường quốc tế ở mức DSI, và nó sẽ không được phát triển. Tất nhiên, các phương pháp như B8ZS (lường cực với 8 số 0 thay thế) có thể thoả mãn cho việc đảm bảo toàn bộ công suất kênh ở mức DSI. Tuy nhiên để áp dụng chúng tất cả các mạng tồn tại, công nghệ hiện nay đòi hỏi phải được nâng cấp đáng kể. Hệ thống phân cấp truyền tín hiệu số hiện nay được dựa trên công nghệ ghép kênh không đồng bộ và tốc độ hoặc cấu hình khung của nó là cố định. Vì thế trong trường hợp môi trường ghép kênh đồng bộ trong đó việc xem xét hoặc chuyển mạch đường dây phải được tiến hành một cách ngẫu nhiên ở từng mức ghép kênh, chúng không phù hợp.

Kết quả, từ 1986 ITU - T đã điều tiết toàn bộ hệ thống phân cấp truyền tín hiệu không đồng bộ B3/4c Mỹ và Châu Âu, và được tiến hành nghiên cứu trên hệ thống cấp bậc số đồng bộ có khả năng điều tiết các tín hiệu dải băng rộng (H2, H4) dải băng rộng ISDN (B - ISDN) và những mặt giao diện liên quan. Kênh H2 là kênh với tốc độ thay đổi từ 30Mbps đến 45 Mbps, chúng có thể được sử dụng cho truyền dẫn các chương trình phát thanh truyền hình tổng hợp. Kênh H4 có tốc độ khoảng 135 Mbps. Chúng mong đợi được sử dụng cho truyền dẫn của vô tuyến có độ phân giải cao (HDTV) trong tương lai gần.

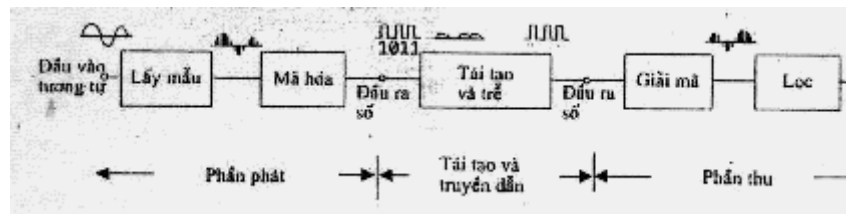
Những đề nghị		B3/4c Mỹ	Châu Âu
Giao diện		G703	G703
Thiết bị đầu cuối	Nhóm thứ nhất	G733	G732, 735
	Nhóm thứ 2	G746	G744
Nối chuyển mạch	Nhóm thứ nhất	G705, Q502, 512	G705, Q503, 513
	Nhóm thứ 2	G705, Q503, 513	G705, Q503, 513
Thiết bị ghép kênh	Nhóm thứ nhất	G734	G736
	Nhóm thứ 2	G743	G742, 745
	Nhóm thứ 3	G752	G751, 753
	Nhóm thứ 4		G751, 754
Thiết bị truyền dẫn đường	Nhóm thứ nhất	G911, 951	G921, 952, 956
	Nhóm thứ 2	G912, 951, 955	G921, 952, 954, 956
	Nhóm thứ 3	G914, 953, 955	G921, 952, 954, 956
	Nhóm thứ 4		G921, 954, 956
Hội nghị video		H120, 130	H120, 130
Ghép kênh		G 794	G 793
truyền dẫn			
Mã truyền dẫn			G 761

Bảng 3.4. Khuyến nghị chính của ITU-T về hệ thống phân cấp truyền tín hiệu số

3.3 Công nghệ báo hiệu PCM

3.3.1 Cấu hình cơ bản của kiểu truyền tin PCM

Mã hoá là quá trình biến đổi các giá trị rời rạc thành các mã tương ứng. Nhìn chung, việc lấy mẫu liên quan tới quá trình biến đổi các tín hiệu liên tục thành các tín hiệu rời rạc của trường thời gian gọi là PAM. Việc mã hoá là quá trình lượng tử hoá các giá trị mẫu này thành các giá trị rời rạc của trường biên độ và sau đó biến đổi chúng thành mã nhị phân hay các mã ghép kênh. Khi truyền thông tin mã, nhiễu xung được yêu cầu cho mỗi giá trị lấy mẫu và vì thế độ rộng dải tần số cần thiết cho truyền dẫn phải được mở rộng. Đồng thời xuyên âm, tạp âm nhiệt, biến dạng mẫu, mất xung mẫu, biến dạng nén, tạp âm mã hoá, tạp âm san bằng được sinh ra trong lúc tiến hành lấy mẫu và mã hoá. Việc giải mã là quá trình khôi phục các tín hiệu đã mã hoá thành các tín hiệu PAM được lượng tử hoá. Quá trình này tiến hành theo thứ tự đảo đúng như quá trình mã hoá. Mặt khác quá trình lượng tử hoá, nén, và mã hoá các tín hiệu PAM được gọi là quá trình mã hoá và quá trình chuyển đổi các tín hiệu PCM thành D/A, sau đó, lọc chúng sau khi giãn để đưa về tiếng nói ban đầu gọi là quá trình giải mã. Cấu hình cơ sở của hệ thống truyền dẫn PCM đối với việc thay đổi các tín hiệu tương tự thành các tín hiệu xung mã để truyền dẫn được thể hiện ở hình 3.8. Trước tiên các tín hiệu đầu vào được lấy mẫu một cách tuần tự, sau đó được lượng tử hoá thành các giá trị rời rạc trên trục biên độ. Các giá trị lượng tử hoá đặc trưng bởi các mã nhị phân. Các mã nhị phân này được mã hoá thành các dạng mã thích hợp tuỳ theo đặc tính của đường truyền dẫn.



Hình 3.8. Cấu hình cơ bản phương pháp thông tin PCM

Thiết bị đầu cuối mã hoá chuyển đổi các tín hiệu thông tin như tiếng nói, video và các số liệu thành các tín hiệu số như PCM. Khi các tín hiệu thông tin là các tín hiệu tương tự, việc chuyển đổi A/D được tiến hành và việc chuyển đổi D/D được tiến hành ở trường hợp của các tín hiệu số.

Đôi khi, quá trình nén và mã hoá băng tần rộng được tiến hành bằng cách triệt sự dư thừa trong quá trình tiến hành chuyển đổi A/D hoặc D/D.

3.3.2 Lấy mẫu

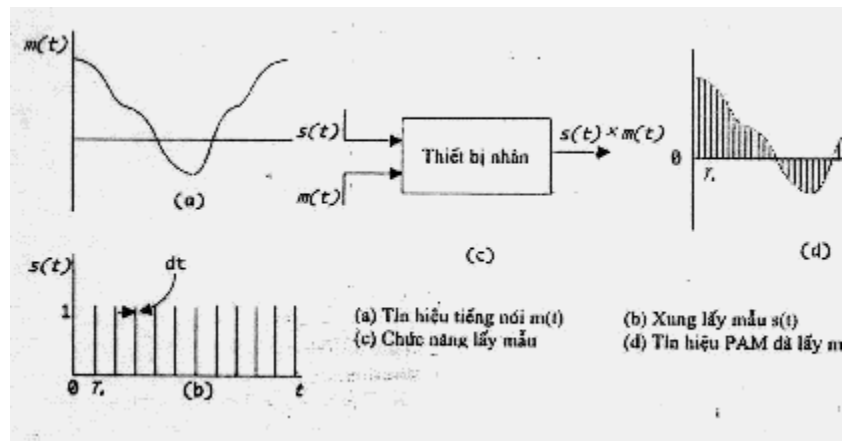
Nguyên tắc cơ bản của điều xung mã là quá trình chuyển đổi các tín hiệu liên tục như tiếng nói thành tín hiệu số rời rạc và sau đó tái tạo chúng lại thành thông tin ban đầu. Để tiến hành việc này, các phần tử thông tin được rút ra từ các tín hiệu tương tự một cách tuần tự. Quá trình này được gọi là công việc lấy mẫu.

(a) Tín hiệu tiếng nói $m(t)$

(b) Xung lấy mẫu $s(t)$

(c) Chức năng lấy mẫu

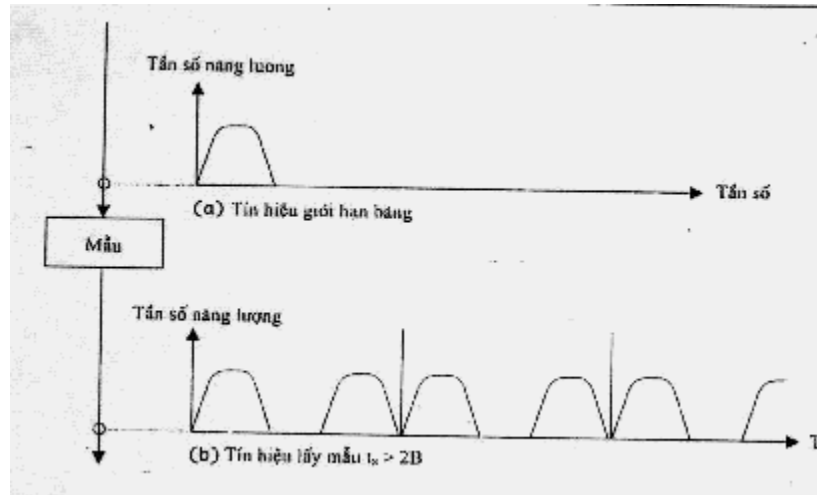
(d) Tín hiệu PAM đã lấy mẫu



Hình 3.9. Quá trình lấy mẫu

Theo thuyết lấy mẫu của Shannon, các tín hiệu ban đầu có thể được khôi phục khi tiến hành công việc lấy mẫu trên các phần tử tín hiệu được truyền đi ở chu kỳ hai lần nhanh hơn tần số cao nhất. Nói cách khác, khi độ rộng dải tần của tín hiệu được truyền đi gọi là BW, tỷ lệ lấy mẫu tối hạn là tỷ lệ Nyquist trở thành $R_{\max} = 2 \times BW$. Các tín hiệu xung lấy mẫu là tín hiệu dạng sóng chu kỳ, là tổng các tín hiệu sóng

hà có đường bao hàm số sin đối với các tần số. Vì thế, phổ tín hiệu tiếng nói tạo ra sau khi đã qua chức năng lấy mẫu được thể hiện ở hình 3.10.

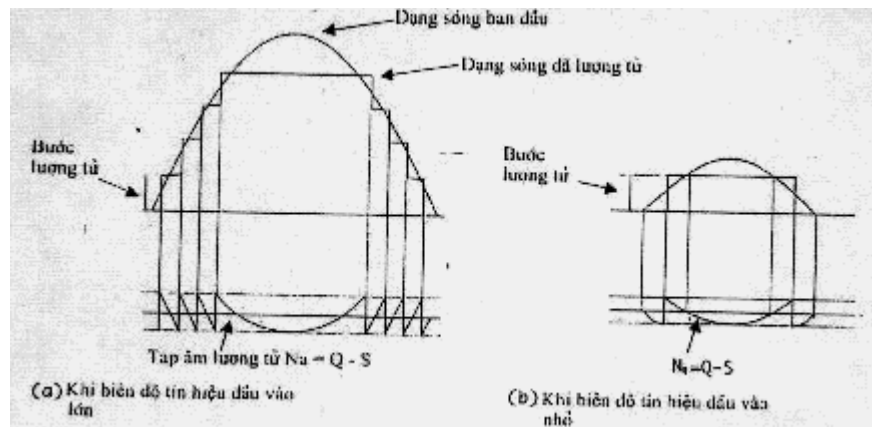


Hình 3.10. Phổ trước và sau quá trình lấy mẫu

Có hai kiểu lấy mẫu tùy theo dạng của đỉnh độ rộng xung, lấy mẫu tự nhiên và lấy mẫu đỉnh bằng phẳng. Lấy mẫu tự nhiên được tiến hành một cách lý tưởng khi phổ tần số sau khi lấy mẫu trùng với phổ của các tín hiệu ban đầu. Tuy nhiên trong các hệ thống thực tế, điều này không thể có được. Khi tiến hành lấy mẫu đỉnh bằng phẳng, một sự nén gọi là hiệu ứng biên độ lấy mẫu làm xuất hiện méo. Ngoài ra, nếu các phần tử tín hiệu đầu vào vượt quá độ rộng dải tần 4 KHz, xuất hiện sự nén quá nếp gấp. Vì vậy, việc lọc băng rộng các tín hiệu đầu vào phải được tiến hành trước khi lấy mẫu.

3.3.3 Lượng tử hoá

PAM với biên độ tương tự chuyển đổi thành các tín hiệu số là các tín hiệu rời rạc sau khi đi qua quá trình lượng tử hoá. Khi chỉ thị biên độ của tiếng nói liên tục với số lượng hạn chế, nó được đặc trưng với dạng sóng xấp xỉ của bước. Tạp âm lượng tử $NQ = Q - S$ tồn tại giữa dạng sóng ban đầu (S) và dạng sóng đã lượng tử (Q); nếu bước nhỏ tạp âm lượng tử được giảm đi nhưng số lượng bước đầu cần thiết cho lượng tử toàn bộ dải tín hiệu đầu vào trở nên rộng hơn. Vì thế số lượng các dãy số mã hoá tăng lên.



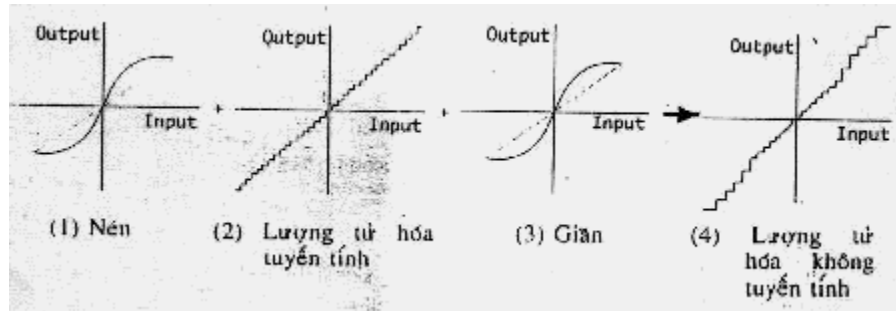
Hình 3.11. Tap âm lượng tử theo biên độ tín hiệu đầu vào

Tạp âm tạo ra khi biên độ của các tín hiệu đầu vào vượt quá dãy lượng tử gọi là tạp âm quá tải hay tạp âm bão hoà. S/N_Q được sử dụng như một đơn vị để đánh giá những ưu điểm và nhược điểm của phương pháp PCM. Khi số lượng các dãy số mã hoá trên mỗi mẫu tăng lên 1 bit, S/N_Q được mở rộng thêm 6 dB.

(Số lượng các bước)

3.3.4 Sự nén và giãn

Như phương pháp tiến hành mã hoá hoặc giải mã, mã đường, mã không phải mã đường và mã đánh giá có thể được lựa chọn theo các kiểu của nguồn thông tin. Mã đường là một quá trình triệt số lượng tạp âm lượng tử sinh ra trên thông tin được gửi đi bất chấp mức đầu vào. Nó được sử dụng trong một hệ thống ở đó giá trị tuyệt đối của số lượng tạp âm là tới hạn hơn S/N_Q . Mã không phải là mã đường được sử dụng rộng rãi trong một hệ thống ở đó S/N_Q của hệ thống thu được quan trọng hơn số lượng tuyệt đối của tạp âm như tiếng nói. Khi bước lượng tử là một hằng số, S/N_Q thay đổi theo mức tín hiệu. Chất lượng gọi trở nên xấu hơn khi mức tín hiệu thấp. Vì thế đối với các tín hiệu mức thấp, bước lượng tử được giảm và đối với các tín hiệu mức cao nó được tăng để ít hoặc nhiều cân bằng S/N_Q với mức tín hiệu đầu vào. Những vấn đề trên được tiến hành bằng cách nén biên độ. Một cách lý tưởng, đối với các tín hiệu mức thấp đường cong nén và giãn là tuyến tính. Đối với các tín hiệu mức cao chúng đặc trưng bởi đường cong đại số.



Hình 3.13. Đặc tính nén và giãn

Hiện nay, ITU-T khuyến nghị luật μ ($\mu = 255$) là phương pháp 15 đoạn và luật ($A = 87,6$) là phương pháp 13 đoạn như là phương pháp nén đoạn mà các hàm đại số được biểu diễn gần đúng với một vài đường tuyến tính.

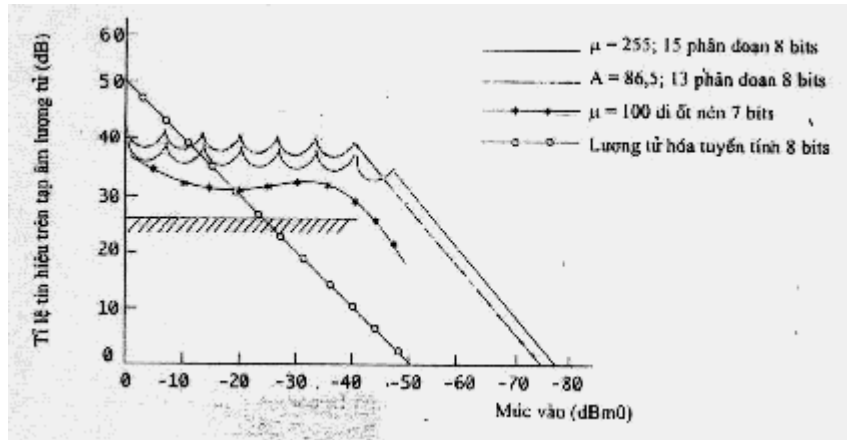
$$V_c = \frac{a \log(1 + \mu V_i / a)}{\log(1 + \mu)} \text{ for } 0 \leq V_i \leq a$$

$$V_c = \frac{-a \log(1 + \mu V_i / a)}{\log(1 + \mu)} \text{ for } -a \leq V_i \leq 0$$

$$V_c = \frac{A V_i}{\log(1 + A)} \text{ for } 0 \leq V_i \leq \frac{1}{A}$$

$$V_c = \frac{1 + \log(A V_i)}{1 + \log A} \text{ for } \frac{1}{A} \leq V_i \leq 1$$

Với việc sử dụng công nghệ nén được mô tả ở trên, những đặc tính tạp âm ở các tín hiệu mức thấp có thể được giảm đến mức hầu như giống với mức của mã tuyến tính 13 bits. Một bộ nén - giãn đôi khi được nói tới như là một từ viết tắt kết hợp nén và bộ dẫn.



Hình 3.14 Các đặc tính S/NQ của các phương pháp mã hoá

Cả hai phương pháp mã hoá và phương pháp nén là đồng thời được tiến hành qua bước nén số - số hoặc tự mã hoá mà không thêm những mạch riêng rẽ khác bởi sử dụng tính chất tuyến tính của phương pháp nén đoạn trong số. Một bảng giá trị với phương pháp mã hoá và cách nén mã $m=255$ được chỉ ra trên bảng 3.5

Bảng mã hoá $m=255$		Bảng giải mã $m=255$
Mã vào hướng tuyến tính	Mã nén	Mã ra hướng tuyến tính
0 0 0 0 0 0 0 1 w x y z a	0 0 w x y z	0 0 0 0 0 0 0 1 w x y z 1
0 0 0 0 0 0 1 w x y z a b	0 0 w x y z	0 0 0 0 0 0 1 w x y z 1 0
0 0 0 0 0 1 w x y z a b c	0 1 w x y z	0 0 0 0 0 1 w x y z 1 0 0
0 0 0 0 1 w x y z a b c d	0 1 w x y z	0 0 0 0 1 w x y z 1 0 0 0
0 0 0 1 w x y z a b c d e	1 0 w x y z	0 0 0 1 w x y z 1 0 0 0 0
0 0 1 w x y z a b c d e f	1 0 w x y z	0 0 1 w x y z 1 0 0 0 0 0
0 1 w x y z a b c d e f g	1 1 w x y z	0 1 w x y z 1 0 0 0 0 0 0
1 w x y z a b c d e f g h	1 1 w x y z	1 w x y z 1 0 0 0 0 0 0 0

Bảng 3.5. $m=255$ Mã hoá và Giải mã

3.3.5 Mã hoá và Giải mã

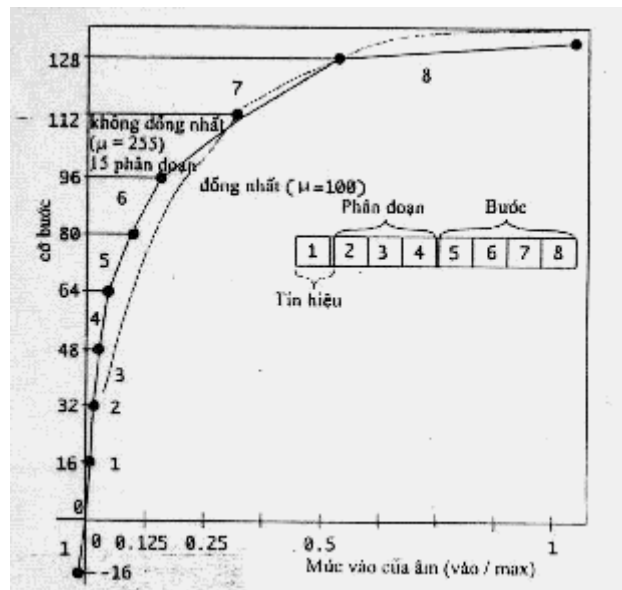
Mã hoá là một quá trình so các giá trị rời rạc nhận được bởi quá trình lượng tử hoá với các xung mã. Thông thường các mã nhị phân được sử dụng cho việc mã hoá là các mã nhị phân tự nhiên, các mã Gray (các mã nhị phân phản xạ), và các mã nhị phân kép. Phần lớn các kí hiệu mã so sánh các tín hiệu vào với điện áp chuyển để đánh giá xem có các tín hiệu nào không. Như vậy, một bộ phận chuyển đổi D/A hoặc bộ giải mã là cần thiết cho việc tạo ra điện áp chuẩn. Trong liên lạc công cộng PCM, tiếng nói được biểu diễn với 8 bits. Tuy nhiên trong trường hợp của luật μ , các từ PCM được lập nên như sau (8 bits).

Bit phân cực = ở 0,1 ý

Bit phân đoạn = ở 000, 001,..., 111 ý

Bit phân bước = ở 0000, 0001,..., 1111 ý

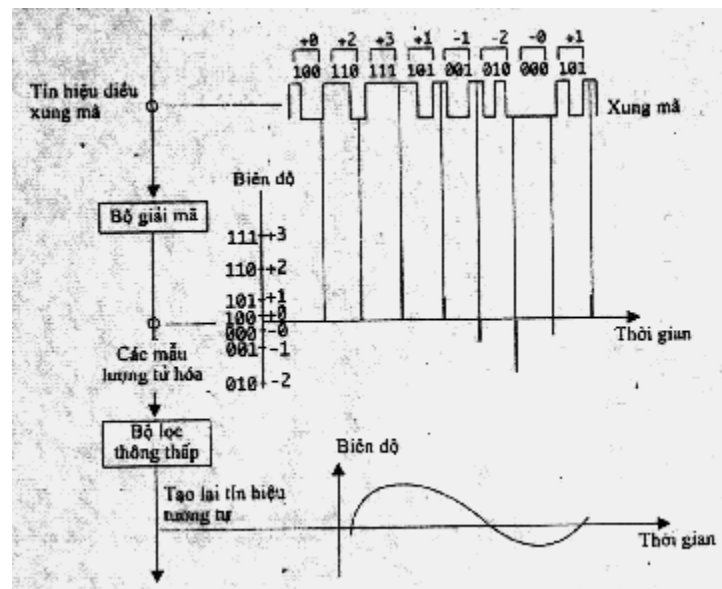
Từ đoạn thứ nhất của tín hiệu "+" và tín hiệu "-" là các đường thẳng, có 15 phân đoạn. Cực "+" của dạng sóng tín hiệu tương ứng với bit phân cực 0 và cực "-", với "1".



Hình 3.15. Mã hoá từ PCM

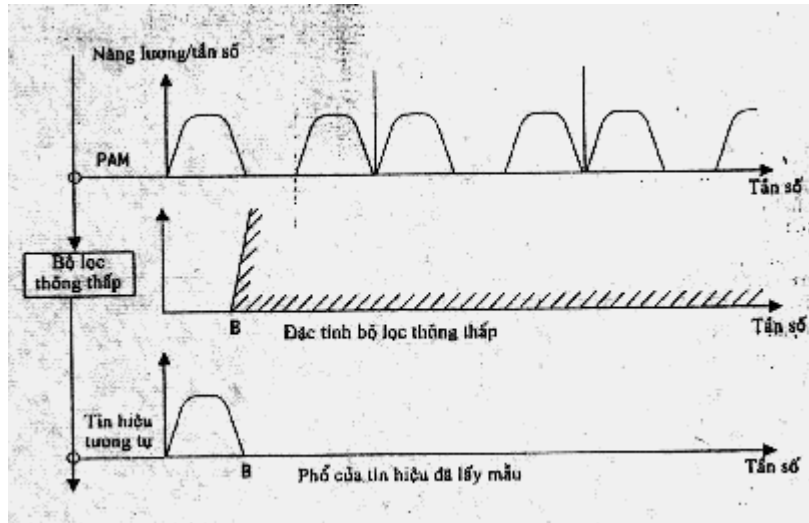
Việc báo hiệu được thực hiện sau khi thay đổi "0" của từ PCM sang "1" và "1" sang "0" và vì thế, một lượng lớn số 1 đã được thu thập chung quanh mức 0 và sự tách các tín hiệu thời gian trong khi thu nhận có thể dễ dàng thực hiện. B8 là bit thứ 8 của từ PCM, đôi khi được dùng như là một bit báo hiệu. B7 (hoặc B8) chuyển đổi sang "1" khi mọi từ của PCM là "0". Như vậy, trong các tín hiệu PCM được gửi đi, các số "0" liên tục luôn luôn ít hơn 16. Mặt khác, khi sử dụng phương pháp Bắc Mỹ, bit B2 của mọi kênh được thay đổi thành "0" nhằm chuyển đi thông tin cảnh báo cho đối phương. ở Nhật Bản, bit "S" đó là một phần của khung các bit chỉ định được dùng thay thế cho mục đích này. Các từ PCM nhận được được chuyển đổi thành các tín hiệu PAM bởi bộ giải mã. ở phía thu, các xung tương ứng với mỗi kênh được chọn lọc từ các dãy xung ghép kênh để tạo ra các tín hiệu PAM. Rồi, các tín hiệu tiếng nói được phục hồi bằng một bộ lọc thông thấp.

Trong hình 3.17, quá trình tạo ra các tín hiệu tiếng nói từ các tín hiệu PAM sử dụng phổ để minh họa. Như đã thấy, quá trình này được thực hiện trong thứ tự ngược lại chính xác với quá trình lấy mẫu được mô tả ở hình 3.10.



Hình 3.16. Quá trình giải mã

Phổ của tín hiệu đã lấy mẫu



Hình 3.17. Quá trình giải mã và phổ

3.3.6 Báo hiệu

Chức năng báo hiệu của thiết bị đầu cuối PCM được dùng để truyền các tín hiệu giám sát như là các tín hiệu nhắc máy, đặt máy, xung quay số của điện thoại, bảo dưỡng và điều hành thông tin. Theo phương pháp châu Âu dùng phương pháp báo hiệu mạch chung hoặc báo hiệu kênh chùm, chia các kênh cho các bit báo hiệu có sẵn để sử dụng, trong khi theo phương pháp Bắc Mỹ thì truyền tin dựa trên cơ sở phương pháp báo hiệu theo đường gọi hoặc báo hiệu kênh kết hợp, một LSB (bit đánh dấu nhỏ nhất) ở trong mỗi kênh PCM của khung thứ 6 và thứ 12 của đa khung 12 khung chỉ được sử dụng để báo hiệu. Nói cách khác, tiếng nói được lấy mẫu và duy trì mỗi 125 ms và rồi được mã hoá, và bit B8 của mỗi giá trị mẫu thứ sáu (báo hiệu A) và giá trị mẫu thứ 12 (báo hiệu B) được sử dụng đặc biệt làm các bit báo hiệu. Do đó, số các bit báo hiệu cho mỗi kênh trở thành 1,333 bits/giây.

3.3.7 Các phương pháp mã hoá khác

Những khuyến nghị của G711 của ITU-T ghi rõ mối quan hệ giữa báo hiệu tiếng và các quy luật mã hoá/giải mã PCM. Cũng vậy, các quy luật đối với PCM vi phân thích ứng 32Kbps có nén giãn như mã hoá dự đoán của các tín hiệu tiếng được chỉ rõ trong các khuyến nghị G712 của ITU-T. Phương pháp ADPCM 32 Kbps được chấp nhận vào tháng 10 năm 1984 được dùng để chuyển đổi các tín hiệu PCM 64 Kbps theo luật A hay luật m hiện nay sang các tín hiệu ADPCM.

Phương pháp 32 Kbps ADPCM có khả năng chuyển một lượng tiếng nói lớn gấp hai lần phương pháp qui ước 64 Kbps PCM và hơn nữa, được chấp nhận một cách rộng rãi bởi bộ chuyển mã hoặc các thiết bị đầu cuối mã hoá với hiệu quả cao. Hiện nay các nước tiên tiến trên thế giới đang tiến hành nghiên cứu một cách ráo riết về công nghệ mã hoá mới như là mã hoá tiếng nói 16 Kbps, mã hoá chất lượng cao 64 Kbps, mã hoá tín hiệu tiếng nói 384 Kbps và mã hoá tín hiệu truyền hình.

3.4 Truyền dẫn chuyển tiếp

3.4.1 Bộ lặp tái tạo

Phương pháp chuyển tiếp số được đặc trưng bởi các mặt sau: trước hết, các tín hiệu số bị méo bởi sự suy hao và tạp âm trong khi truyền được tái tạo thành các tín hiệu không bị méo như trong trường hợp truyền các tín hiệu đối với tái tạo. Bộ lặp tái tạo sẽ cân bằng (hoặc tạo lại hình dạng) dạng sóng bị méo thành dạng sóng được mã hoá với tỷ số S/N cao, tái tạo dạng sóng đã cân bằng thành các xung mà nó giống như là truyền xung bằng cách nhận dạng '1' và '0' của thông tin nhị phân trên các dạng sóng cân bằng và định thời các pha của các xung truyền ở những khoảng thời gian chính xác.

Thiết bị chuyển tiếp đầu cuối được dùng để tái tạo và khuếch đại các tín hiệu, chia các dòng cho bộ lặp lại đường. Cũng vậy, nó tiến hành việc chuyển đổi mã (cực đơn sang đa cực), ngẫu nhiên hoá và giải ngẫu nhiên mã, nhập và tách các tín hiệu điều khiển và kiểm tra. Bộ lặp tái tạo có chức năng tái tạo các xung bị méo mó trên đường. Cũng vậy, nó được lắp một mạch để phát hiện lỗi. Dùng các bộ lặp tái tạo, các thiết bị điện thoại có thể phát hiện các lỗi trên thông qua điều khiển từ xa. Hơn nữa, chúng phát hiện các lỗi mã hoá bằng cách kiểm tra tính chẵn lẻ, việc khử mã truyền để cho người kiểm tra tình trạng vận hành của các trạm lặp lại; nếu lỗi được tìm thấy, các bộ lặp lại hư hỏng được chẩn đoán bằng cách dùng bộ ba xung và dò tìm pha. Bộ lặp lại được hoạt động bằng dòng điện tỷ lệ (thường 60 mA) được trùng lặp trên các tín hiệu cung cấp từ trạm đầu cuối. Tạp âm sinh ra từ hệ thống tái tạo chủ yếu do tạp âm lỗi mã và tạp âm jitter. Chất lượng của các đường truyền tái tạo được đánh giá trên những cơ sở này. Tạp âm lỗi mã tạo ra tùy thuộc vào tạp âm nhiệt và sự méo dạng sóng. Còn tạp âm jitter tạo ra bởi sự thay đổi mẫu mã hoá và các phần tử khác không phụ thuộc vào các mẫu mã hoá.

Độ lớn tạp âm của bộ tạo dạng tỷ lệ với số lượng bộ lặp lại và cái sau tăng lên tỷ lệ với căn bậc hai của số lượng bộ lặp lại. Các vòng khoá pha được sử dụng để triệt jitter. Các đặc tính jitter tùy thuộc vào cấp báo hiệu được khuyến nghị trong G823 và G824 của ITU-T. Các tín hiệu sóng hình sin được phân bố theo thời gian khi đi qua đường truyền và các mã đầu/cuối là đối tượng tạo ra sự giao thoa. Đó được gọi là một sự giao thoa liên kí hiệu hoặc sự xuyên âm thời gian. Biểu đồ mẫu mắt được dùng để chỉ thị các đặc tính của đáp tuyến dạng sóng của các dây mã truyền; mắt của biểu đồ trở nên hẹp khi sự giao thoa hoặc jitter được tạo nên trên các mã. Định thời gian được thực hiện để nhận dạng các lỗi tại điểm mà mắt biểu đồ mở. Nếu chúng ta lấy tỷ lệ lỗi của mỗi bộ lặp lại là P_e và giá trị thực tế của jitter là O_j thì tỷ lệ lỗi truyền dẫn được tiến hành với số N bộ lặp lại sẽ là $N \times P_e$ (khi chức năng bộ lặp tái tạo là có, hầu hết cũng giống như tiết diện đơn $P(e)$). Cũng vậy, giá trị thực tế của jitter được biểu thị bằng $a(N \times O_j)$ (a : hằng số). Do đó, những bộ lặp lại có khả năng nhận dạng và tái tạo các tỷ lệ lỗi. Về jitter, chúng sẽ có 1 chức năng cân bằng dạng sóng với độ chính xác cao để thực hiện tái tạo thời gian một cách chính xác.

3.4.2 Mã truyền dẫn

Nếu cùng các loại số liệu được truyền liên tục, lỗi có thể phát sinh khi nhận chúng, vì thế việc phục hồi số liệu cực kỳ khó khăn. Đó là lý do số liệu phát qua đường truyền dẫn phải được mã hoá. Quá trình này được gọi là mã truyền dẫn, phương pháp mã hoá truyền dẫn được lựa chọn bởi xem xét sự chặn dải băng thấp, nén độ rộng dải băng, tách các tín hiệu thời gian, khử jitter, kiểm tra hướng đường truyền và đơn giản hoá các mạch. Mã lưỡng cực hoặc AMI (luân phiên đổi chiều điểm đánh dấu), B6ZS và B8ZS được dùng tương ứng trong T1, T2 và tín hiệu kênh xoá 64 Kbps. Theo phương pháp châu Âu HDB3 (mã lưỡng cực mật độ cao 3) và 4B3T được sử dụng.

Mặt khác, các phương pháp mã truyền dẫn như là lưỡng pha, MDB (nhị phân kép biến đổi), 4B3T (MS43), 3B2T và 2B1Q đã được nghiên cứu hiện nay đối với phương pháp truyền dẫn thuê bao số. Xu hướng phát triển gần đây là AMI với phần cứng đơn giản được dự kiến sử dụng trong phương pháp truyền dẫn TCM (ghép kênh nén thời gian) và cũng vậy cho 2B1Q trong ECH (sự triệt tiếng đối với Hybrid).

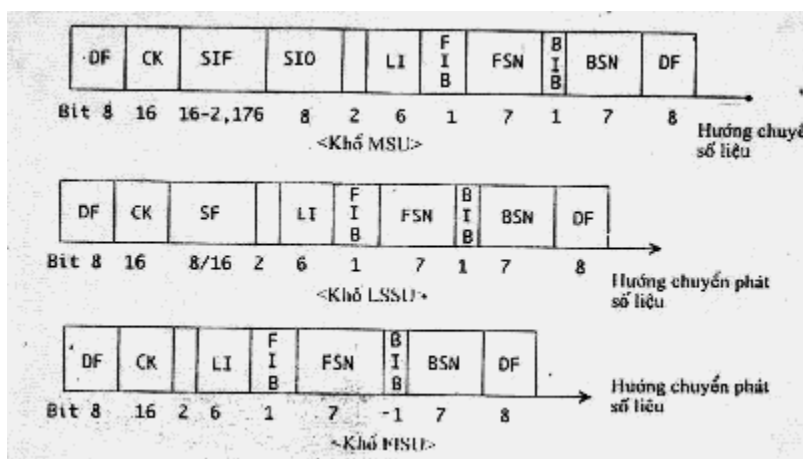
A- Mã lưỡng cực

Đó là một phương pháp chuyển đổi '0' của tín hiệu vào nhị phân sang xung của mức '0' và 1 thành xung của hai mức +A, -A.

Mã lưỡng cực không có phần tử một chiều và sử dụng luân phiên +A, -A để có thể phát hiện lỗi mã lưỡng cực và có khả năng tiến hành chuyển đổi và tương ứng có các đặc trưng tuyệt vời như các mã truyền. Từ đó không có chức năng khử trên các mã 0 liên tục, người nhận có thời gian khó khăn để tách riêng thời gian của nó.

Để giải quyết những vấn đề nêu trên, một loại mã liên tục không có một độ dài nhất định được chuyển sang các mẫu đặc biệt dùng một mã lưỡng cực mật độ cao (BNZS, HDBN, mã).

AMI được dùng cho phương pháp Bắc Mỹ của hệ thống 1,544 Mbps.



Hình 3.23. Hình thức mã hoá AMI

B- Mã BNZS (Lưỡng cực với sự thay thế N số 0)

Đó là một phương pháp chuyển đổi N số các mã liên tục số '0' thành N số các mã đặc biệt có các xung vi phạm lưỡng cực. Về mặt thu nhận tin tách, các mã vi phạm lưỡng cực và rồi chuyển chúng thành N số 0 để nhận được các mã gốc. Các mã BNZS gồm các loại sau:

B6ZS

B6ZS là các mã nhận được do chuyển đổi sáu chữ 0 liên tục thành các mẫu OVBOVB. Các mã này được dùng bởi AT & T và coi như tiêu chuẩn giao tiếp của hệ thống tiêu chuẩn T2. ITU-T khuyến nghị điều này cho sự giao tiếp của việc báo hiệu ghép kênh cấp 2 (6,312 Mbps).

- B: Xung lưỡng cực thông thường (cực thay đổi)
- V: Xung vi phạm
- O: Xung mức ặ

B3ZS

Nếu số các xung ở giữa 3 số O liên tục và xung V ngay trước, các mã này được chuyển đổi thành BOV và nếu lẻ, nó được chuyển đổi thành mẫu OOV. ở Bắc Mỹ, chúng được sử dụng như là tiêu chuẩn giao tiếp của hệ thống 44.736 Mbps.

B8ZS

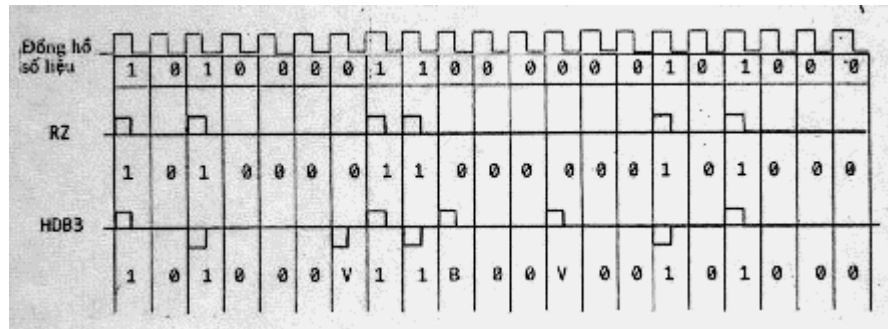
Đó là các mã nhận được bởi chuyển đổi 8 số 0 liên tục thành mẫu OOOVBOVB. Chúng được sử dụng trên hệ 1.544 Mbps của Bắc Mỹ.

C- Mã lưỡng cực mật độ cao HDBN

Đây là một phương pháp chuyển đổi các mã số thành các xeri gồm xung vi phạm lưỡng cực (V) tại bit cuối cùng số (N+1) của các mã số 0 liên tục. Bộ giải mã, để loại bỏ những yếu tố DC có thể được gây ra bởi các xung không liên tục, phải luôn luôn bảo đảm sao cho số xung B giữa xung V nói trên và xung đi sau nó là số chẵn. Do sự phân cực của xung V luôn luôn thay đổi, nên các yếu tố DC bị triệt tiêu. Các dạng đặc biệt hiện có gồm BOO...V hoặc OOO..V, ở đây vị trí bit đầu tiên được sử dụng để biến số xung B giữa các xung V thành số lẻ. Vị trí của bit cuối cùng phải luôn luôn là (V). Tất cả các vị trí bit còn lại là O. Thí dụ về mã số N lưỡng cực mật độ cao như sau:

- o HDB2: giống như B3ZS
- o HDB3

Đây là mã số mà 4 số 0 liên tục của nó được chuyển đổi thành dạng OOOV hoặc BOOV. Nếu tạo ra quá 4 O, bit thứ 4 luôn luôn được biến thành V. Nếu sau đó O vẫn cứ tiếp tục, thì bit đầu tiên sẽ chuyển đổi thành B khi có bit V đi trước, để làm ổn định các yếu tố DC. ITU-T đề nghị mã này làm giao diện giữa các mối liên lạc ghép kênh CEPT1.



Hình 3.25. Kiểu mã HDB3

Mã CMI (Đảo dấu mã)

Đây là một kiểu các phương pháp mã số 2 mức; cũng như trong trường hợp phương pháp mã số lưỡng cực, mã số NRZ (không trở về 0) được chuyển đổi luân phiên. Không được mã số thành các sóng vuông "-+" hoặc "+-" có pha riêng tại điểm trung tâm của 1 bit. Tương ứng, năng lượng DC không tồn tại và trạng thái tín hiệu thay đổi nhiều, vì vậy nó có hiệu ứng định thời gian tốt hơn so với NRZ. ITU-T đã đề xuất mã số này như một giao diện chuẩn cho các liên lạc ghép kênh của hệ thống CEPT4.

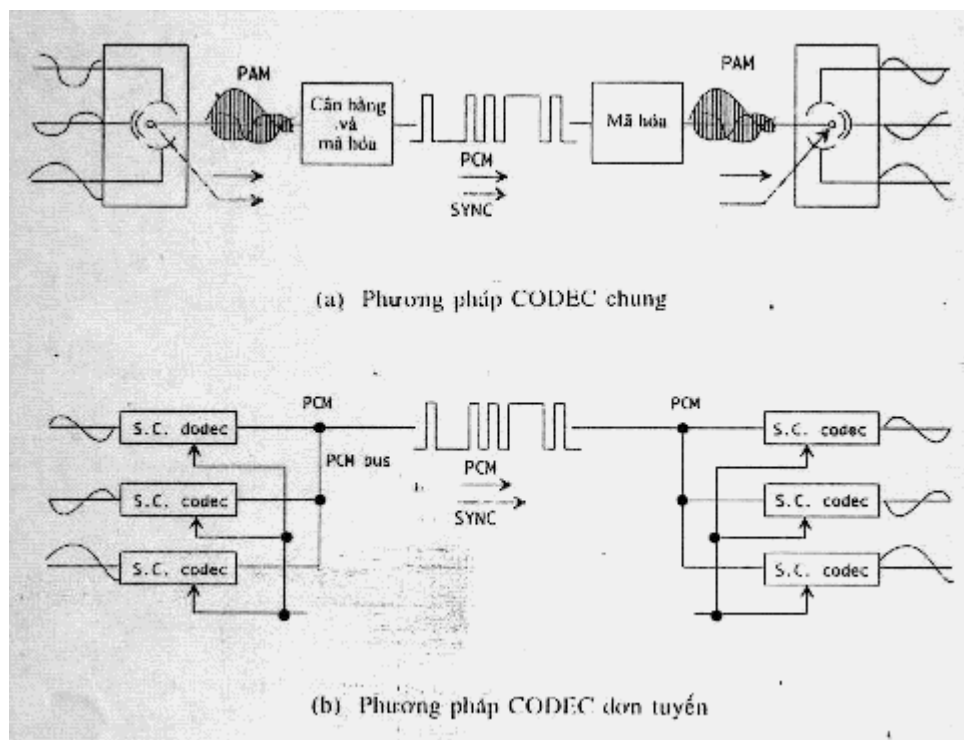
3.5 Ghép kênh phân chia theo thời gian và công nghệ truyền dẫn đồng bộ

3.5.1 Ghép kênh nhóm sơ cấp:

Trong hệ thống sử dụng phương pháp ghép kênh hoá phân chia thời gian, liên lạc không có lỗi chỉ có thể thực hiện được nếu các bit, các khung và các kênh ghép kênh được đồng bộ hoá cùng kiểu như nhau tại nơi phát và nơi thu. Ghép kênh là một quá trình chuyển đổi một số tín hiệu số thành tín hiệu số tốc độ cao. Hiện có một số phương pháp kết hợp dựa theo sự xen kẽ các nhóm, từ và bit. Trong nhóm

sơ cấp PCM, người ta sử dụng một phương pháp xen từ để đơn giản thiết lập sự mã hoá chung cho nhiều đường gọi. Ngược lại trong các nhóm cấp cao nói chung người ta sử dụng phương pháp xen bit chỉ đòi hỏi một bộ nhớ cỡ nhỏ. Ngoài ra khi ghép kênh các tín hiệu, người ta bổ sung thêm các kiểu tín hiệu điều khiển khác nhau như các xung đồng bộ khung để thiết lập các khung đồng bộ hoá; những xung đồng bộ khung này được xen vào theo kiểu phân bố sử dụng ở Bắc Mỹ và kiểu tập trung sử dụng ở châu Âu.

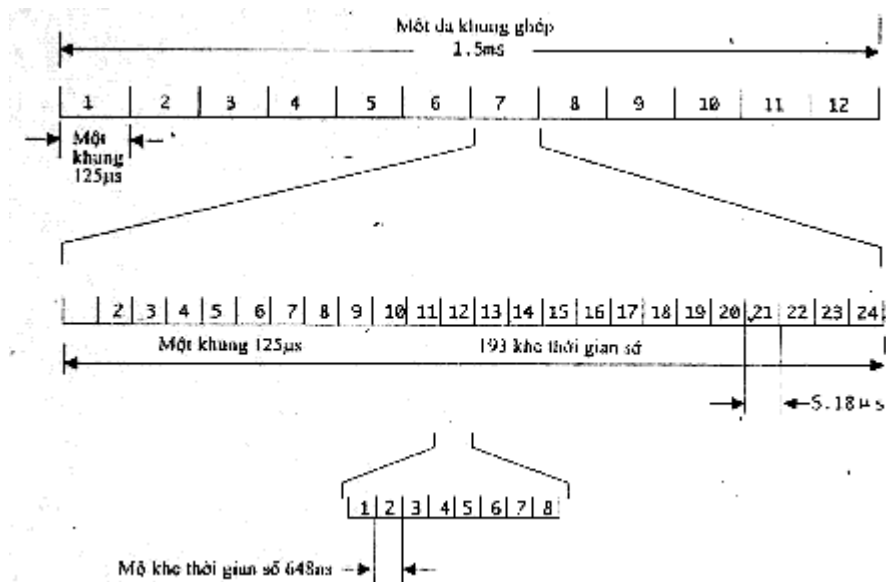
Sự ghép kênh sơ cấp hoặc giải kênh của thiết bị đầu ra PCM có khả năng ghép kênh đồng bộ 24 kênh (kiểu Bắc Mỹ) hoặc 30 kênh (kiểu Châu Âu) của các tín hiệu âm thanh. Hiện nay, các phương pháp ghép kênh tín hiệu PAM và PCM khác đang được sử dụng với PCM-24B, D4 của Mỹ và DE-4 của Canada ghép kênh các tín hiệu PAM, các tín hiệu tương tự và sau đó chuyển đổi chúng thành các tín hiệu PCM tại CODEC chung, CODEC đơn tuyến biến từng kênh thành tín hiệu PCM để ghép kênh số. CODEC đơn tuyến đã trở thành thương mại hoá do sự phát triển thành công của công nghệ xử lý tín hiệu số và bán dẫn như LSI. Nó đang được nâng cấp để có cả chức năng kiểm soát các đặc tính và kết quả của việc truyền tin qua việc sử dụng bộ lọc lai ghép - 2w/4w và chương trình cùng với chức năng CODEC của nó. Hiện nay nó được sử dụng rộng rãi hơn trong các hệ thống chuyển mạch số hơn là các hệ thống truyền dẫn.



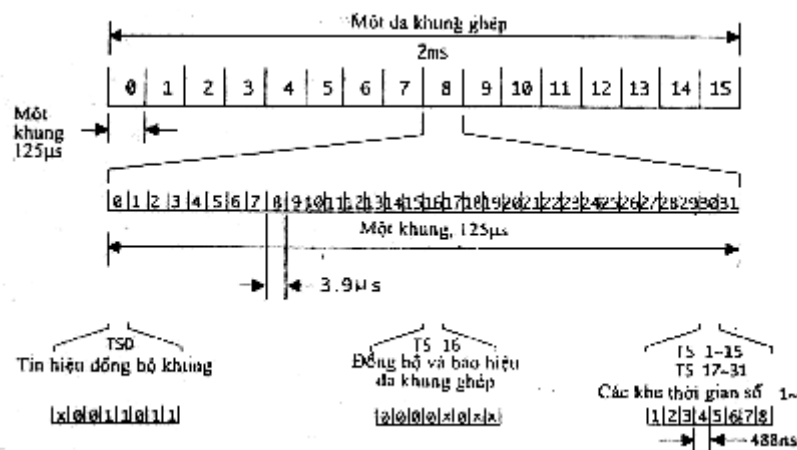
Hình 3.27. Các phương pháp ghép kênh của thiết bị đầu cuối PCM

Các nước tiên tiến như Mỹ và Nhật đang sử dụng kiểu PCM24 kênh theo G733 trong khuyến nghị của ITU-T, phần lớn các nước châu Âu đều đang sử dụng kiểu PCM30 kênh.

Mỗi khung của kiểu Bắc Mỹ là 125 MS; một bit 'S', nghĩa là một bit đồng bộ khung được bổ sung vào 192 bit (24 kênh x 8 bit) âm thanh được ghép kênh để cấu hình nó với 193 bit. Một đa khung ghép kênh được hình thành gồm 12 khung thuộc kiểu này. Các đa khung ghép kênh được hình thành để phát một cách hiệu quả các tín hiệu có các tốc độ khác nhau như tín hiệu tiếng nói 24 x 64 Kbps, báo hiệu 24 x 1,33 Kbps, và 'S' bit 8 Kbps. Trong kiểu châu Âu, vì cần phải có 256 bit cho một khung nên phải sử dụng 16 khung để tạo 1 đa khung. Khe thời gian đầu tiên của các khung được sử dụng để đồng bộ khung và khe thời gian thứ 17 (kênh số 16) được sử dụng để đồng bộ đa khung và báo hiệu. Vì vậy, chỉ có 30 khe thời gian được sử dụng cho tiếng nói.



Hình 3.28. Cấu hình khung của nhóm sơ cấp theo kiểu Bắc Mỹ



Hình 3.29. Cấu hình khung của nhóm sơ cấp theo kiểu E1

Loại		Kiểu Bắc Mỹ	Kiểu Châu Âu
Đặc tính cơ bản	Tốc độ truyền	1,544 Mb/s ? 50 ppm	2,048 Mb/s ? 50 ppm
	Số bit trong 1 khung	$24 \times 8 + 1 = 193$	$32 \times 8 = 256$

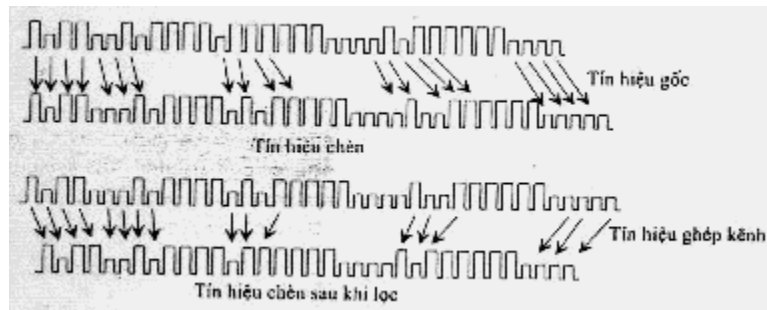
	Số khung ghép kênh (chu kỳ)	12 (1,5ms)	16 (2,0ms)
	Đồng bộ khung	Kiểu phân phối	Kiểu tập trung
	Số khe thời gian trên 1 khung	24/24	32/30
Đặc tính đường gọi	Tần số mẫu (chu kỳ)	8 KHz (125 m s)	8 KHz (125 m s)
	Số bit được mã hoá	75/6	8
	Quy luật nén giãn	Luật U (=255) 15 đoạn	Luật A=87,6 13 đoạn
Đặc tính tín hiệu	Số bit để báo hiệu	1,333 Kb/s	2 Kb/s
	Báo hiệu kênh kết hợp	Phương pháp trong khe (bit số 8 của khung thứ 6 hoặc khung thứ 12)	Phương pháp ngoài khe (kênh thứ 16)
	Báo hiệu kênh chung	Cần sử dụng kênh riêng biệt 4 Kb/s không hợp lý	Sử dụng kênh 16 (64 Kbps)
Đặc tính truyền dẫn	Mã đường	AMI hoặc B8ZS	HDB3
	Giá trị suy hao do cáp cho phép	7-35 dB	8-42dB

Bảng 3.6 So sánh phương pháp PCM kiểu Bắc Mỹ và Châu Âu

3.5.2 Công nghệ ghép kênh cấp cao

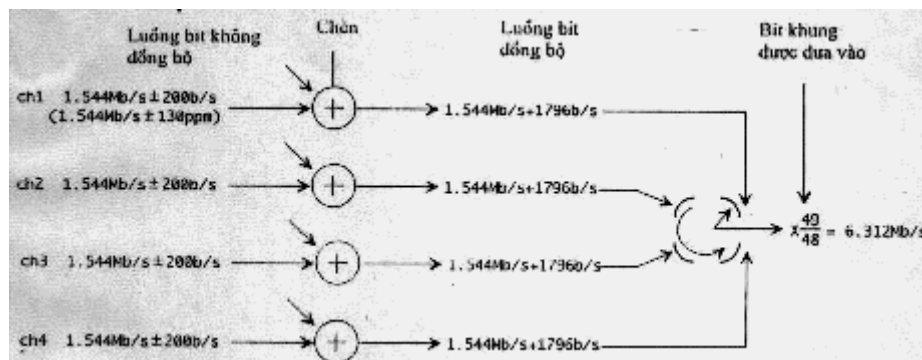
Để ghép kênh cần phải đồng bộ một cách hợp lý tần số và pha của từng tín hiệu số. Hiện có các kiểu phương pháp ghép kênh như sau: phương pháp ghép kênh đồng bộ và phương pháp ghép kênh không đồng bộ. Trong ghép kênh đồng bộ các bit được xen theo thứ tự để ghép kênh vì tất cả đầu vào đã được đồng bộ hoá; trong khi đó ghép kênh không đồng bộ thì việc đồng bộ được tiến hành để ghép kênh bằng cách chèn xung vì tất cả đầu vào đều được dị bộ hoá. Mặt khác trong những mạng lưới đã được đồng bộ hoá hợp lý, việc ghép kênh phân chia thời gian được tiến hành bằng cách đồng bộ hoá các pha. Sự ghép kênh sơ cấp PCM thuộc

kiểu ghép kênh đồng bộ hoá, và sự ghép kênh cấp cao như M12 và M13 thuộc loại ghép kênh dị bộ.



Hình 3.30. Đồng bộ hoá việc chèn xung

G.701 trong khuyến nghị ITU-T định nghĩa việc chèn xung như một sự căn chỉnh. Nó đề xuất sự căn chỉnh dương, âm và dương âm. Trong việc đồng bộ hoá sự chèn xung, sự định thời gian được thiết lập một cách sao cho nó nhanh hơn tốc độ của tất cả các tín hiệu vào một chút. Khi chúng chỉ khác một byte, xung chèn được đưa vào vị trí thời gian đã được định trước. Sau đó, các tín hiệu đã được đồng bộ hoá như nói trên đây được ghép kênh bằng đơn vị bit.



Hình 3.31. Quá trình ghép kênh của tín hiệu DS2

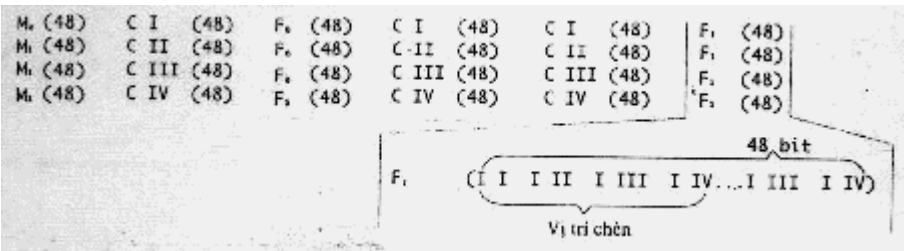
Phía phát của thiết bị ghép kênh ghi lại các tín hiệu nhóm cấp thấp vào bộ nhớ đàn hồi và đọc ra bằng cách sử dụng một đồng hồ kiểm soát để thu được các tín hiệu cấp thấp đồng bộ hoá trên đó đã được các xung chèn vào. Những tín hiệu này được ghép kênh bằng các bit và sau đó, các xung đồng bộ khung và chỉ thị chèn được đưa vào và tiếp đó được xáo trộn để thu được tín hiệu ra cấp cao. ở phía nhận, các tín hiệu thu được phân giải và sau đó tách ra để loại bỏ các xung chèn và

cuối cùng các tín hiệu ban đầu lại được tạo ra sau khi ổn định thời gian của chuỗi xung. Thiết bị ghép kênh kiểu M12 biến đổi các tín hiệu lưỡng cực DS1 (1,544 Mbps) từ 4 thiết bị đầu cuối PCM thành các tín hiệu đơn cực và sau đó ghép kênh thành các tín hiệu DS2 (6,312 Mbps). Các tín hiệu DS2 thu được bằng cách ghép kênh 4 tín hiệu DS1 được thể hiện bằng phương trình sau:

$$1,544 \text{ Mbps} \times 4 \times \frac{49}{48} \times \frac{288}{288 - S} = 6,312 \text{ Mbps}$$

Trong phương trình trên, 49/48 có nghĩa là 1 bit đồng bộ khung được cộng với từng 48 bit, S là số bit chèn (tỉ số căn chỉnh) tồn tại ở mỗi 288 bit. Trong phần lớn các trường hợp chúng được phân định với 0,333. (48) nghĩa là các tín hiệu có 4 bit DS1 được ghép kênh theo thứ tự ở kiểu khung DS2 minh hoạ ở hình 3.32. M là các bit đồng bộ đa khung, F là số bit đồng bộ khung. Cuối cùng ký tự đầu tiên có nghĩa là tín hiệu được cố định ở 0 hoặc 1.

Như một thí dụ của việc chèn xung, nếu 3 bit C của một cột thứ nhất tất cả đều là 1, thì có nghĩa là : bit thứ nhất ở cuối cột là 1 bit chèn. Một kênh nhận được tín hiệu thấp hơn 1,544 Mbps gây cho số bit nhồi tăng lên vì vậy các tín hiệu ghép kênh luôn luôn giữ ở 6,312 Mbps. Kết quả là, khung DS2 được thiết lập với 1176 bit. Trong số chúng, các bit thông tin là 1148 bit (48 x 16). Và những bit còn lại được sử dụng để tạo khung, kiểm soát sự chèn và giám sát.



Hình 3.32. Kiểu khung DS2

Hệ thống phân cấp	Tốc độ	Phương trình

DS0	64	8,000b/s x 8bit
DS1	1,544	64Kb/s x 24 +8Kb/s
DS2	6,312	$1,544 \text{ Mbps} \times 4 \times \frac{49}{48} \times \frac{288}{288 - 0,333}$
DS3	44,736	$6,312 \text{ Mbps} \times 7 \times \frac{85}{84} \times \frac{672}{672 - 0,390}$
DS4	274,176	$44,736 \text{ Mbps} \times 6 \times \frac{98}{96} \times \frac{768}{768 - 0,470}$

Bảng 3.7. Tốc độ nhóm cấp cao kiểu Bắc Mỹ

Hệ thống phân cấp	Tốc độ	Phương trình
CEPT0	64	8,000b/s x 8bit
CEPT1	2,048	64Kb/s x 32
CEPT2	8,448	$2,048 \text{ Mbps} \times 4 \times \frac{212}{206} \times \frac{206}{206 - 0,424}$
CEPT3	32,368	$8,448 \text{ Mbps} \times 4 \times \frac{348}{378} \times \frac{378}{678 - 0,436}$
CEPT4	139,264	$32,368 \text{ Mbps} \times 4 \times \frac{488}{482} \times \frac{482}{482 - 0,419}$

Bảng 3.7. Tốc độ nhóm cấp cao kiểu Châu Âu

Ngoài ra G.802 đã kiến nghị sự phân cấp báo hiệu lai ghép 2,048 - 6,312 - 44,736 - 139,264. Mbps để đáp ứng tiêu chuẩn của giao diện giữa các cấp báo hiệu. G747 khuyến nghị giao tiếp giữa 2,048 và 139,264 Mbps và G755 khuyến nghị các đặc tính ghép kênh lai ghép cho giao tiếp giữa 44,736 và 139,264 Mbps.

3.6 Truyền dẫn số đồng bộ và đồng bộ hoá mạng lưới:

3.6.1 Công nghệ truyền dẫn số đồng bộ:

Trong hệ thống phân cấp số đồng bộ hiện có được chấp nhận trên thế giới, các tín hiệu số sử dụng các nguồn đồng hồ độc lập được ghép kênh để có lợi về mạch trên đường truyền để có hiệu quả kinh tế, khiến chúng phù hợp để áp dụng chuyển qua hai điểm. Tương ứng, hiện có 1 số những bộ điều khiển báo hiệu và các bước ghép kênh chưa hoàn hảo để bù những sự khác biệt về thời gian giữa các tín hiệu số đầu vào trong quá trình ghép kênh tín hiệu. Trong những năm 1980 do sử dụng nhiều hệ thống chuyển mạch số và thiết bị truyền dẫn số và nhu cầu thiết lập ISDN càng ngày càng lớn, việc đồng bộ hoá mạng lưới đã trở nên quan trọng hơn bao giờ hết.

Ngoài ra, qua việc áp dụng công nghệ máy tính điện tử trong các thiết bị truyền dẫn, các cấu hình mạng lưới đơn giản và linh hoạt hơn đã được thực hiện. Điều này nghĩa là các chức năng phân chia/phân phối, vận hành, bảo dưỡng và sửa chữa của các thiết bị truyền dẫn được nâng cấp. Tương ứng, việc nghiên cứu phát triển các phương pháp truyền dẫn đồng bộ đã được bắt đầu ở nhiều nước tiên tiến. Các hướng nghiên cứu như sau:

1. Sử dụng cấu trúc đa khung dị bộ hiện có.
2. Cải tiến cấu trúc khung dị bộ hiện có.
3. Thiết lập sự phân cấp đồng bộ mới.

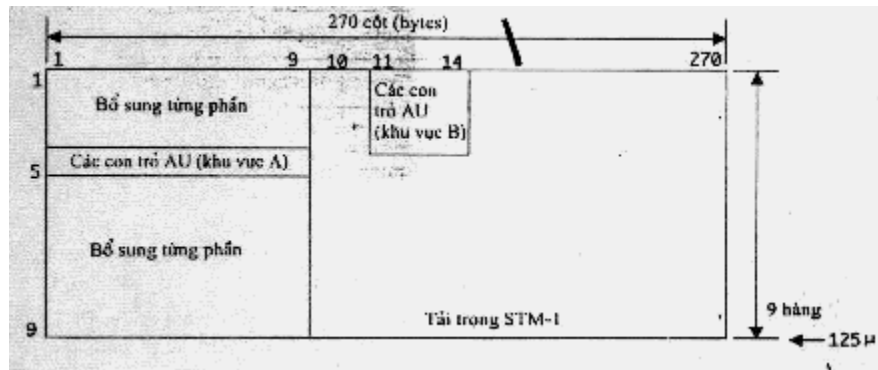
Để đạt được mục đích nêu ở mục 1/. ; các cấu trúc đa khung dị bộ hiện có đã được sử dụng không cần thay đổi. Ngoài ra các bộ điều khiển nhồi và các bit chèn đã trở thành không cần thiết do sự nối các tín hiệu nhánh đồng bộ đã được sử dụng như những thiết bị bổ xung ngoài các đường truyền dẫn. Đồng thời các chu kỳ khung của các bội số 125ms được thiết lập và sử dụng như một siêu khung để nhận biết các tín hiệu ở các cấp ghép kênh. Thí dụ điển hình là format syntran (truyền dẫn đồng bộ tại DS3), nó cải tiến khung tín hiệu DS3 hiện có thành một format báo hiệu đồng bộ để sử dụng. Để đạt được mục đích nêu ở (2/.), tín hiệu dị bộ hiện có được tái cấu hình thành format tín hiệu đồng bộ có chu kỳ khung 125ms để phân phối mạch dễ hơn. Những thí dụ điển hình của 2 loại trên là DST (đầu cuối đồng bộ số) loại 6 Mbps và SDTT (đầu cuối truyền dẫn số đồng bộ) do NTT của Nhật xây dựng. Mục nêu ở 3/., do những tác động của nó tới sự phát triển các mạng lưới truyền dẫn trong tương lai, sẽ được trình bày chi tiết trong phần sau.

3.6.2 Kiểu tín hiệu phân cấp số đồng bộ:

Một cấu trúc khung thích hợp để đảm bảo có được những dịch vụ số và đáp ứng những nhu cầu cấu hình và vận hành mạng lưới cần phải xác định trước hết để định tốc độ thích hợp của sự phân cấp số đồng bộ. Phần lớn các dịch vụ liên lạc đang được thực hiện hiện nay là ở dạng tiếng nói và tốc độ PCM của chúng là 64 Kbps; tốc độ của dịch vụ ISDN nhanh hơn tốc độ này vài lần. Tương tự, khi chu kỳ khung được đặt ở 8 KHz và cấu trúc khung, với đơn vị 8 bit (byte), tất cả các kênh dịch vụ có thể đáp ứng được 1 cách dễ dàng qua việc phân định 1 số khe thời gian nhất định, chúng chiếm những vị trí cố định của khung và do đó, việc ghép kênh những đơn vị này giúp sự nhận biết tín hiệu trực tiếp được dễ dàng trong các cấp ghép kênh, và tạo cho phần cứng linh hoạt hơn. Hơn nữa đối với việc để cấu hình mạng lưới linh hoạt, việc nhận biết và phân tách tín hiệu ở các cấp ghép kênh cần phải dễ dàng. Nghĩa là cấu trúc khung phải được thiết kế đơn giản sao cho các kênh dịch vụ hoặc các tín hiệu số cần được đưa vào và lấy ra một cách dễ dàng.

Để đạt được mục đích này thông tin cần phải xen kẽ theo hướng xuôi bằng đơn vị bit hoặc byte trong 1 khung với chu kỳ 125ms. Để có kết quả tốt nhất, số hàng và cột cần phải được xác định bằng cách xem xét độ rộng băng tần của các tín hiệu số và các kênh dịch vụ cần thích ứng. Những mạng trong tương lai được hy vọng phức tạp hơn vì quy mô truyền dẫn cũng như số lượng dịch vụ cũng tăng lên. Tương ứng, để làm cho việc vận hành bảo dưỡng và sửa chữa mạng dễ dàng hơn, cần phải bảo đảm bổ xung đủ trong các khung tín hiệu truyền dẫn. Những nhu cầu này sẽ được đáp ứng khi các sợi quang học, phương tiện truyền dẫn không bị giới hạn bởi dài thông, có thể được sản xuất và lắp ráp 1 cách kinh tế. Các tín hiệu phân cấp số đồng bộ cần phải có khả năng thực hiện được cấu trúc khung nêu trên. Ngoài ra chúng cần phải được thiết lập, xem xét xu hướng phát triển của các thiết bị liên quan, các kiểu thiết bị số cần thích nghi và khả năng nâng cấp chúng lên cao hơn. Công nghệ sản xuất các thiết bị liên quan cũng được nâng cấp với tốc độ nhanh; công nghệ CMOS thường được coi là công nghệ tiên tiến nhất hiện có, sẽ tạo khả năng xử lý thông tin loại 150-200 MHz sau vài năm. Hơn nữa dịch vụ loại H4 tốc độ cao có khả năng được đưa ra với loại 135 Mbps để có thể thích ứng đối dịch vụ tiếng nói giải thông hẹp hiện có cũng như dịch vụ VIDEO. Trong trường hợp các tín hiệu số, các tín hiệu phân cấp số đồng bộ hiện có được kiến nghị sử dụng vì chúng kinh tế. Kết quả là, có thể thích ứng tới DS4 (139 Mbps).

Mặt khác trong tương lai gần các tín hiệu phân cấp cơ bản đồng bộ sẽ được sử dụng như những tín hiệu cơ bản của các mạng truyền dẫn số, đặc biệt loại ISDN giải rộng, nếu nhu cầu đồng bộ mạng lưới và dịch vụ dải rộng tăng lên như dự kiến. Do đó chắc chắn nó sẽ được nâng cấp thành các tín hiệu phân cấp bậc cao.



Hình 3.33. Cấu trúc khung STM.1.

ITU-T đã thiết lập mức cơ bản của phân cấp số đồng bộ là 155,520 Mbps bằng cách xem xét những yêu cầu về cấu trúc khung và tốc độ phân cấp cơ bản được mô tả trên đây. Ngoài ra, cuốn sách xanh của ITU-T đã kiến nghị STM-1 (kiểu chuyển đồng bộ cấp 1) có cấu trúc hướng xuôi 9 x 270 byte. Như thể hiện ở hình 3.33 minh họa khung tín hiệu có chu kỳ lặp lại 125 Ms. Đặc điểm của cấu trúc khung ghép kênh như sau:

1. Có khả năng phát triển thành cấp cao.
2. Thích ứng các tín hiệu phân cấp số do G702 ITU-T đề xuất.
3. Thích ứng các dịch vụ ISDN giải rộng.
4. Thực hiện mạng lưới minh.

Theo 1/. các tín hiệu phân cấp cơ bản được sắp xếp theo khung để ghép kênh bằng phương pháp xen byte đơn giản. Các chức năng xử lý tín hiệu đòi hỏi vào lúc này là chức năng xử lý 1 phần thông tin bổ xung.

Tương ứng, tốc độ phân cấp bậc cao được xác lập bởi các bội số nguyên của tốc độ phân cấp cơ bản và chức năng ghép kênh sẽ trở nên rất đơn giản. Theo 2/.

những tín hiệu phân cấp 1,544 Mbps và 2,048 Mbps được cấu trúc như sau để chúng có thể chiếm 1 cột đơn vị 9 byte trong 1 khung đồng bộ.

Tín hiệu	1,544 Mb/s	2,048 Mb/s
DS1 (CEPT1)	9 cột x 3 hàng	9 cột x 4 hàng
DS2 (CEPT2)	9 cột x 12 hàng	9 cột x 16 hàng
DS3 (CEPT3)	9 cột x 85 hàng	9 cột x 65 hàng
DS4 (CEPT3)		9 cột x 261 hàng

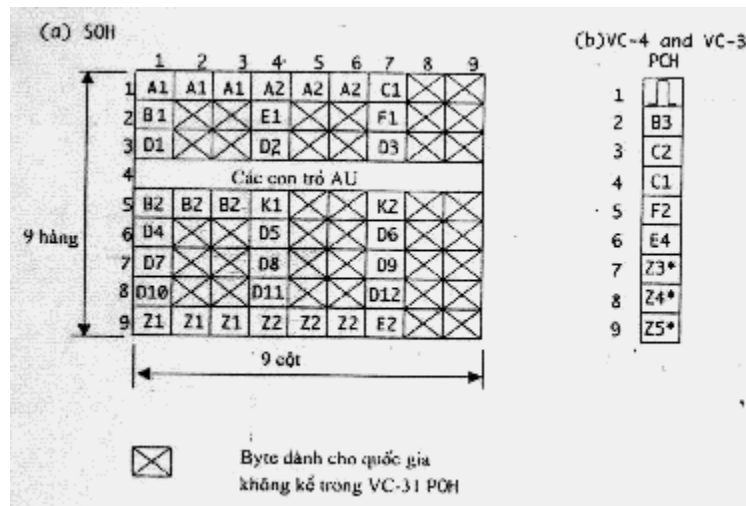
Bảng 3.9. Cấu trúc khung đồng bộ

Đối với những tín hiệu trên, sự chèn và những sự bổ xung cần thiết được bổ xung vào cho tốc độ tín hiệu cơ bản. Chúng được xác lập bởi đơn vị 9 cột. Việc xác lập những đơn vị này chỉ đòi hỏi 1 hàm xác nhận về 270 hàng trong cấu trúc 9 x 270 byte của các tín hiệu cơ bản thay vì việc xác nhận tín hiệu chiếm ở tất cả các byte hiện có trong khung. Tương ứng các chức năng xác nhận, tách và xen đối với những tín hiệu trên có thể được tiến hành dễ dàng hơn ở cấp ghép kênh.

Theo 3/. , các dịch vụ giải thông như H2 và H4 nên là bội số của 64Kb/s để tối đa hoá những ưu điểm của việc sử dụng các tín hiệu số mô tả trên đây. Ngoài ra, nếu có thể, tốc độ dịch vụ cần phải được xác lập sao cho có thể đảm bảo được cấu trúc 9 x N byte (N là số nguyên). Để thực hiện các mạng thông minh cần bảo đảm đủ các phần bổ xung trong format tín hiệu. Phần bổ xung của phân cấp đồng bộ được xác lập ở hình 3.34 cho mục đích này. Nghĩa là, những phần bổ xung hiện có là bổ xung từng phần (SOH) được yêu cầu bởi những yếu tố khác nhau trong các thiết bị ghép kênh và trên mỗi đường đi của tín hiệu được thích ứng trong khung.

Ngoài ra, có thể có 1 số cách phân định phần bổ xung. Trong kênh bổ xung từng phần, gồm có các bộ tạo khung (A), bộ phận điều khiển hoạt động từng phần (B), phần bổ xung cho nghiệp vụ (E1), thông tin chuyển mạch cơ động (K), số liệu người sử dụng (F1) và những kênh số liệu dung lượng lớn (D). Hơn nữa vì những kênh bổ xung theo đường được xây dựng từ những thông tin như dấu vết (J1) của

đường tín hiệu tương ứng, trạng thái hình dạng tín hiệu (C,H), hiệu suất truyền dẫn (B3) về việc chuyển các dữ liệu thông tin liên quan đến hiệu suất và cảnh báo (G1) và các dữ liệu của người sử dụng (F2), các tuyến truyền dẫn thông minh có thể được thực hiện không khó khăn gì.



Hình 3.34. Phần tử bổ xung của khung STM.1.

3.6.3 Phương pháp ghép kênh phân cấp đồng bộ:

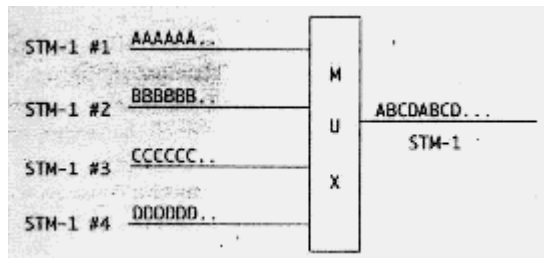
Các tín hiệu DS1, DS2 và DS3 của xeri 1,544 Mb/s, CEPT1, CEPT2, CEPT3, CEPT4 của xeri 2,048 Mb/s và các tín hiệu dịch vụ dải thông rộng là tín hiệu nhánh thích ứng trên STM-1, một format tín hiệu cơ bản đồng bộ. Những tín hiệu này được bố trí 1 cách linh hoạt trong khung STM-1 sau khi đã được xử lý qua các phần tử ghép kênh như C, CV, TU, và AU.

Trong số những yếu tố trên, C và CV được sử dụng để truyền (điểm tới đa điểm) tín hiệu thành phần trên mạng truyền dẫn đồng bộ; Một vùng nhất định của khung STM-1 được hình thành như một VC trên đó các tín hiệu hoặc kênh dịch vụ tương ứng được nạp để chuyển đi. Một đường đi kéo dài từ 1 điểm trong đó VC được tạo thành tới 1 điểm nơi nó được huỷ bỏ. Phần bổ xung được sử dụng trên tuyến đường này được gọi là POH, ở đây bổ xung thêm 1 ký tự đầu để thể hiện kiểu. AU và TU là những đơn vị hiện có. AU có một con trỏ để thể hiện điểm khởi đầu của khung VC chiếm trọng tải của STM-1, trong khi đó TU có 1 con trỏ để thể hiện điểm khởi đầu của VCn-1 cấp thấp chiếm trọng tải trong VC. Chúng được yêu cầu cho

việc bố trí linh hoạt trên trọng tải trong của V_{cn} , V_{Cn+1} , hoặc khung STM-1. Chúng đặc biệt có lợi cho việc bù sự chênh lệch về thời gian giữa 2 tín hiệu ghép kênh trong khi thực hiện chức năng phân chia/phân phối báo hiệu của đơn vị VC. Để ghép kênh, các tín hiệu thành phần được chuyển đổi thành STM-1 sau khi qua các phần tử ghép kênh nói trên. Nghĩa là quá trình ghép kênh như sau:

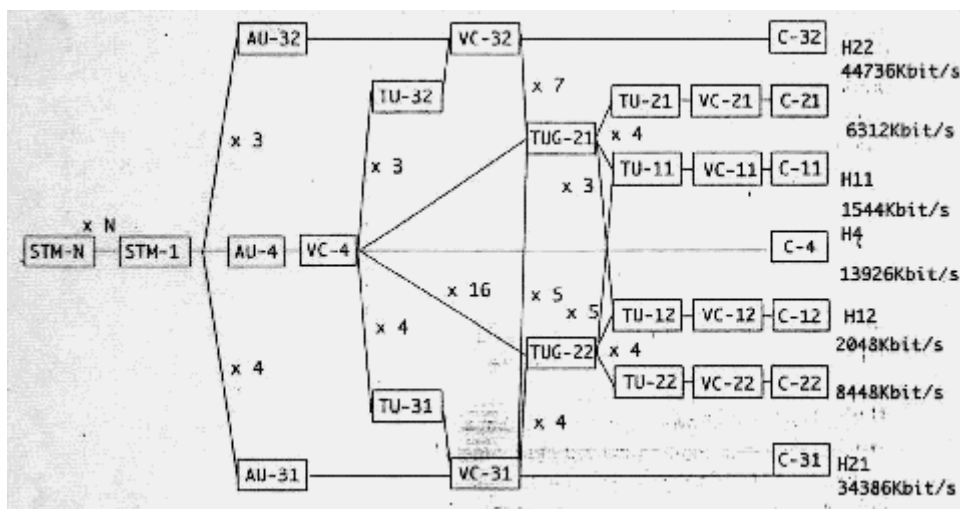
- Các tín hiệu thành phần: Tín hiệu DS_n hoặc dịch vụ H_n ($n=1,2,3,4$)
- C_n : $DS_n + OH$, $H_n + OH$ (OH là 1 bit chèn cố định và phần bổ xung)
- V_{cn} : $C_n + POH_n$ (POH là phần bổ xung theo đường)
- T_{un} : $V_{Cn} + TH_n$ PTR (PTR là 1 con trỏ)
- V_{cn+1} : $N \times T_{Un} + POH_{n+1}$ (N là 1 số nguyên, $n=1,2,3$)
- A_{um} : $V_{Cm} + A_{Um}$ PTR ($m=3$ hoặc 4)
- STM-1: $A_{Um} + SOH$ (SOH là 1 phần bổ xung theo phần)
- STM-N: $STM-1 \times N$ ($N=1,4,8,\dots$)

ở đây, để ghép kênh N số STM-1 thành STM-N, có thể dùng phương pháp xen byte đơn giản thể hiện ở hình 3.35.



Hình 3.35. Phương pháp ghép kênh đồng bộ

Mặt khác, tín hiệu phân cấp đệ bộ DS_n và dịch vụ H_n được ghép kênh thành STM-N bằng cách qua những quá trình sau:



Hình 3.36. Ghép kênh thành STM-N

3.6.4 Tiêu chuẩn hoá phân cấp số đồng bộ:

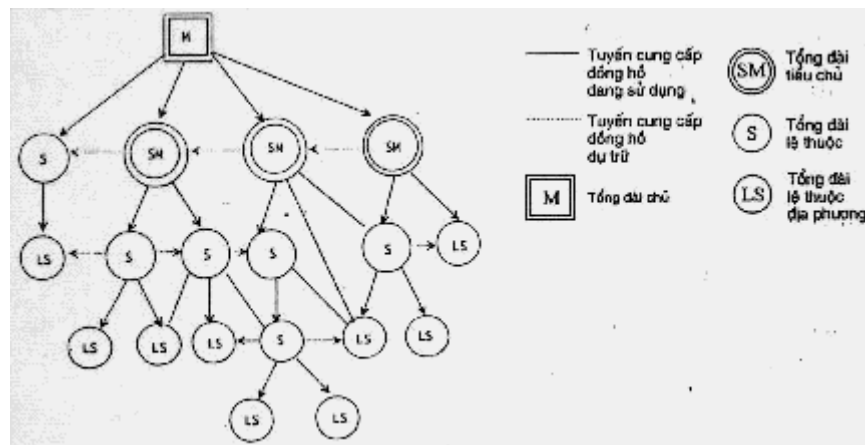
Ở Mỹ, việc nghiên cứu mạng quang học đồng bộ SONET, một mạng truyền dẫn quang học đồng bộ sử dụng như những trục truyền thông được nối với nhau bằng các sợi quang học đã được tiến hành từ 1984; một sợi quang học chứa một vài tuyến trục truyền thông chính để chuyển các tín hiệu tiêu chuẩn hoá một cách song song. Hệ thống này đã được chấp nhận như 1 tiêu chuẩn của ITU-T. Tương ứng, ở những vị trí tương ứng rời cổng thu trên các đường, những tín hiệu chuẩn của mỗi đường hoặc tín hiệu dưới cấp đó được tách ra và xen vào để phân chia hoặc kết hợp các tín hiệu. Các đường được phân phối tại các điểm giao nhau của các đường trục cũng giống như những chiếc ô tô thay đổi tuyến đi dựa theo điểm đích của chúng. Format đồng bộ đã được chấp nhận như một tiêu chuẩn Mỹ như sau: Các tín hiệu STS1 (tín hiệu chuyển đồng bộ cấp 1) với tốc độ cơ bản 51,840 Mb/s đã được chọn làm những tín hiệu cơ bản sẽ chiếm mỗi làn trên đường trục thông tin và những tín hiệu STS-N (tốc độ 51,840 Mb/s) đã được chọn làm những tín hiệu N làn (đơn hướng). Cũng như thế một vật mang quang học cấp 1 (OC-1) và OC-N đã được chọn để sử dụng làm giao diện quang học. Giao diện nút mạng (NN1) sử dụng cả giao diện của mạng trung kế và giao diện mạng người sử dụng (UNI) là giao diện giữa các thuê bao và mạng, giao diện này tiếp theo được phân thành những NNI dị bộ và NNI đồng bộ. ITU-T đã nghiên cứu việc tiêu chuẩn hoá liên quan đến vấn đề này. Trong trường hợp NNI dị bộ sử dụng từ 1988, việc tiêu

chuẩn hoá giao diện tới loại DS4 đã được hoàn thành. Đối với những tốc độ cao hơn việc nghiên cứu tập trung vào tiêu chuẩn hoá quốc tế của NNI đồng bộ đã được tiến hành. Kết quả là, vào 11/1988 STM-1 và STM-4 (622,080 Mb/s) với tốc độ cơ bản 155,520 Mb/s đã được kiến nghị. Sự khác biệt là ở chỗ cấu trúc ghép kênh của tín hiệu STS-3 cũng giống như STM-1 và ở chỗ nó có thể thích ứng tới các tín hiệu loại DS4 (hoặc dịch vụ loại H4) với nội dung thông tin về phân bổ xung từng phần và dung lượng tải

3.6.5 Sự đồng bộ hoá mạng

Để thực hiện một cách linh hoạt việc trao đổi, tách và xen vào sự chia thời gian của các tín hiệu ghép kênh, xung thu/phát của mỗi nước nên được đồng bộ hoá về mặt thời gian. Nếu không làm được điều này thì sự trượt sẽ xảy ra.

Ba loại đồng bộ mạng hiện có gồm: phương pháp đồng bộ hoá gần đồng bộ được thực hiện bằng cách lắp đặt một dao động tách biệt ở từng tổng đài, sự đồng bộ chủ/tớ được thực hiện bằng cách đảm bảo để bộ dao động ở tổng đài là mức cao nhất và sau đó, cung cấp đồng bộ cho các tổng đài nhánh mức cao (high-level) để đồng bộ toàn mạng, và phương pháp đồng bộ hoá tương hỗ được thực hiện bằng cách đảm bảo để một bộ dao động tần số thay đổi ở mỗi tổng đài, so sánh sự khác pha giữa đồng hồ của các tổng đài khu vực với đồng bộ ở các tổng đài khác trong mạng, và sau đó điều khiển tần số dao động để giá trị trung bình của những sự khác pha này bằng 0 nhằm đồng bộ toàn mạng.



Hình 3.37. Sự đồng bộ hoá mạng qua sự đồng bộ hoá các nhánh.

Trong trường hợp đồng bộ hoá gần đồng bộ, bộ dao động phải được vận hành ở mức độ ổn định cao bởi vì các tổng đài khác thu được sự trượt ra sự xuất hiện thường xuyên của sự khác biệt tần số đồng hồ. Trong trường hợp đồng bộ hoá tương hỗ, các tổng đài hay các tuyến truyền dẫn có lỗi sẽ có ảnh hưởng tối thiểu với các tổng đài hay các tuyến truyền dẫn có lỗi sẽ có ảnh hưởng tối thiểu với các tổng đài hay tuyến truyền dẫn khác. Trong trường hợp ngược lại, việc phát hiện lỗi sẽ rất khó thực hiện và các thiết bị đồng bộ hoá phức tạp hơn sẽ cần thiết cho sự vận hành.

G.811 của các khuyến nghị ITU-T đã đưa ra ý kiến về việc sử dụng đồng bộ trên bình diện quốc tế và việc duy trì sự chính xác của tần số của các cổng quốc tế ở độ trượt là 1 trượt /70 ngày (1 slip/7 days) (độ trượt 10^{-11}). Để đạt mức độ chuẩn xác này, cần phải sử dụng một bộ dao động hạt nhân có Cesium hoặc Radium.

3.7 Sự phát triển của công nghệ truyền dẫn

3.7.1 Hệ thống chuyển mạch tương tự và truyền dẫn số.

Năm 1877, một năm sau khi phát minh ra điện thoại, dịch vụ chuyển mạch được khởi sự tại Boston, Mỹ. Năm 1889, A.B.Strowger của Mỹ đã sáng chế ra một hệ thống chuyển mạch tự động và sau đó, vào năm 1920, hệ thống chuyển mạch ngang dọc được lắp đặt lần đầu tiên tại Thụy Điển. Năm 1948, hệ thống chuyển mạch ngang dọc thứ 5 được lắp đặt ở Mỹ. Vào khoảng thời gian này, phòng thí nghiệm Bell của Mỹ công bố sự phát triển thành công phương pháp điều khiển chương trình được lưu trữ mà đã trở thành nền tảng cho các hệ thống chuyển mạch (switching) điện tử đang được sử dụng hiện nay.

Mặt khác, lịch sử liên lạc số bắt đầu từ khi mà các hệ thống truyền dẫn được số hóa, nó xuất hiện trước sự phát minh ra hệ thống chuyển mạch. Việc truyền số có thể gửi 12 lần số lượng thông thường qua một đường tiếng thông qua quá trình ghép kênh, đồng thời cho hiệu quả kinh tế cao hơn. Vì lẽ đó, việc số hoá được thực hiện từ các chặng ngắn, quan trọng thông qua việc sử dụng các hệ thống chuyển mạch tương tự; Kết quả là, giao tiếp với hệ thống chuyển mạch được thực hiện bởi đơn vị tiếng. Hơn nữa, nó có khả năng thực hiện một cách vừa đủ các thông tin báo hiệu khác nhau và chính vì lẽ đó, công nghệ truyền dẫn được cải tiến không

dựa vào sự phát triển của công nghệ chuyển mạch. Các yêu cầu vào thời điểm này, là những khía cạnh kinh tế được xem xét cho việc truyền dẫn giữa các điểm; Qua đó, việc số hoá các tuyến truyền dẫn được coi là chức năng giá cả của các tuyến dây, các bộ ghép kênh và các bộ chuyển đổi A/D. Ngoài ra, hệ thống chuyển mạch vào thời điểm này không tạo ra bất kỳ hạn chế nào đối với sự đồng bộ được thực hiện bởi chức năng ghép kênh. Vì vậy, chỉ có cải tiến các nguồn đồng hồ tinh thể trong các thiết bị truyền dẫn và sự ổn định của đường thông là vấn đề phải xem xét. Tuy nhiên, những lỗi đồng hồ tạo ra do các hệ thống chuyển mạch không phải là những vấn đề nghiêm trọng bởi sự sử dụng phương pháp chèn xung. Các thiết bị truyền dẫn được vận hành một cách ổn định bởi sự đồng bộ chủ / tớ của các đường báo hiệu thu và phát được thực hiện một cách bình thường. Hơn nữa, các dịch vụ được cung cấp hiện nay chủ yếu là dịch vụ tiếng nên các qui chế vừa phải được áp dụng đối với tốc độ lỗi bit (10⁻⁴).

Trên cơ sở này, phương pháp T2 (locap 96 đường), phương pháp T4 (274 Mbps), FT-2 và FT-3, là những phương pháp thông tin quang dung lượng lớn được phát triển một cách thành công và được thương mại hoá cùng với các bộ ghép kênh như M12, M23 và M34. Tất cả các bộ ghép kênh này được ghép kênh theo phương pháp dị bộ qua việc chèn xung.

3.7.2 Giới thiệu hệ thống chuyển mạch số và truyền dẫn số.

Việc số hoá các hệ thống thông tin liên lạc là chủ đề rất đáng quan tâm và nghiên cứu bởi vì truyền dẫn số đã được sử dụng rộng rãi. Mỗi khi loại hệ thống chuyển mạch bằng số mới được sáng chế thì các hệ thống chuyển mạch bắt đầu có các yêu cầu dỡ bỏ các phần quá tải A/D - D/A để giảm bớt chi phí của phần giao tiếp giữa các hệ thống chuyển mạch với các thiết bị truyền dẫn và một số hệ thống chuyển mạch đã ghép thêm các thiết bị truyền dẫn và một số hệ thống chuyển mạch đã ghép thêm các thiết bị truyền dẫn vào với chúng. Và để có hiệu quả và kinh tế lớn hơn, việc sử dụng các hệ thống truyền dẫn cáp quang cho các hệ chuyển mạch đã được phát triển thành công. Hơn nữa, các hệ thống chuyển mạch bắt đầu yêu cầu sự đồng bộ mạng. Nghĩa là, khi mà các hệ thống chuyển mạch được số hoá thì tất cả các hệ thống chuyển mạch phải được đồng bộ với cùng một đồng hồ chuẩn.

Nói cách khác, nếu tốc độ đồng hồ của 2 hệ chuyển mạch số khác nhau thì các hệ thống không thể tránh khỏi sự trượt. Các dịch vụ dữ liệu như DDS (hệ thống dữ liệu số) không cho phép sự việc này xảy ra và một sự đồng bộ thích hợp giữa hai hệ chuyển mạch trở thành một vấn đề lớn. Và, như các vấn đề cơ bản, một sự đồng bộ hoàn toàn phải được thực hiện tại mỗi điểm cuối của ghép kênh bởi vì hệ thống ghép kênh dự bộ được vận hành đối với các nguồn vào độc lập và còn gì tồi tệ hơn một hệ thống không thể phân biệt một cách trực tiếp các bit tiếng nói từ các tín hiệu khác. Công nghệ hiện có có thể thực hiện chức năng chuyển mạch một cách trực tiếp bởi đơn vị đường tiếng tại mức độ khoảng 50 Mbps. Tuy nhiên, về các hệ thống truyền dẫn dự bộ hiện nay, chúng phải được hạ thấp tới cấp ghép kênh đồng bộ 1.544 Mbps một cách không điều kiện cho việc phân biệt rõ bit tiếng nói. Như vậy, có thể tránh sự quá mức của A/D - D/A nhưng không phải sự quá mức của ghép kênh/phân kênh.

Để giải quyết vấn đề này, một loạt phương pháp mới thực hiện ghép kênh đồng bộ để tìm kiếm một cách dễ dàng các bit tiếng nói trên tín hiệu mà đã được ghép kênh vào nhóm mức cao, đã được đề xuất; SYNTRAN sử dụng cấu trúc khung cơ bản, phương pháp sử dụng tốc độ của phương pháp dự bộ hiện có như DST của Nhật Bản trong việc tạo ra các khung mới, và phương pháp cho mạng điều khiển phần mềm trong tương lai trong đó người sử dụng có thể cấu hình các mạng. Hơn nữa, bằng cách mở rộng công việc này, ta có thể thiết lập một mạng hiệu quả bao gồm các hệ thống chuyển mạch, các thiết bị nối qua và cáp quang.

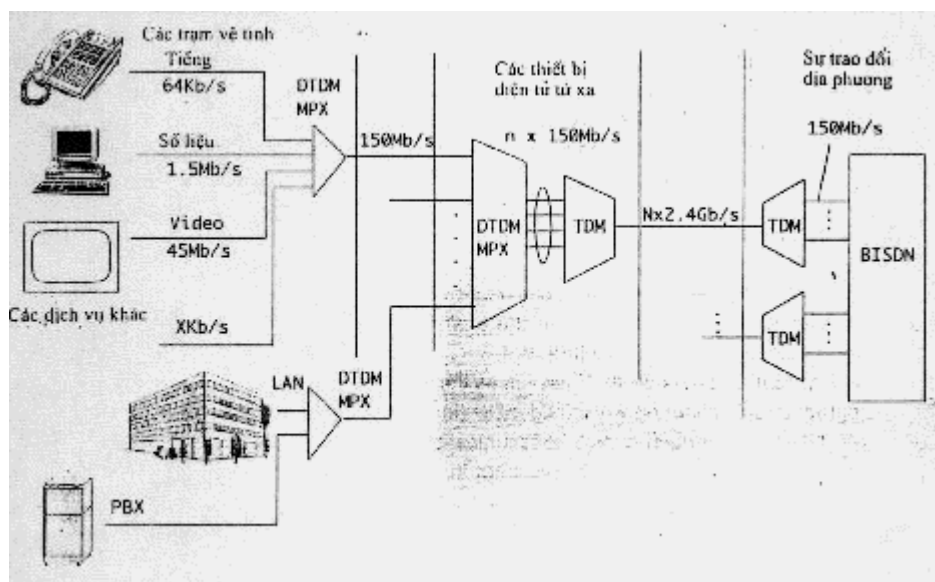
3.7.3 Chuyển mạch gói, chuyển mạch tuyến và truyền dẫn số.

Các mạng thông tin liên lạc của thế kỷ 21 cho phép những người sử dụng lựa chọn các dải dịch vụ và tiếp cận các loại dịch vụ một cách tự do dựa vào những tiến bộ trong công nghệ truyền tải. Và kết quả là, chúng sẽ được liên kết vào các hệ thống có khả năng đáp ứng các nhu cầu liên lạc hiện có và tương lai như các máy điện thoại, số liệu truyền hình hay việc nối các mạng LAN tốc độ cao (1,2 Kbps ~ hàng trăm Mbps) thông qua việc thực thi B-ISDN với khả năng xử lý thông tin bằng đơn vị gói (packet). Như đã nêu trên, các mạng liên lạc trong tương lai sẽ có chức năng chuyển mạch mạch cũng như chức năng chuyển mạch gói. Qua đó, các hệ thống truyền dẫn phải được phát triển với khả năng đáp ứng các yêu cầu và đặc tính của thông tin. Thông tin mạch hiện có và thông tin gói là riêng biệt với nhiều tốc độ bit

khác nhau. Và, các độ rộng băng tần của chúng thay đổi thường xuyên và chúng không tạo ra những yêu cầu đồng bộ mạng. Tuy nhiên, khi một mạng liên lạc gói mới được áp dụng, nó sẽ không làm tổn hại chất lượng hệ thống trong khi giao tiếp với mạng liên lạc hiện có. Hơn nữa, trong việc ghép kênh đồng bộ đã nêu bên trên, nó phải có khả năng xác định các gói trên các bit được truyền đi và vì vậy, sự liên lạc phải được thực hiện bởi đơn vị khối.

Trong trường hợp này, phương pháp không đặt các khe thời gian một cách cố định được gọi là phương pháp truyền dị bộ (ATM). Dựa vào sự linh hoạt đối với các loại dịch vụ, ATM được coi là một phương pháp truyền tin quan trọng. Ngoài ra, ITU-T hy vọng có thể đưa ra một loại lai ghép mà có thể thích ứng với ATM và STM để phản ánh các yêu cầu của SONET qua việc áp dụng phương pháp truyền đồng bộ. Họ đề xuất một cấu trúc truyền băng rộng 2 bậc cho một mạng thuê bao bằng cách sử dụng đồng thời chuyển mạch gói và chuyển mạch tuyến; nghĩa là, trong mạng thuê bao có thể xử lý nhiều loại thông tin và tốc độ, ghép kênh sơ cấp được thực hiện với phương pháp DTDM (TDM động lực) và sau đó, tại tổng đài, kết quả ghép kênh được phân kênh lại với phương pháp TDM.

Về phần này, việc ghép kênh các phần thuê bao trở nên quan trọng hơn việc ghép kênh của truyền dẫn giữa các tổng đài và vì lẽ đó, một trong các mục tiêu lớn trong lĩnh vực truyền dẫn là phát triển các thiết bị điều khiển và ghép kênh của các đầu cuối thuê bao cần thiết cho việc cung cấp các dịch vụ một cách kinh tế và hiệu quả.



Hình 3.38. Cấu trúc DTDM của mạng thuê bao

3.8 Công nghệ truyền dẫn thuê bao

3.8.1 Phần giới thiệu.

Mạng thuê bao được sử dụng để nối các đầu cuối thuê bao trong nhà của các thuê bao với mạng thông tin. Có thể sử dụng nhiều phương pháp liên tục kiểu có dây/không có dây. Tuy nhiên, đối với các thuê bao chung, loại được sử dụng rộng rãi nhất là phương pháp truyền băng tần tiếng nói tương tự bằng cách sử dụng cáp kim loại 2 hoặc 4 dây. Kể từ khi sáng chế ra các hệ thống điện tín và điện thoại khoảng 100 năm trước, các loại cáp kim loại được sử dụng rộng rãi như là một phương tiện tốt nhất để nối các thuê bao với các mạng thông tin. Trừ một vài sửa đổi vật lý như việc lắp thêm các cuộn tải và cuộn hybrid, các dây cáp được sử dụng ngày nay chủ yếu là giống với các loại dây được sử dụng trong giai đoạn khởi đầu của sự phát triển. Nói cách khác, trong số các thuê bao, sự truyền dẫn và các phương tiện chuyển mạch, 3 bộ phận quan trọng của truyền thông, sự truyền dẫn và các phương tiện chuyển mạch đã được cải tiến một cách đáng kể theo những tiến bộ trong công nghệ thông tin liên lạc, máy tính điện tử và công nghệ bán dẫn. Mặt khác, các phương tiện thuê bao chủ yếu vẫn được duy trì như trước và mục tiêu xử lý tiếng nói tương tự có dải băng rộng 300-3400Hz vẫn có giá trị đến ngày nay.

Trong những năm 1980, SLIC (mạch giao tiếp đường thuê bao) cho việc thay thế các cuộn hybrid bằng các phần tử bán dẫn, và các phần tử bán dẫn mới và các thiết bị truyền dẫn như các thiết bị tập trung/ghép kênh thuê bao dạng số để tiết kiệm các mạch thuê bao đang được áp dụng từng bước vào mạng thuê bao. Tuy nhiên, chúng được sử dụng chủ yếu cho việc xử lý dải tần tiếng nói tương tự chẳng hạn trong trường hợp các phương pháp hiện có.

Trong suốt thời gian khi các mạng lưới thông tin liên lạc được sử dụng chủ yếu cho việc chuyển các thông tin tiếng nói và có ít nhu cầu cho những liên lạc dữ liệu tốc độ cao, các yêu cầu của người sử dụng được đáp ứng chỉ với các cáp kim loại hoạt động với dải tần 300Hz~3400Hz. Tuy nhiên, vì các nhu cầu ngày càng tăng, nhu cầu thiết lập các mạng lưới thuê bao tân tiến và ISDN (mạng đa dịch vụ) là cần

thiết. ISDN có thể được xác định là một mạng lưới liên lạc có khả năng cung cấp sự kết nối số từ các máy thuê bao chủ gọi đến các máy thuê bao bị gọi và xử lý hàng loạt loại dịch vụ tiếng nói và phi tiếng nói.

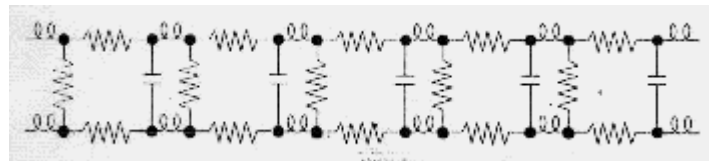
Như vậy, việc số hoá toàn bộ mạng lưới liên lạc là cần thiết phải thực hiện trước tiên trong trình tự thiết lập loại mạng truyền thông này. Vì những ưu điểm của chúng, phương pháp truyền thông số đã được áp dụng vào lĩnh vực truyền dẫn từ những năm 1960 và vào lĩnh vực chuyển mạch từ những năm cuối thập niên 1970. Việc nghiên cứu về số hoá các tuyến thuê bao đã được tiến hành từ những năm cuối của thập niên 70. Một loạt phương pháp khác như việc lắp đặt các phương tiện truyền dẫn mới có giá trị cho việc số hoá các tuyến thuê bao; khi nhận ra rằng chi phí thiết lập các thiết bị thuê bao chiếm khoảng 40% tổng đầu tư thiết lập mạng liên lạc thì cách tốt nhất là truyền các tín hiệu số theo đường cáp kim loại hiện có. Tuy nhiên, dù các tuyến thuê bao đã được số hoá thông qua việc sử dụng công nghệ tân tiến nhất, thì tốc độ truyền vẫn bị hạn chế ở khoảng 100Kbps~200Kbps để duy trì khoảng cách truyền tin lớn nhất. Do đó, những mạng lưới thuê bao hiện có cần phải được sắp xếp lại toàn bộ trong quá trình chuẩn bị cho ISVN (mạng đa dịch vụ hình) hoặc ISDN băng rộng, được coi là thế hệ kế tiếp của ISDNs. Nghĩa là, trong các mạng liên lạc thông tin hình tích hợp, khả năng cho việc xử lý hình ảnh là cần thiết và để truyền các tín hiệu hình, cần có 1 băng rộng hàng trăm Mbps từ các mức thuê bao. Các phương pháp thuê bao cáp quang và không dây đang được xem xét như các phương tiện truyền dẫn để xử lý thông tin băng rộng như vậy. Trừ những địa điểm đặc biệt như các khu vực rừng núi, việc áp dụng cáp quang được coi là khả thi nhất.

3.8.2 Đường truyền dẫn.

Các cáp kim loại cho loại liên lạc dùng dây còn được phân chia thành cáp sợi dây trần, các cáp đôi cân bằng và các cáp đồng trục. Các cáp sợi dây trần là những dây không có vỏ cách điện và đã được sử dụng một cách rộng rãi nhất từ khi phát minh ra các hệ thống điện thoại và điện tín. Tuy nhiên, hiện nay loại dây này rất ít được sử dụng bởi những mức độ thất thoát lớn, xuyên âm và tạp âm do nhiễu.

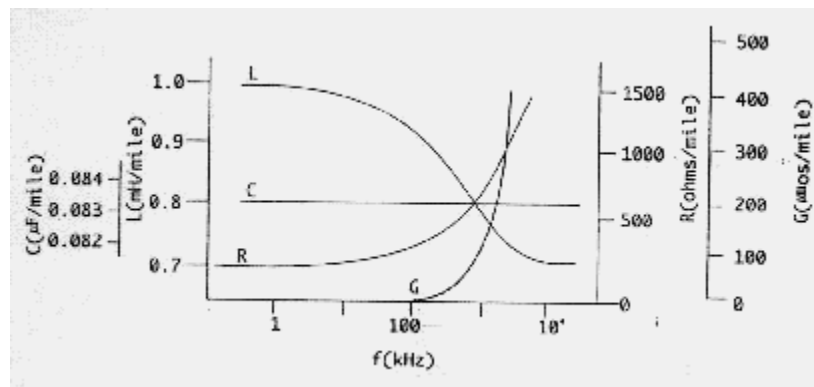
Các cáp đôi là hai dây lõi xoắn lại với vỏ cách điện. Loại này còn được coi là cáp đôi xoắn. Nhiều dây lõi được thêm vào để hình thành một dây cáp. Về vỏ cách

điện, người ta sử dụng các nguyên liệu plastic như giấy hoặc polyethylene. Chúng chủ yếu được sử dụng trong băng tần dưới một MHz. Các dây cáp đồng trục là các cáp có dây dẫn ngoài và trong. Dựa vào các đặc tính giảm xuyên âm này sinh từ những liên kết điện giữa mạch của các cáp này, chúng chủ yếu được sử dụng cho việc truyền các tín hiệu tần số cao từ hàng chục MHz đến hàng trăm MHz. Những tuyến truyền tin này, được nêu trong hình 3.39, có thể được giải thích qua việc đánh giá điện trở (điện trở ohm/khoảng cách); độ tự cảm (độ tự cảm, H/đơn vị khoảng cách), điện dung (F/đơn vị khoảng cách) và độ dẫn điện (MHO/đơn vị khoảng cách). Chúng được gọi là hằng số cơ bản.



Hình 3.39. Hằng số cơ bản của đường truyền dẫn

Trong những đơn vị trên, điện trở R được xác định qua các phần tử trở kháng của các dây dẫn tạo nên đường và nó là hằng số ở dải tần của tiếng nói; tuy nhiên, vì hiệu ứng của vỏ, nó gia tăng theo tỉ lệ căn bậc hai của tần số khi tần số tăng. Độ điện cảm L , bởi vì các lý do tương tự, bị giảm đi theo tần số. Tuy nhiên, sự ảnh hưởng với các phần tử điện dung của tần số là nhỏ nhất. Độ dẫn C được sản sinh bởi những sai sót về chất cách nhiệt được sử dụng ở vỏ các cuộn dây lõi hoặc sự thất thoát điện môi. Tuy vậy, khi sử dụng các chất liệu cách điện tốt như polyethylene, độ dẫn có thể loại trừ. Những thay đổi của các hằng số cơ bản theo tần số cho PIC (cáp cách điện polyethylene) của 22-gauge được chỉ rõ ở hình 3.40



Hình 3.40. Sự thay đổi trong hằng số cơ bản theo tần số

Khi sóng điện từ được đưa đến tuyến truyền dẫn, nó sẽ gặp thành phần trở kháng được gọi là trở kháng đặc trưng. Nó được xác định như sau bởi một hằng số cơ bản:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j \cdot \omega \cdot L}{G + j \cdot \omega \cdot C}} \quad (3.1)$$

Tuy nhiên, $\omega = 2\pi f$ và f đặc trưng cho tần số của sóng điện từ. Và, vận tốc truyền và lượng suy giảm của sóng điện từ trên tuyến được xác định bằng hằng số truyền.

Các hằng số của sóng điện từ còn được phân chia thành α và β . Vào thời điểm này, α là hằng số suy giảm đặc trưng cho lượng suy giảm và β đặc trưng cho hằng số pha liên quan đến sóng điện từ. Nghĩa là, α đặc trưng cho lượng suy giảm từ nguồn ra đến phía nguồn ra (dB/đơn vị khoảng cách), β là độ lệch pha giữa tín hiệu vào và tín hiệu ra (Radian/đơn vị khoảng cách). Do đó, vận tốc truyền hiện tại V_p (vận tốc pha) bằng ω/β .

Hằng số điện từ r của sóng điện từ được xác định như trong phương trình (3.2). Và, cùng với trở kháng đặc trưng Z_0 , nó là hằng số thứ cấp của đường đi (path).

$$r = \alpha + j\beta = \sqrt{(R + j \cdot \omega \cdot L)(G + j \cdot \omega \cdot C)} \quad (3.2)$$

Cùng với hằng số cơ bản, hằng số thứ cấp là một nhân tố quan trọng được sử dụng để xác định các đặc tính điện của đường đi. Những đặc tính của chúng trong mỗi băng tần số như sau :

a) Trong trường hợp DC ($\omega = 0$)

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R}{G}} \quad (3.3)$$

$$\alpha = \sqrt{RG} \quad (3.4)$$

ở đây, vì G rất nhỏ, Z_0 có giá trị rất lớn và a có một giá trị tương đối thấp.

b) Trong trường hợp tần số thấp

Vì G có thể bỏ qua,

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R}{j \cdot \omega \cdot C}} = \sqrt{\frac{R}{2 \cdot \omega \cdot C}} - j \cdot \sqrt{\frac{R}{2 \cdot \omega \cdot C}} \quad (3.5)$$

$$r = \sqrt{R \cdot j \cdot \omega \cdot C} = \sqrt{\frac{R \cdot \omega \cdot C}{2}} + j \cdot \sqrt{\frac{R \cdot \omega \cdot C}{2}} \quad (3.6)$$

Như được chỉ ra ở phương trình trên, trở kháng đặc trưng giảm khi tần số tăng và lượng suy giảm tăng đều. Và, vận tốc pha V_p của sóng điện từ tần số thấp thu được bằng cách sử dụng phương trình sau :

$$V_p = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{R \cdot \omega \cdot C}{2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \omega}{RC}} \quad (3.7)$$

c) Trong trường hợp tần số cao ($\omega L \gg R$, $\omega C \gg G$)

$$V_p = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{R \cdot \omega \cdot C}{2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \omega}{RC}} \quad (3.7)$$

Khi bỏ qua G :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3.8)$$

$$r = \sqrt{(R + j \cdot \omega \cdot L) \cdot j \cdot \omega \cdot C} = j \cdot \omega \cdot \sqrt{LC} \left[1 + \frac{R}{j \cdot 2 \cdot \omega \cdot L} \right] = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + j \cdot \omega \sqrt{LC} \quad (3.9)$$

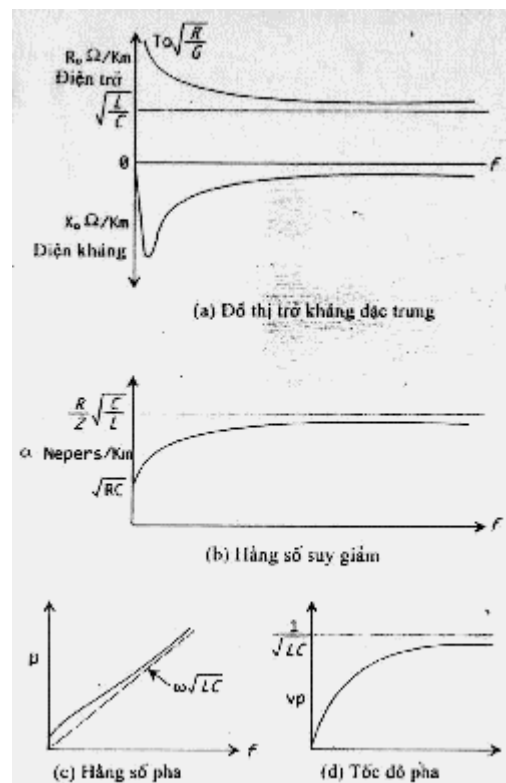
Trong phương trình (3.8), Z_0 không được chỉ ra bởi vì chức năng tần số không còn nữa và chỉ có phần tử điện trở. Vào thời điểm này, giá trị Z_0 bằng giá trị trở kháng đặc trưng mà nhà sản xuất cáp ấn định. Như đã chỉ ra ở phương trình (3.9), a và V_p được xác định với một giá trị nào đó và không thay đổi theo tần số nữa. ở hình 3.41, sự thay đổi của giá trị hằng số thứ cấp theo tần số thay đổi như đã được chứng minh bên trên.

Nói chung, hằng số suy giảm a tăng cùng với sự tăng của R và G , và có một điểm tối thiểu của lượng suy giảm đối với sự thay đổi của L và C . Khi phân biệt bằng cách sử dụng L như một hằng số để đạt được giá trị tối thiểu của hằng số suy giảm a , giá trị tối thiểu của a sẽ thu được dưới điều kiện sau.

$$LG = RC \quad (3.10)$$

ở đây, phương trình sau đây sẽ đạt được khi có $Z = R = j\omega L$,

$Y = G + j\omega C$ (và thay thế phương trình (3.10) vào Y).



Hình 3.41. Sự thay đổi hằng số thứ cấp theo tần số

$$Y = G + j \cdot \omega \cdot C = G + j \cdot \omega \cdot L \frac{G}{R} = \frac{Z}{R} (R + j \cdot \omega \cdot L) = \frac{G}{R} Z \quad (3.11)$$

"r" có thể đạt được như sau từ phương trình (3.2)

$$r = \sqrt{Z \cdot Y} = Z \sqrt{G/Y} = \sqrt{G/Y} (R + j \cdot \omega \cdot L) \quad (3.12)$$

Qua đó, thu được phương trình sau :

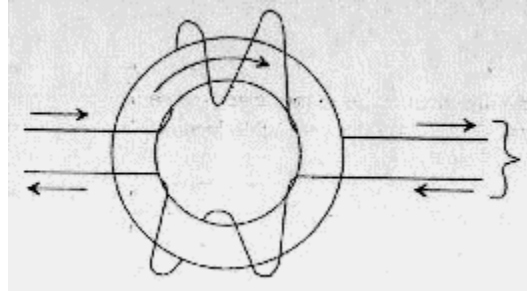
$$\begin{aligned} \alpha &= \sqrt{RG} \\ \beta &= \omega \cdot \sqrt{LC} \\ V_p &= 1 / \sqrt{LC} \end{aligned} \quad (3.13)$$

Trong phương trình (3.13), α có giá trị tối thiểu của $\sqrt{RG}$ và α và V_p trở thành những giá trị không liên quan gì tới từng tần số. Tương tự như vậy, phương trình (3.10) ở trong một điều kiện được gọi là điều kiện không biến dạng (distortionless condition).

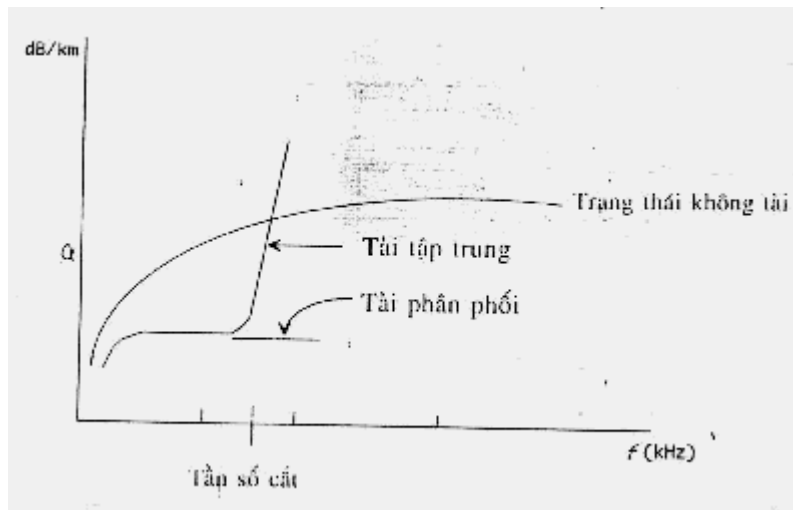
Tuy nhiên, trong thực tế giá trị của RC là một giá trị lớn gấp trăm lần giá trị của LG và theo đó, để đáp ứng điều kiện không biến dạng, hoặc là R hoặc C phải được giảm đi hoặc là G hoặc L phải tăng lên. Để giảm R, bán kính của dây dẫn phải tăng hoặc phải sử dụng dây dẫn có chất lượng tốt và như thế thì không kinh tế. Để giảm C, khoảng cách giữa các dây dẫn phải được mở rộng và vì thế sẽ gặp khó khăn trong việc sản xuất dây cáp. Ngược lại, α sẽ tăng khi G tăng và qua đó, sẽ không hiệu quả. Như vậy thì phương cách hiệu quả nhất là tăng L.

Tải là quá trình thêm L một cách giả tạo cùng với L của tuyến để tăng phần tử điện cảm. Hai loại tải hiện có là tải phân bố và tải tập trung. Đối với loại tải tập trung, các cuộn tải có phần tử điện cảm được lồng vào bất kỳ đoạn nào của một tuyến. Khi áp dụng tải phân bố, vật liệu từ tính như dây thép thậm chí được cuộn vào cốt dây cáp và qua đó, L toàn tuyến được tăng lên. Vì sự phức tạp của cấu trúc dây cáp, việc tải phân bố sẽ rất đắt cho việc thực hiện và chủ yếu được sử dụng cho những ứng dụng đặc biệt như là các loại cáp biển.

Giá trị suy giảm tối thiểu có thể thu được thông qua tải; trong trường hợp tải tập trung, các tuyến hoạt động như các bộ lọc tần số thấp và do đó, sự mất mát ở tần số cao hơn tần số cắt tăng nhanh như trong hình 3.43.



Hình 3.42. Cuộn tải



Hình 3.43. Đồ thị suy giảm đường bởi tải

Vì lẽ đó, khi truyền đi các tín hiệu tần số cao như các tín hiệu số theo các tuyến thì nên loại bỏ đi các cuộn tải để hạn chế mức thấp nhất của nhiễu.

Trên phần lớn các tuyến thuê bao, các cáp đôi được sử dụng bởi vì chúng dễ dàng cho việc thực hiện và rất kinh tế. Những dây cáp đôi này được cách điện cẩn thận bằng polyvinyl Chloride, Polyethylene hay bằng giấy và sau đó, được xoắn vào một sợi cáp. 10~2400 chiếc cáp đôi được nhóm lại để tạo thành nhiều loại cáp khác nhau. Để tăng thêm các đặc tính kỹ thuật của dây cáp, PVCs hoặc PEs được sử dụng và sau đó, lớp bọc cáp sẽ được phủ vào phía bên ngoài của các dây cáp. Và,

để tránh bị hư hỏng vì bị ẩm, hở/ngắt mạch điện, người ta lồng bằng nhôm hoặc đồng vào giữa các vỏ.

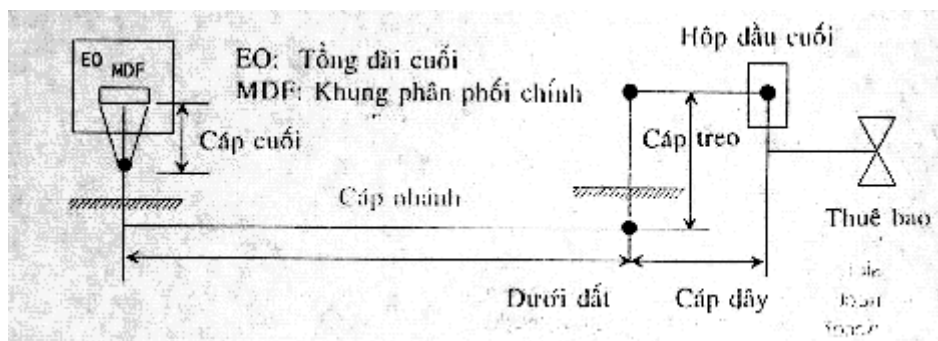
Các dây cáp được phân loại thành cáp alpeth, cáp stalpeth và cáp wellmantel dựa vào các chất liệu được sử dụng và cấu trúc cáp.

Một cách chung nhất, với các loại cáp địa phương, các dây điện cốt có đường kính 0.4, 0.5, 0.65 và 0.9 mm được sử dụng một cách rộng rãi. Các đặc tính điện của các dây cáp cách đất được sử dụng cho 1 KHz được liệt kê ở bảng 3.11

Đường kính lõi dây điện (mm)	Tổn hao trên đường dây (dB/km)	Điện trở DC (W /km vòng)	Trở kháng đặc trưng (W)
0.4	1.780	272	918
0.5	1.400	171	726
0.65	1.090	104	575
0.9	0.788	54	407

Bảng 3.11. Các đặc tính điện của các dây cáp địa phương

Các tuyến từ các hệ thống chuyển mạch tới các đầu cuối thuê bao được tóm lược ở hình 3.44. Các tuyến lược sử dụng được chỉ rõ ở bảng 3.12.



Hình 3.44. Sơ đồ tuyến thuê bao

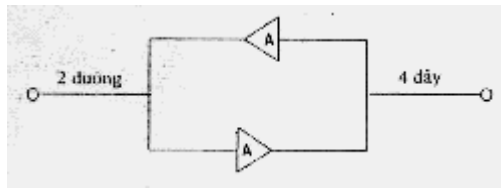
Cáp, loại dây	Cấu trúc				Ứng dụng
	Đường kính lõi dây	Số đơn vị	Cách điện	Vỏ bọc	
TOV	1,2	1	PVC		Nhánh thuê bao (trong nhà)
Dây SD	1,0	1,2,3,6	PE	PVC	Cho dây điện thuê bao
Cáp CCP địa phương	0,5; 0,65; 0,9	15~200	PE	Alpeth	Cáp dây thuê bao
Cáp PE địa phương	0,5; 0,65; 0,9	5~200	PE	PVC	Cáp dây thuê bao
Cáp WT Stalpeth địa phương	0,4;0,5; 0,65; 0,9	150~2.400	bằng giấy	Stalpeth wellmantel	Cáp nhánh thuê bao Cáp thuê bao
Cáp luyện địa phương	0,4;0,5; 0,65; 0,9	50~1.800	bằng giấy	Vỏ được tôi luyện	Dây nhánh

Bảng 3.12. Các đặc tính tuyến thuê bao.

Khoảng cách tối đa có thể tới các thuê bao được hạn chế bởi kháng trở DC của các tuyến và giá trị suy hao về tiếng. Điện trở DC được xác định bởi dòng điện DC nhỏ nhất cần thiết của các hệ thống chuyển mạch để đánh giá tình trạng của các trạm đầu cuối thuê bao (chuyển trạng thái nhắc đặt máy, xung quay số).

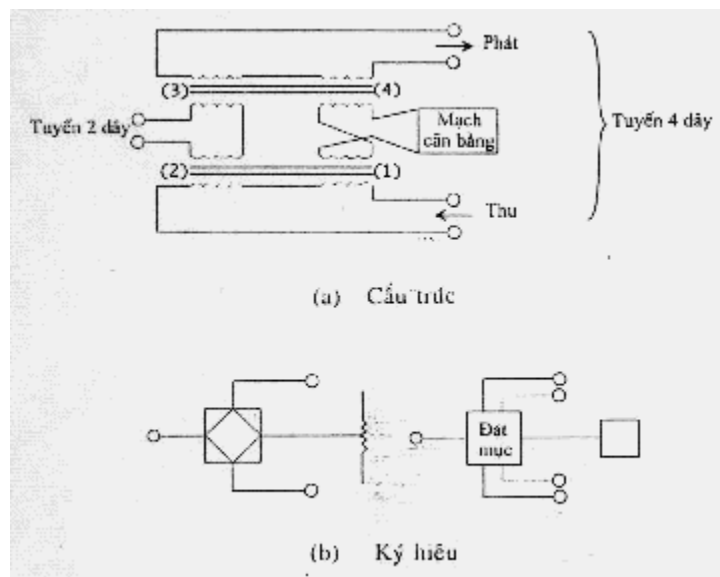
3.8.3 Kết nối đầu cuối thuê bao.

Các loại hiện đang được sử dụng là điện thoại để truyền tiếng nói và các modem cho việc truyền dữ liệu. Các ví dụ đặc trưng nhất là các trạm thuê bao đầu cuối. Các trạm này được nối với các mạng thông tin liên lạc qua các cáp kim loại 2 dây nhằm có hiệu quả kinh tế cao hơn. Vì thế những tín hiệu thu/phát có băng tần giống nhau có thể được tiến hành bằng tuyến truyền dẫn giống nhau. Để bù đắp hao tổn truyền dẫn trên các tuyến này, cần có các bộ khuếch đại 2 chiều được chỉ ra ở hình 3.45.



Hình 3.45. Bộ khuếch đại 2 chiều

Tuy nhiên, nếu bộ khuếch đại này chịu đựng hệ số khuếch đại thì sự hoạt động ổn định sẽ không thể thực hiện được vì sự phản hồi. Do đó, phương pháp hiệu quả cho việc tách riêng các tín hiệu phát và thu thông qua việc chuyển đổi tuyến 2 dây sang tuyến 4 dây là cần thiết. Để đạt được mục đích này, một cuộn hybrid chỉ ra trong hình 3.46 được áp dụng.



Hình 3.46. Cuộn dây hybrid

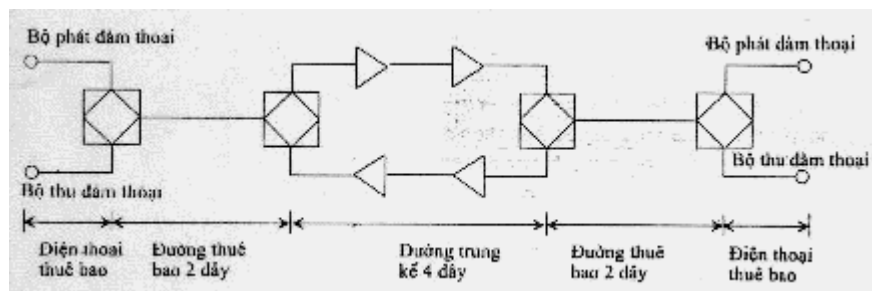
Như đã chỉ ra ở hình 3.46, những tín hiệu được đưa đến tuyến thu được sử dụng để duy trì điện thế giống nhau tại các cuộn dây điện số (1) và số (2), và trong trường hợp các trở kháng ở tuyến 2 dây và mạch cân bằng bằng nhau thì sẽ tạo ra sự truyền cùng dòng điện ở các cuộn dây này. Điện thế được đưa đến các cuộn

dây của cùng phía truyền dẫn bởi dòng điện này, cuộn dây số (3), và số (4), và kết quả đưa đến là các điện thế này được bù đắp tương hỗ, làm cho không có điện thế nào chạy qua phía tuyến truyền dẫn. Trong trường hợp này, dòng điện thu được phân chia thậm chí ở cuộn dây số (1) và số (2). Chính vì lẽ đó, nếu tổn hao 3dB được tạo ra ở cuộn lai ghép thì tổn hao của cuộn dây và lõi sẽ tăng khoảng 0.5dB. Vì lý do tương tự, các tín hiệu được đưa đến tuyến 2 dây nhận được tổn hao 3.5dB và sau đó, phần này sẽ được áp dụng vào phía tuyến truyền dẫn. Các tín hiệu được đưa vào tuyến thu sẽ tự triệt tiêu nhau.

Qua đó, nếu trở kháng tuyến 2 dây và trở kháng của mạch cân bằng bằng nhau, các phía phát và thu có thể hoàn toàn riêng biệt. Tuy nhiên, vì trở kháng của đường dây thay đổi theo tần số và vì sự thay đổi của đường 2 dây được nối với cuộn lai ghép, trở kháng hoàn toàn phù hợp là không thể thực hiện và vì lẽ đó, một số tín hiệu thu/phát sẽ được đưa đến đường dây của phía đối diện. Mức độ kết hợp của các tín hiệu phát và thu được gọi là tổn hao lai ghép truyền tải và phương trình của nó được nêu ở 3.14.

$$B = 20 \log \left| \frac{Z_n + Z_1}{Z_n + Z_1} \right| [dB] \quad (3.14)$$

Trong phương trình này, Z_n và Z_1 là trở kháng mạch cân bằng và trở kháng 2 dây. B cao hơn 50dB trong trạng thái bình thường nhưng trong thực tế, nó vào khoảng 15~17dB. Các cuộn dây lai ghép này được sử dụng ở cả các điểm kết cuối của đường trung kế 4 dây và đường thuê bao 2 dây. Và, chúng được sử dụng cho việc tách đàm thoại thu và phát.



Hình 3.47. Giao tiếp đầu cuối thuê bao

3.8.4 Thiết bị tải thuê bao

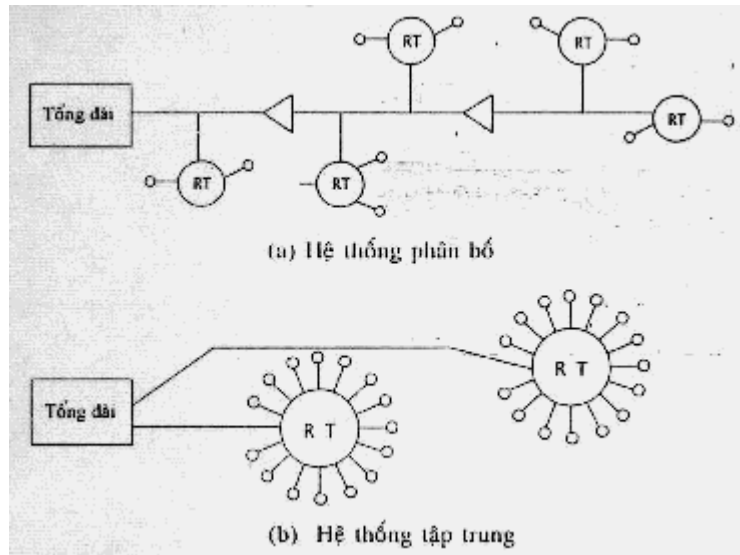
Để mở rộng khoảng cách tối đa có thể đến các thuê bao bị hạn chế bởi điện trở đường DC và giá trị tổn hao tiếng nói, điện thế được cung cấp trên các đường dây tăng lên và những bộ lặp đặc biệt có thể được sử dụng. Tuy nhiên, các thiết bị tải tương tự với các thiết bị đó cho sự tái tạo liên tổng đài để đáp ứng các thuê bao từ xa hoặc các thuê bao đặt trong các nhóm được ứng dụng trên mạng thuê bao này.

Ở các thành phố cũng như các khu vực nông thôn và xa xôi, nhiều mạng thông tin điện đang được lắp đặt và vận hành nhằm đáp ứng các nhu cầu và yêu cầu của người sử dụng. Các khu vực nông thôn được đặc trưng hoá bởi số lượng hệ chuyển mạch ít ỏi được lắp đặt và sự hạn chế về mức độ của khu vực lắp đặt và mức độ tự động của các hệ chuyển mạch. Do đó, các phương pháp mới nhất cần được áp dụng cho việc tạo ra các cuộc gọi chất lượng cao và tin cậy. Các thiết bị tải thuê bao đã được đề xuất như những giải pháp cho vấn đề trên. Các thiết bị tải thuê bao hiện có gồm RSSs (Hệ thống chuyển mạch từ xa), RSMs (Bộ ghép kênh thuê bao từ xa) và RSCs (Bộ tập trung thuê bao từ xa).

Các thiết bị phù hợp nhất có thể được lựa chọn cho việc lắp đặt dựa trên mức độ của các thuê bao được đăng ký và mức độ lưu lượng cuộc gọi. Và, chúng còn được phân chia thành các hệ thống tập trung hoặc các hệ thống phân bố như trong hình 3.48 dựa vào vị trí các thuê bao. Hệ thống tập trung là hệ thống lý tưởng cho những nơi mà các thuê bao được tập trung ở một khu vực nhỏ trong khi hệ thống phân bố được sử dụng rộng rãi ở các nơi mà các thuê bao được trải rộng ở một khu vực lớn.

Trong hệ thống tải thuê bao được nêu ở trên, các thuê bao được nối với các trạm từ xa (RT) sẽ được lắp đặt ở khu vực để ghép kênh hoặc tập trung các thuê bao này trước khi truyền chúng đến tổng đài bằng hệ thống tải số hoặc tương tự. Do vậy, tùy theo mức độ ghép kênh mà số đường dây cần thiết cho các thuê bao sẽ ít hơn. Ví dụ, khi sử dụng hệ thống tải số T1 với 24 kênh, cần có các đường 2 dây cho việc nối với các thuê bao. Tuy nhiên, khi các đường dây được nối với tất cả các thuê bao thì cần có 24 đường 2 dây. Trong trường hợp các thiết bị tập trung, có thể đáp ứng được số thuê bao nhiều hơn số kênh của hệ truyền tải. Bằng cách đặt các kênh có thể sử dụng tới các thuê bao, số đường dây cần thiết cho dịch vụ sẽ ít hơn.

Ví dụ, khi lắp đặt 96 thuê bao trên hệ truyền tải số T1 bằng cách sử dụng thiết bị tập trung thuê bao, số lượng đường dây cần thiết có thể giảm đi đáng kể (từ 96 đường xuống còn 2 đường)



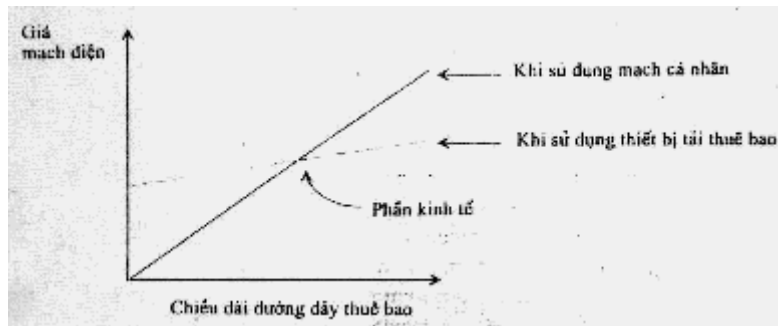
Hình 3.48. Hệ thống tập trung và phân bố

Trong hình 3.49, phần kinh tế của thiết bị tải thuê bao được mô tả. Chi phí của các đường thuê bao thực tế đang dùng tăng khi chiều dài đường dây tăng. Khi sử dụng thiết bị tải thuê bao, tuy nhiên do chi phí lắp đặt ban đầu của thiết bị, thiết bị này không nên sử dụng cho các khoảng cách gần. Tại thời điểm này, nó không bị ảnh hưởng bởi sự tăng độ dài của đường dây vì số lượng các đường dây cần thiết là tương đối nhỏ.

Khi phương pháp số được áp dụng cho hệ thống tải, chi phí của các thiết bị tải thuê bao giảm và nhu cầu về thiết bị này tăng lên. Vì vậy trong vòng 10 năm gần đây, phần kinh tế của hệ thống tải thuê bao đã giảm từ 7.5 km xuống 4.5 km. Ngoài ra, vì việc giao tiếp trực tiếp giữa hệ thống tải và các bus bên trong của hệ thống chuyển mạch số là có thể được thực hiện được, phần kinh tế này giảm xuống còn 3 Km.

Vì vậy, ngày càng có nhiều các thiết bị tải thuê bao và khả năng có thể phục vụ cho các thuê bao xa đã được sử dụng thường xuyên để phục vụ các thuê bao trong thành phố một cách kinh tế. Điều này phụ thuộc vào hiệu suất tiết kiệm đường của

các thiết bị tải thuê bao và do đó các thiết bị tập trung/ghép kênh thuê bao được gọi là các hệ thống khuếch đại đôi dây.



Hình 3.49. Phần kinh tế của thiết bị tải thuê bao

3.8.5. Những hạn chế về việc số hoá tuyến dây.

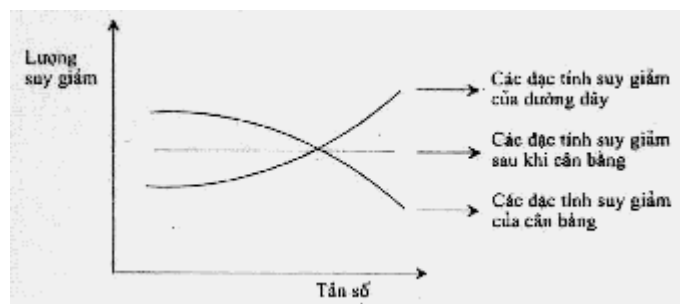
Để có được sự thực hiện thành công ISDN, các đường dây thuê bao phải được số hoá đầu tiên. Việc này có thể được thực hiện qua việc truyền các tín hiệu mã trên các đường dây thuê bao kim loại hiện có hoặc qua việc lắp đặt phương tiện truyền dẫn mới như cáp quang cho sự truyền dẫn số dung lượng lớn giữa các bộ phận của thuê bao. Bởi vì cáp quang có thể thực hiện các dịch vụ băng rộng như dịch vụ video, chúng sẽ được sử dụng rộng rãi trong các mạng thuê bao. Tuy nhiên, mặt kinh tế của ISDN dường như không được chú ý đúng đắn bởi vì sự lắp đặt sẽ mất nhiều thời gian và lượng đầu tư lớn. Qua đó, bước đầu tiên, nên thực hiện truyền các tín hiệu số theo các tuyến dây hiện có. Hiện tại, công nghệ truyền thuê bao cần thiết cho mục đích này đang được nâng cấp. Nghĩa là, khi truyền các tín hiệu số tốc độ cao có băng rộng trên các đường dây thuê bao hiện có thì một số hạn chế như các đặc tính của tần số được gửi đi theo các đường dây và sự ảnh hưởng của môi trường tuyến dây mà trước đây đã được coi là không quan trọng, sẽ nảy sinh. Cần phải có công nghệ tân tiến để giải quyết vấn đề này. Ở trường hợp trước, vì các tuyến dây thuê bao hiện có đã được thiết kế cho phù hợp với việc truyền tín hiệu của băng tần tiếng từ 0.3~3.4KHz, các đặc tính của sự suy giảm tín hiệu này sinh từ sự gia tăng tần số, nên được xem xét lại một cách cẩn thận. Ở trường hợp sau, những ảnh hưởng mà những yếu tố sau gây ra cũng cần được xem xét kỹ càng; những thay đổi trong các đặc tính tần số khi dây lõi của tuyến đường dây thay đổi, tiếng vọng do các tín hiệu tốc độ cao gây ra, các vấn đề nảy sinh do các tuyến dây

tương tự cùng tồn tại, nhiễu và tạp âm mà điện thế cảm ứng gây ra, và sự ảnh hưởng của các đặc tính xuyên âm giữa các đường dây số ở cùng một cáp.

A. Các đặc tính suy giảm.

Khi tần số trên tuyến dây tăng thì lượng suy giảm đối với đơn vị khoảng cách của tín hiệu cũng tăng. Để tiến hành việc tách tín hiệu một cách ổn định trên máy nhận, các tín hiệu cao hơn mức nhận bé nhất được xác định bởi tỷ lệ mức tín hiệu và mức âm phải được nhận. Do đó, khoảng cách truyền tối đa của tín hiệu sẽ ngắn hơn vì tần số tăng.

Ví dụ, nếu lượng suy giảm lớn nhất có thể trên đường dây là 40dB thì khoảng cách truyền lớn nhất vào khoảng 5.7 km khi các tín hiệu có âm lượng tối đa 20 KHz qua đường dây cách đất 0.4 mm. Tuy nhiên, với 200KHz, khoảng cách truyền tối đa là khoảng 3.2 km. Do vậy, để giảm tần số có âm lượng tối đa trong số các phần tử tần số tín hiệu của các tín hiệu sẽ được truyền nên áp dụng một code đường dây thích ứng. Và, như đã được nêu ở 3.8.2, các cuộn tải mà đã được lồng một cách giả tạo vào các đường dây cho việc truyền tiếng phải được tháo bỏ bởi vì chúng làm tăng lượng suy giảm trong các thông tin liên lạc tần số cao. Nếu các code đường dây là giải pháp cho các tần số có âm lượng cao thì các bộ cân bằng đường dây được sử dụng để bù đắp tất cả các phần tử tần số của các tín hiệu. Nghĩa là, dựa vào sự thay đổi trong lượng suy giảm tần số, các phần tử tần số của tín hiệu là chủ thể đối với những suy giảm khác. Bởi vì sự khác biệt suy giảm này làm sai lệch các tín hiệu, lượng suy giảm mà các tín hiệu thu nhận được, phải được duy trì ở mức nào đó. Để đạt được mục đích này, bộ cân bằng đường dây được sử dụng. Các đặc tính hoạt động của nó được nêu trong hình 3.50.



Hình 3.50. Các đặc tính hoạt động của bộ cân bằng.

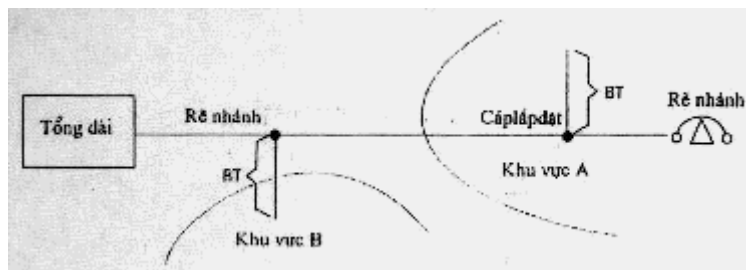
Ngoài ra, độ dài của các đường dây thuê bao (Subscriber Line) thay đổi nhiều tùy thuộc vào các dạng trạng thái phân bố khác nhau của các thuê bao. Do đó, các đặc tính suy hao của mỗi đường dây cũng thay đổi theo và vì thế bộ cân bằng phải có khả năng điều chỉnh phù hợp với các dạng đặc tính suy hao khác nhau. Các đặc tính suy hao của bộ cân bằng (Equalizer) phải tự động thay đổi theo độ dài của các đường dây và vì vậy cần dùng bộ cân bằng thích ứng.

B. Thay đổi về đường kính dây.

Đôi khi người ta dùng các loại cáp có lõi với những đường kính khác nhau làm các đường thuê bao. Những đường này có các đặc tính về trở kháng và tần số khác nhau. Khi dùng chung những cáp có lõi với những đường kính khác nhau như trên thì thấy hiện tượng phản xạ tín hiệu và đặc tính tần số biến đổi ở những điểm nối, nguyên nhân là do trở kháng của chúng khác nhau. Điều này làm cho việc tách tín hiệu trở nên cực kỳ khó khăn và sự thay đổi về đặc tính tần số gây nên các đặc tính biến dạng của tín hiệu không ổn định.

C. BT (Rẽ nhánh)

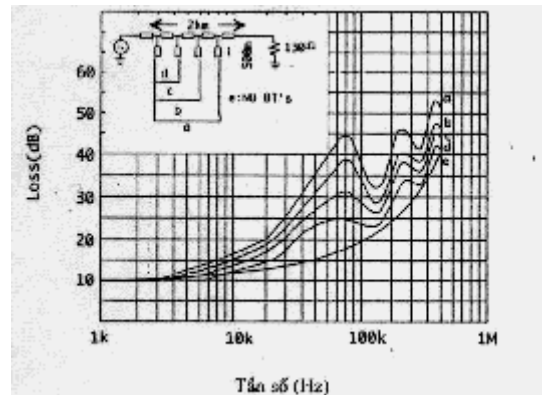
Trong hình Figure 3.51 ta thấy rõ BT liên quan đến việc đặt cáp dự trữ khi lắp đặt 1 đường dây mới.



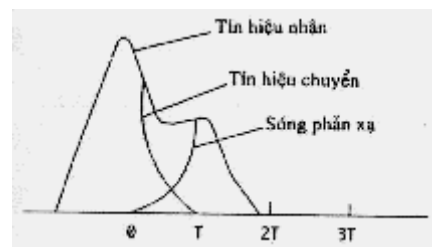
Hình 3.51. Rẽ nhánh

Với những nhánh rẽ này (BT) mạng thuê bao có thể được khởi tạo lại một cách linh hoạt. Tuy nhiên, điểm cuối của chúng mở gây ra sự mất cân bằng và tạo ra sự phản hồi tín hiệu do sự khác nhau của trở kháng tại các điểm cuối. Sự mất cân bằng làm thay đổi đặc điểm tần số của các đường dây và sóng phản xạ xuất hiện ở những điểm cuối bị chậm lại tùy theo độ dài của BT và sau đó đi đến đầu nhận tín

hiệu. Sóng phản xạ này gây nhiễu giữa các mã và điều đó gây ảnh hưởng xấu đến độ chính xác của việc xác định các tín hiệu số. Trong hình 3.52 đồ thị chỉ rõ sự thay đổi về đặc tính tần số do ảnh hưởng của BT trong khi truyền tín hiệu ở tần số 100 KHz. Phương pháp hạn chế ảnh hưởng này được trình bày trong phần 3.8.7.



Hình 3.52. Sự thay đổi đặc tính tần số do BT



Hình 3.53. Thay đổi trong tín hiệu nhận

D. Cùng với đường Analog.

Trong giai đoạn đầu vận hành mạng đa dịch vụ với một vài thuê bao có đăng ký, một số lớn các đường thuê bao số và các đường thuê bao analog thường dùng chung một loại cáp. Trên các đường thuê bao analog, có rất nhiều tín hiệu như điện áp chuông điện thoại, xung quay số tín hiệu telex có sự khác biệt về điện áp khá lớn.

Khi các tín hiệu này thâm nhập vào các đường thuê bao số thì khả năng xuất hiện lỗi tăng lên rất nhiều. ảnh hưởng của tiếng ồn có thể hạn chế được ở mức tối đa bằng cách thay thế các đường Analog (điều này thực hiện bằng cách số hoá các đường telex và thay đổi phương pháp báo hiệu) nhưng làm như vậy rất tốn kém. Vì

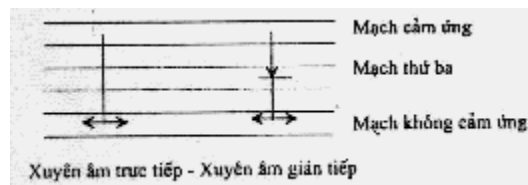
thể, các đường thuê bao số có thể được tách khỏi các đường thuê bao Analog bằng cách phân bố lại chúng.

E. Điện áp cảm ứng.

Nhiều và tiếng ồn phát sinh từ các nguồn bên ngoài kể cả sự nhiễu xung do sét, điện áp cảm ứng từ các dây dẫn điện, đường điện ngầm, đường liên lạc vô tuyến và nhiều nguyên nhân khác gây ra. Những tiếng ồn ngoài vào có các đặc tính tần số khác nhau, kích thước và số lần xuất hiện khác nhau, và vì vậy rất khó có thể triệt tiêu chúng một cách trực tiếp. Tuy nhiên, bằng cách sử dụng đường số để cấp nguồn cho các thiết bị thuê bao, hay bằng cách nối hoặc tách các đường cáp hoặc tăng mức tín hiệu trên các đường dây thì có thể hạn chế tối đa ảnh hưởng của chúng.

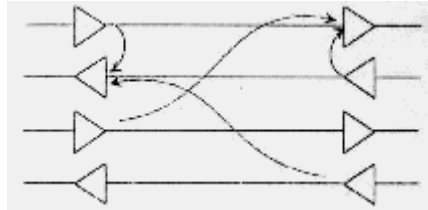
F. Xuyên âm

Nhìn chung đối với các đường truyền dẫn người ta thường dùng nhiều đường dây trong cùng dây cáp, các tín hiệu truyền đi trên một đường này gây ảnh hưởng đến đường kia là do trường điện từ mà chúng tạo ra. Hiện tượng này gọi là xuyên âm. Đây là một trong những yếu tố làm giảm chất lượng đường truyền. Khi đường này gây hiện tượng xuyên âm sang đường kia thì đường đầu tiên gọi là đường cảm ứng còn đường thứ hai gọi là đường không cảm ứng. Hiện tượng xuyên âm do chập trực tiếp giữa hai đường thì gọi là xuyên âm trực tiếp. Xuyên âm thông qua đường thứ ba gọi là xuyên âm gián tiếp. Xuyên âm ở đầu cuối nhận của một đường không cảm ứng (gây ra do tín hiệu truyền đi trên hai đường đến các hướng ngược chiều nhau) gọi là xuyên âm ở điểm cuối gần. Xuyên âm do tín hiệu truyền đi trên hai đường cùng hướng là xuyên âm xa.



Hình 3.54. Đường xuyên âm

Trong trường hợp xuyên âm gần, vì mức tín hiệu phát đi lớn hơn nhiều so với mức tín hiệu nhận, và một số lượng lớn xuyên âm phát sinh trên đường không cảm ứng. Vì thế, trường hợp xuyên âm ở điểm cuối gần thì nghiêm trọng hơn nhiều so với xuyên âm ở điểm cuối xa.



Hình 3.55. Các dạng xuyên âm

NEXT: Xuyên âm gần

FEXT: Xuyên âm xa

Mức độ suy hao của xuyên âm đầu cuối gần thay đổi phụ thuộc vào cấu trúc cáp và mức độ liên kết giữa hai đường. Trong đa số các trường hợp, khoảng 50-85dB. Giả sử suy hao đường truyền giữa các bộ khuếch đại là 40dB, tỷ lệ giữa tín hiệu và nhiễu tại đầu nhận của mạch không cảm ứng sẽ là 10-45dB. Khả năng phát sinh lỗi tăng lên nhanh khi giá trị tín hiệu/nhiều vượt quá giá trị 15dB trên các hệ thống số.

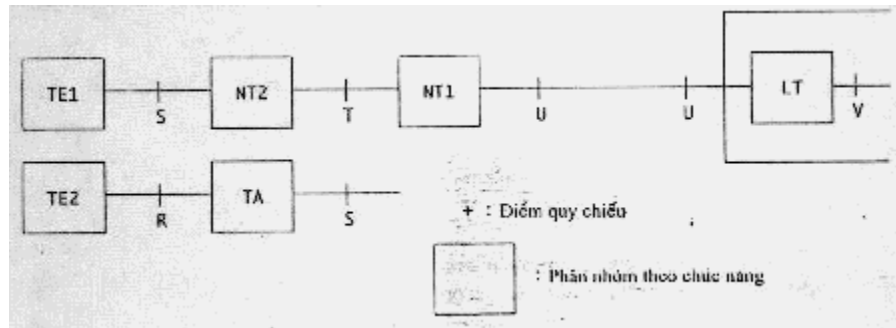
Ví dụ, khi nhiễu Gaus tồn tại trong quá trình truyền xung đơn cực, khả năng phát sinh lỗi theo tỷ lệ tín hiệu/nhiều được thể hiện ở hình 3.56.

Xuyên âm ở điểm cuối xa thường từ 38-70dB. Giống như trong trường hợp của tín hiệu, xuyên âm xa bị suy hao do đường truyền (giả sử là 40dB), mức độ xuyên âm xa sinh ra tại đầu vào của bộ khuếch đại sẽ là 78-110dB. Tuy nhiên, xuyên âm đầu gần trong hệ thống được số hoá nghiêm trọng hơn xuyên âm đầu xa. Có thể loại bỏ điều đó bằng cách đặt lớp ngăn cách trên cáp để cách điện giữa đường truyền và đường nhận hay tạo ngăn cách vật lý bằng việc sử dụng cáp riêng biệt. Hơn nữa, xuyên âm đầu gần, theo sự tăng tần số, sẽ lên đến 4,5dB/octave và xuyên âm đầu xa sẽ lên đến 6dB. Như vậy tần số càng cao, mức độ xuyên âm càng lớn.

3.8.6 Cấu trúc thuê bao của mạng đa dịch vụ ISDN

A. Cấu trúc cơ bản:

ITU-T, một cơ quan tư vấn quốc tế về các vấn đề liên quan đến lĩnh vực viễn thông điện đã hoàn thành việc nghiên cứu về ISDN và xuất bản một loạt các bộ sách hướng dẫn về nó. Trong bộ số 1.400 ITU-T đã giới thiệu về cấu trúc thuê bao của mạng ISDN. Về cơ bản, nó có dạng như ở hình 3.5.7:



Hình 3.57. Cấu trúc thuê bao của mạng ISDN

Việc phân nhóm theo chức năng như trên trong hình 3.57 liên quan đến nhiều loại chức năng cần có trong cấu trúc của thuê bao trên mạng ISDN. Các chức năng này có thể được thực hiện bằng sự kết hợp của một hay nhiều thiết bị thuê bao. Tương tự tất cả chức năng được yêu cầu tùy thuộc vào kích thước của thuê bao và dạng cấu hình. Trong số đó chỉ một số chức năng là có thể cần đến. Điểm quy chiếu là khái niệm để phân loại từng nhóm chức năng. Các điểm quy chiếu có thể được xác định thông qua các giao diện vật lý giữa các thiết bị thuê bao. Trong số các nhóm chức năng NT (trạm đầu cuối mạng, có chức năng trạm đầu cuối của mạng thông tin. Các chức năng của NT được phân thành các chức năng nhỏ hơn là NT1 và NT2. NT1 là chức năng vật lý, điện từ của mạng thông tin. Nó bao gồm các chức năng sau thuộc phân cấp 1 của bản tin (Protocol) trong môi trường liên kết hệ thống mở 7 lớp OSI.

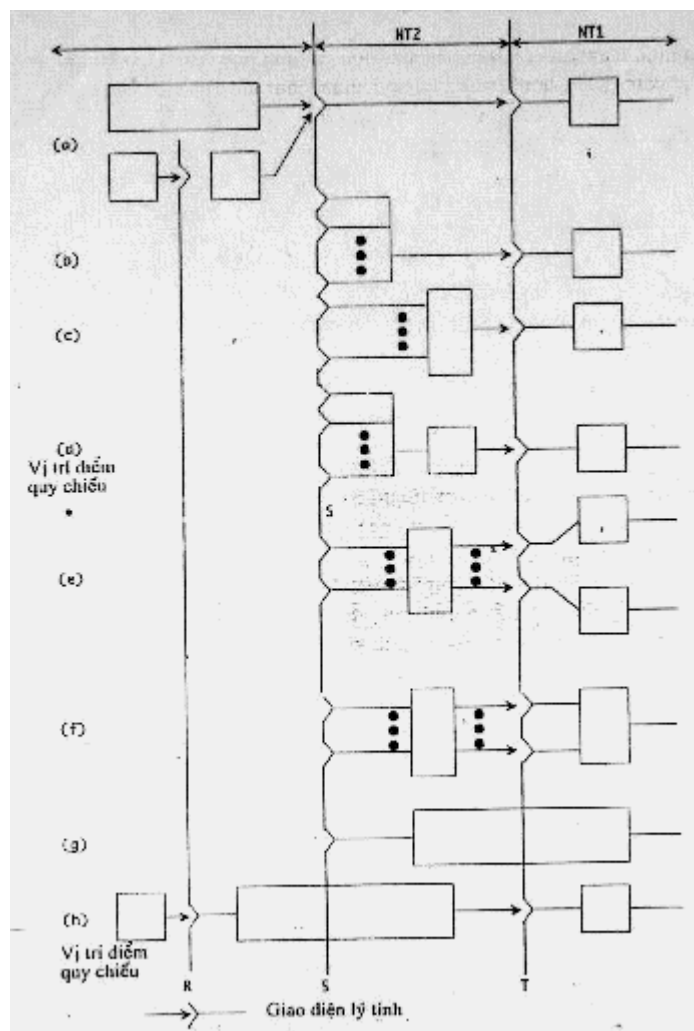
- Chức năng trạm cuối đường thuê bao.
- Bảo dưỡng, sửa chữa, giám sát đường thuê bao.
- Cấp tín hiệu đồng hồ.
- Cung cấp nguồn.
- Trạm đầu cuối giao diện số cho điểm quy chiếu T.
- Dồn kênh phân chia thời gian (phân cấp 1).

NT2 là chức năng thuộc phân cấp 2 và 3. Các chức năng đặc trưng của NT2 là tổng đài cơ quan tự động (PABX) và mạng nội hạt (LAN). Tùy theo các loại hình thuê bao đôi khi chức năng NT2 không cần đến. Chức năng NT2 là :

- Xử lý bản tin (Protocol) thuộc phân cấp 2 và 3.
- Chức năng chuyển mạch.
- Chức năng tập trung.
- Chức năng sửa chữa và bảo dưỡng.
- Trạm đầu cuối giao diện số cho các điểm qui chiếu S, T.

Thiết bị đầu cuối (TE) bao gồm các thiết bị như điện thoại số, thiết bị đầu cuối số liệu và các thiết bị đầu cuối dùng cho các loại dịch vụ mới. Do đó TE thực hiện chức năng ghép nối với các thiết bị khác, giao diện S, chức năng bảo dưỡng và sửa chữa, xử lý bản tin. TE1 là thiết bị đầu cuối thuê bao chuyên dụng của mạng ISDN. Nó có thiết bị giao tiếp, có thể giao tiếp với điểm qui chiếu S. TE2 là thiết bị đầu cuối thuê bao hiện nay có giao diện thuộc X - Series của ITU-T. Do đó TE2 được nối với ISDN thông qua bộ thích ứng đầu cuối (TA). TA được dùng để biến đổi các bản tin cần thiết cho mục đích này.

LT (điểm cuối đường) là một thiết bị đầu cuối đường của phòng chuyển mạch. Các thuê bao được nối với hệ thống chuyển mạch thông qua thiết bị này. Khi các chức năng này được thực hiện, chúng có thể phát triển thành nhiều dạng khác nhau như trong hình 3.58. Do đó, giao diện giữa các thiết bị vẫn có thể tồn tại như trên lược đồ.



Hình 3.58. Ví dụ về cấu hình của thiết bị thuê bao

Việc tiêu chuẩn hoá các thiết bị thuê bao đã thúc đẩy sự phát triển riêng rẽ của mạng thông tin và các thiết bị đầu cuối thuê bao. Ngoài ra, khả năng di chuyển của các thiết bị đầu cuối như telephone đã có thể thực hiện được. Điều đó có nghĩa là các thiết bị đầu cuối thuê bao có giao diện chuẩn ISDN có thể được nối với mạng ISDN tại bất cứ lúc nào và ở bất cứ đâu.

B. Cấu trúc giao diện :

Cấu trúc giao diện có nghĩa là một lượng tối đa các thông tin số có thể được xử lý bởi các giao diện sử dụng tại các điểm qui chiếu S hay T. Nó được thể hiện bởi tập hợp kênh như B, D và H. Kênh B có dung lượng thông tin 64 Kbps. Với 64 Kbps nó

có thể cung cấp dữ liệu tốc độ cao liên quan đến tiếng nói đã được mã hoá số dưới dạng chuyển mạch đơn hay chuyển mạch gói. Tuy nhiên kênh B không có thông tin báo hiệu cần thiết cho chuyển mạch đơn trên mạng ISDN.

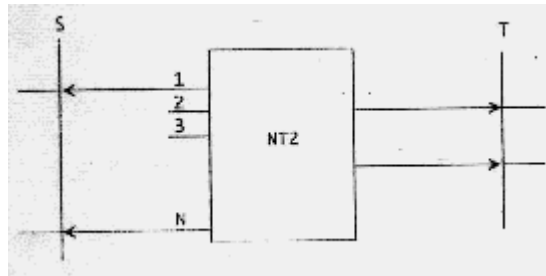
Thông tin báo hiệu được chuyển đến các mạng thông tin qua các kênh khác như kênh D. Kênh D có dung lượng thông tin là 16 hoặc 64 Kbps và cấp thông tin báo hiệu cần thiết cho chuyển mạch đơn. Các thông tin báo hiệu này dựa vào LAPD (thủ tục truy nhập đường truyền kênh D). Thêm vào đó, kênh D có thể cung cấp thông tin vận hành từ xa như số liệu chuyển mạch gói tốc độ chậm và xác định từ xa. Kênh H được chia thành kênh H_0 và H_1 . Kênh H_0 có dung lượng thông tin 384Kbps còn H_1 theo tiêu chuẩn Bắc Mỹ có lượng thông tin 1536 Kbps, theo chuẩn châu Âu có dung lượng 1920 Kbps. Những kênh H này không có thông tin báo hiệu cho chuyển mạch đơn. Chúng có thể cung cấp các tín hiệu fax cao tốc, video, dữ liệu cao tốc, và âm thanh chất lượng cao. Kênh H_2 và H_4 có lượng thông tin hàng chục và hàng trăm Mbps cho giải tần rộng ISDN ngoài kênh H_0 và H_1 đã xác định trên.

Nhiều dạng giao diện được hình thành sau khi các kênh này được tập trung lại. Trong số đó giao diện cơ bản nhất là giao diện có cấu trúc 2B+D. Điều đó có nghĩa là cấu trúc giao diện dùng cho truy nhập cơ sở có thể xử lý một lượng thông tin tương ứng với một kênh D. Tại thời điểm đó, lượng thông tin xử lý trên kênh D là 16 Kbps.

Thêm vào đó ITU-T đã giới thiệu cấu trúc dồn kênh sơ cấp kết hợp với cấu trúc dồn kênh sơ cấp B (chuẩn Bắc Mỹ : 23 B+D, chuẩn Châu Âu : 30 B+D), với cấu trúc dồn kênh sơ cấp H_0 (chuẩn Bắc Mỹ: $4H_0$ hay $3H_{0+1}$, chuẩn Châu Âu: $5H_{0+D}$), cấu trúc dồn kênh sơ cấp H_1 (chuẩn Bắc Mỹ: H_1 , chuẩn châu Âu: H_{1+D}), kênh B và các kênh H_0 . Lượng thông tin của kênh D, sử dụng trong giao diện dồn kênh sơ cấp là 64 Kbps và do đó tốc độ truyền dẫn của giao diện là 1.544 Kbps (trong chuẩn Bắc Mỹ) và là 2.048 Kbps đối với chuẩn Châu Âu thông qua việc cộng thêm một số bit khung.

Người ta có thể dùng giao diện này tùy theo chức năng và kích cỡ của các thiết bị sẽ được lắp đặt cho thuê bao. Hình 3.59 là một ví dụ điển hình về hệ thống chuyển mạch thuê bao tư nhân. ở đây tại điểm qui chiếu S, một giao diện cơ sở có thể

được sử dụng. Tại điểm qui chiếu T, người ta dùng nhiều loại giao diện cơ sở hoặc giao diện dồn kênh sơ cấp B.

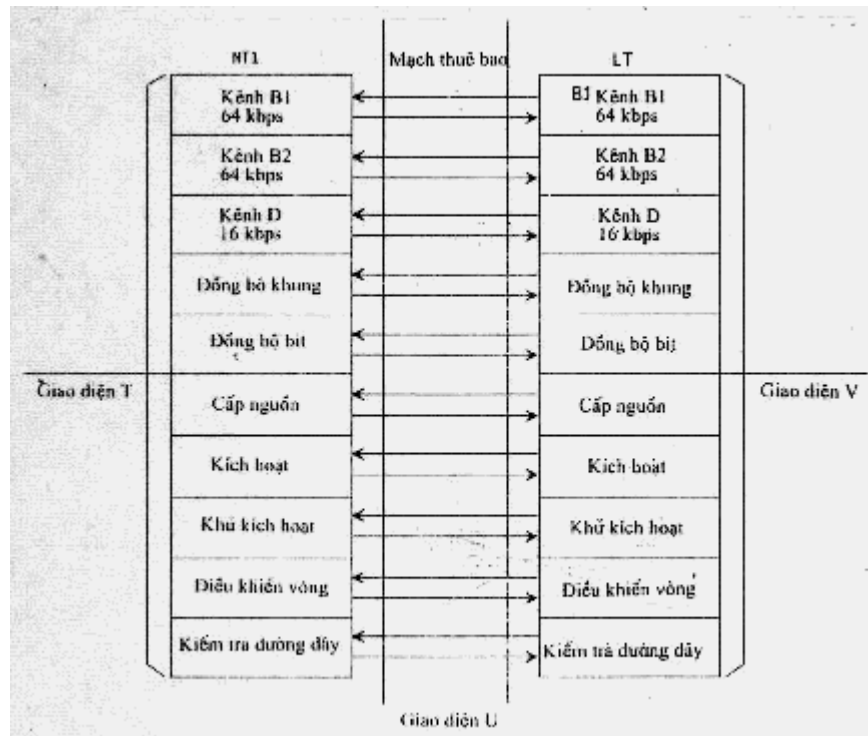


Hình 3.59. Ví dụ về ứng dụng của giao diện

3.8.7 Phương pháp truyền dẫn thuê bao số.

A. Phương pháp truyền dẫn 4 dây:

Những chức năng cơ sở được chỉ rõ trên hình 3.60 phải được thực hiện tương ứng với các đặc tính của giao diện T và V. Để cung cấp các loại dịch vụ ISDN khác nhau cho các thuê bao. ITU-T đã đưa ra chuẩn 144Kbps và coi đó là lượng thông tin cơ bản được xử lý tại dao diện U. Lượng thông tin 144 Kbps có thể xử lý 2 kênh B, và 1 kênh D ($2B+D$, $64\text{Kbps}+64\text{Kbps}+16\text{Kbps}$). Thông qua những kênh này các thuê bao được cung cấp các dịch vụ như dữ liệu tiếng nói tốc độ cao, và số liệu tốc độ thấp trong cùng một thời điểm. Do đó quá trình báo hiệu giữa các thuê bao và mạng thông tin và giữa các thuê bao với nhau luôn được thực hiện. Các kênh như trên có thể được dồn lại thành một tín hiệu bằng phương pháp dồn kênh phân chia thời gian (TDM) và do đó, các kênh này có thể lại được tách ra từ điểm nhận đầu cuối. Để phục hồi tín hiệu ban đầu, việc đồng bộ khung cần phải được sử dụng.

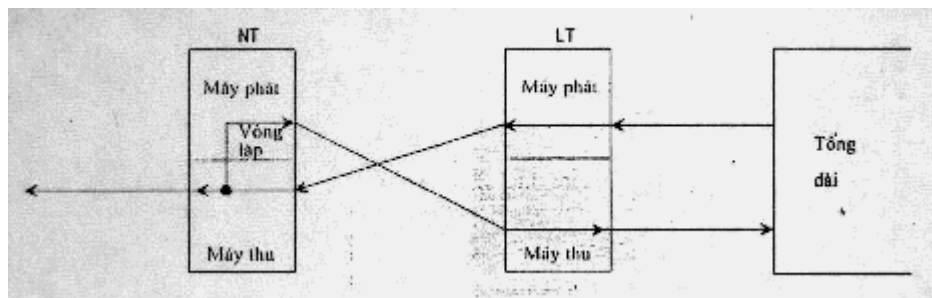


Hình 3.60. Chức năng truyền dẫn giữa LT và NT

Đồng bộ khung được tiến hành bằng cách thêm vào một số các bit hoặc từ khung theo các nguyên tắc sơ bộ định trước để dồn các kênh trên các thiết bị đầu cuối nhận và sau đó các thông tin khung được tìm kiếm trên luồng số liệu nhận được ở đầu cuối nhận để xác định vị trí chính xác của các kênh đã bị dồn để xử lý. Do đó tốc độ truyền dẫn trên giao diện U trở lên nhanh hơn 144 Kbps đối với các bit khung và chức năng bảo dưỡng (VD: 160 Kbps) việc báo hiệu trong phương pháp liên lạc Analog được thực hiện theo trực tần số và mặt khác việc báo hiệu trong phương pháp liên lạc số lại được thực hiện theo trực thời gian. Và như vậy, nếu lỗi phát sinh giữa các tần số hoạt động của phía truyền đi và phía nhận, tức là nếu có sự khác nhau về mặt thời gian giữa bên truyền và bên nhận thông tin, thì sự mất thông tin hoặc hiện tượng lẫn thông tin tương ứng với sự khác nhau này sẽ nảy sinh. Hiện tượng này gọi là sự trượt số liệu. Đây là một trong số các yếu tố quan trọng nhất quyết định chất lượng của tín hiệu số. Các tín hiệu số trong mạng ISDN sẽ kết thúc tại các thiết bị đầu cuối là những thiết bị đầu cuối thuê bao. Điều đó có nghĩa là toàn bộ mạng thông tin số kể cả đầu cuối thuê bao đều phải được đồng bộ hoá với một tần số mẫu. Sự đồng bộ này gọi đồng bộ các bit hoặc đồng bộ nhịp thời gian.

Vì phương pháp đồng bộ bit có thể thực hiện được ở mức thuê bao, người sử dụng một chế độ tạo nhịp thời gian theo vòng lặp dùng đồng bộ chủ theo kiểu đơn giản. Điều này nghĩa là, như được minh hoạ trong hình 3.61. Thiết bị đầu cuối đường được kích hoạt khi nhận được tín hiệu nhịp thời gian từ hệ thống chuyển mạch. Khi chuyển dữ liệu sang mạng đầu cuối (NT) thông tin thời gian cũng được chuyển theo bằng cách sử dụng các mã truyền dẫn thích hợp.

NT tái tạo lại nhịp thời gian từ các dữ liệu nhận được, rồi chuyển chúng tới điểm cuối mạng. Đồng thời chúng được quay vòng và được sử dụng như nhịp thời gian cho truyền dẫn.



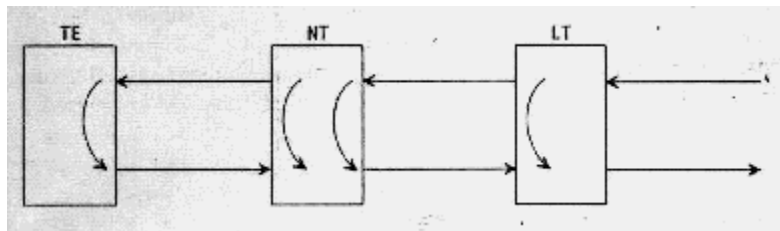
Hình 3.61. Phương pháp đồng bộ hoá thuê bao

ở đây phía hệ thống chuyển mạch trở thành chủ và phía NT trở thành thợ. Quá trình sử dụng nhịp thời gian cho truyền dẫn gọi là chế độ tạo nhịp thời gian theo vòng lặp.

Các máy điện thoại đăng ký trên mạng thông tin hiện có nhận nguồn từ hệ thống chuyển mạch thông qua các đường dây thuê bao để kích hoạt. Thậm chí nếu nguồn của phía thuê bao bị hỏng thì chúng vẫn nhận được nhiều thuê bao các dịch vụ điện thoại một cách dễ dàng. Các thiết bị đầu cuối dùng trong mạng ISDN có khả năng xử lý các dịch vụ điện thoại và dữ liệu và như thế, chúng sẽ tiêu thụ 1 lượng điện lớn hơn. Vì thế các hệ thống chuyển mạch không thể cung cấp đủ nguồn đáp ứng cho sự vận hành của thiết bị đầu cuối. Tuy vậy hệ thống này cần phải cung cấp 1 lượng nguồn tối thiểu cấp thiết cho các dịch vụ cơ sở như dịch vụ điện thoại trong trường hợp khẩn cấp. Để tăng hiệu suất của các thiết bị cung cấp nguồn, nguồn điện cung cấp đến các mạch không liên quan đến các chức năng cụ thể đang vận hành sẽ bị ngắt. Nguồn chỉ được cung cấp khi các thuê bao yêu cầu

dịch vụ (cấp nguồn theo từng cuộc gọi). Hiện tượng này gọi là kích hoạt hoặc khử kích hoạt.

Nhằm đáp ứng một cách đúng đắn nhu cầu ngày càng tăng đối với các loại dịch vụ mới, các mạng thuê bao thường trở nên phức tạp hơn và do đó cần phải vận dụng những phương pháp hữu hiệu trong quản lý, vận hành, sửa chữa và chẩn đoán hệ thống. Một trong những biện pháp này gọi là kiểm tra theo vòng lặp. Phương pháp này được mô tả trong hình 3.62.



Hình 3.62. Kiểm tra theo vòng lặp

Phép kiểm tra được tiến hành như sau: tín hiệu được lặp lại điểm đầu vào/đầu ra của một chức năng nào đó cần được kiểm tra. Sau đó một loạt mẫu kiểm tra được truyền đi rồi lại nhận lại để đánh giá về lỗi và những vị trí lỗi. Thường thì người ta tiến hành kiểm tra từ phía hệ thống chuyển mạch bằng cách truyền đi thông tin điều khiển thích hợp. Cũng tương tự, để chẩn đoán trạng thái của đường dây thuê bao, các tín hiệu nhận được từ phía LT và NT được giám sát thường xuyên để tìm ra lỗi.

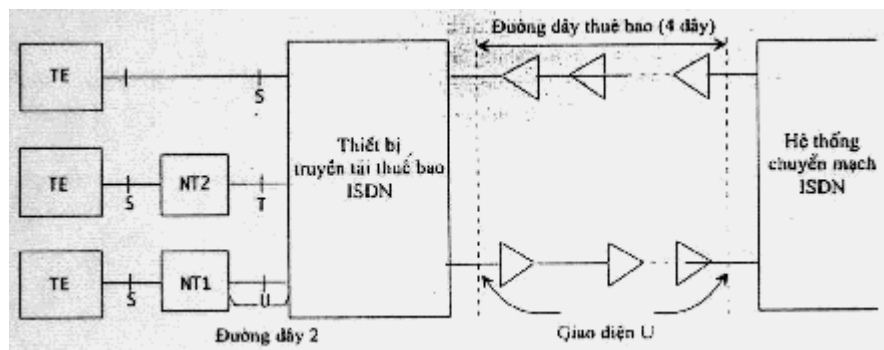
Theo nguyên tắc, đối với dao diện U, vì lý do kinh tế, loại cáp kim loại hiện dùng trong mạng thuê bao được sử dụng. Người ta cũng dùng phương pháp truyền dây để truyền và nhận tín hiệu sử dụng một đôi dây cáp, hoặc dùng phương pháp truyền 4 dây để tách đường truyền và đường nhận sử dụng hai đôi dây cáp.

Phương pháp truyền tín hiệu số trên đường truyền 4 dây ở mức thuê bao đã được ứng dụng trong hệ thống dữ liệu số của Mỹ.

DDS là mạng dữ liệu số chuyên dụng được đưa vào hoạt động từ năm 1974. Mặc dù về nguyên lý nó hoạt động khác với mạng ISDN, nhưng nó có thể truyền trực tiếp các tín hiệu số thông qua các đường thuê bao. DDS sử dụng tốc độ truyền dẫn 2,4; 4,8 và 9,6 và 56 Kbps. Phương pháp truyền 4 dây có thể dễ dàng truyền lại tín

hiệu. Để đưa vào sử dụng các hệ thống truyền dẫn không cần có công nghệ mạch tiên tiến nhưng lại cần những đường dây riêng rẽ. Do đó khi sử dụng phương pháp này, mạng thuê bao cần phải được phân bố lại và các đường dây thuê bao mới phải được lắp đặt. Từ đó, ta thấy không thể nối tất cả các thuê bao với mạng thông tin bằng đường truyền dẫn 4 dây để truyền lượng thông tin khoảng 160Kbps. Tuy nhiên, có thể sử dụng một cách có lựa chọn ở giai đoạn đầu của mạng ISDN trước khi phương pháp truyền dẫn 2 dây trở nên phổ biến. Phương pháp truyền dẫn 4 dây có vẻ như được sử dụng rộng rãi trong việc truyền dẫn thông tin có dung lượng lớn hơn 160Kbps. Hiện nay, với mục đích này ITU-T đã giới thiệu một kiểu ghép nối dồn kênh sơ cấp tốc độ trung bình 1.544Mbps hoặc là kiểu hoà trộn giữa ghép nối cơ bản và ghép nối dồn kênh sơ cấp. Khoảng cách truyền dẫn không tái sinh cho các tốc độ giới hạn trong khoảng cách từ 1 tới 2 km. Theo đó, để điều tiết các thuê bao một cách hiệu quả, các tín hiệu phải được tái tạo lại. Trong trường hợp này, người ta sử dụng phương pháp truyền dẫn 4 dây. Các loại hệ thống truyền dẫn này sẽ được sử dụng để ghép nối các thuê bao ở xa với mạng thông tin bằng cách dồn và tập trung chúng.

Điều đó có nghĩa là nó sẽ hoạt động như thiết bị truyền tải thuê bao trong hệ thống Analog và sẽ hữu dụng trong việc điều tiết các thuê bao được phân bố ở xa khi mật độ phân bố của hệ thống chuyển mạch số thích hợp cho mạng ISDN đang ở mức rất thấp, đặc biệt là trong thời kỳ đầu của mạng ISDN. Hình 3.63 là một ví dụ về thiết bị truyền tải thuê bao của mạng ISDN.



Hình 3.63. Thiết lập thiết bị truyền tải thuê bao của mạng

Như đã được chỉ dẫn rõ trong hình vẽ, thiết bị truyền tải được nối với hệ thống chuyển mạch thông qua đường truyền 4 dây. Tốc độ truyền dẫn của giao diện U lúc

này tương ứng với ghép nối dồn kênh sơ cấp hay dung lượng thông tin trung bình. Các giao diện S, T và U có thể được dùng như các giao diện về phía thuê bao của các thiết bị truyền dẫn. Điều đó có nghĩa là TE (thiết bị đầu cuối) có thể được ghép nối trực tiếp qua giao diện S và TE có thể được ghép nối trực tiếp sau khi NT2 (điểm cuối mạng) được nối qua giao diện T. Thêm vào đó các thuê bao từ xa mà giao diện T không thể điều tiết được thì có thể ghép nối thông qua giao diện T bằng cách dùng giao diện U.

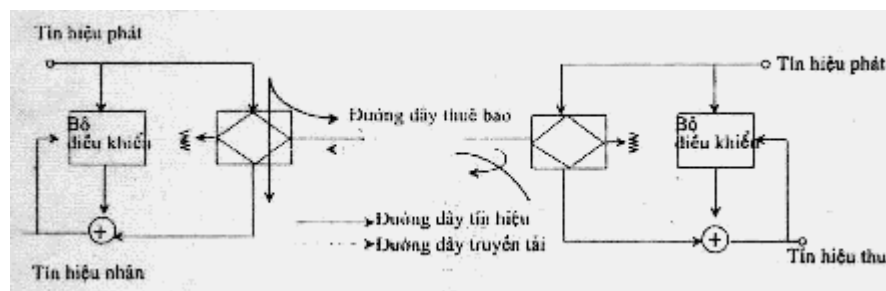
Phương pháp truyền dẫn 2 dây khác với phương pháp truyền dẫn 4 dây ở chỗ là các tín hiệu được truyền và nhận thông qua cùng một đường dây. Do đó, phương pháp tách tín hiệu truyền/nhận ở đầu nhận là cần thiết. Các phương pháp này có thể là FDM (dồn kênh phân chia tần số), ECM (phương pháp loại bỏ tiếng vọng) và TCM (dồn kênh nén thời gian) đều cần dùng trong phương pháp này. Trong trường hợp dùng phương pháp analog thì FDM là phương pháp điều chế các tín hiệu truyền nhận theo các tần số khác sao cho các tín hiệu truyền nhận có dải tần khác. Sau đó, các tín hiệu truyền nhận được tách ra bằng một bộ lọc có dải thông tin thích hợp. Tuy nhiên người ta không sử dụng rộng rãi phương pháp FDM bởi vì các phân tử cao tần có trên đường dây và các mạch cần thiết có thể được chế tạo một cách dễ dàng thành mạch tích hợp ở phạm vi rộng VLSIs.

TCM là phương pháp phân chia thời gian để nén thông tin sẽ được chuyển đi theo từng đơn vị thời gian và sau gửi các thông tin đã nén đi trong một khoảng thời gian ngắn hơn đơn vị giờ và cuối cùng, phân bổ thời gian còn lại cho phía đối diện để phía này có thể truyền thông tin sử dụng khoảng thời gian đó. Điều đó có nghĩa là, dung lượng thông tin sẽ được truyền từ phía LT và NT tương ứng là R trong một đơn vị thời gian T, phía LT có thể truyền đi tất cả thông tin mà nó có trong thời gian $T/3$ chỉ bằng cách tăng lượng thông tin sẽ được chuyển đi trên một đường dây (chẳng hạn tăng thành $3R$). Phía NT với khoảng thời gian là $2T/3$ truyền thông tin của phía NT trong thời gian là $T/3$ và thời gian còn lại $T/3$ được dùng như thời gian trễ truyền dẫn và bảo vệ trên đường dây. Theo đó, trên đường dây thuê bao thông tin truyền đi/nhận về vẫn tồn tại cùng lúc đối với từng khối và sự truyền dẫn một hướng được tiến hành trên đường dây vào một thời gian bất kỳ. Điều đó có nghĩa là, phía LT chuyển thành trạng thái nhận khi phía NT đang ở trạng thái phát. Vì phương pháp TCM có các chế độ truyền dẫn như vậy nên đôi khi người ta gọi nó là truyền dẫn ở chế độ gián đoạn hay là kiểu truyền dẫn qua lại (kiểu ping-pong).

Phương pháp ECM tách các tín hiệu phát/nhận bằng việc sử dụng cuộn dây hybrid, một bộ biến đổi 2 dây/4 dây dùng trong truyền tin Analog được mô tả ở hình 3.64. Do đó, tốc độ truyền dẫn trên đường dây sẽ bằng với lượng thông tin sẽ được phát đi.

Phương pháp ECM sẽ được dùng khi ITU-T giới thiệu 144Kbps. Điều đó có nghĩa là, cho dù ở mỗi nước khác nhau, cần có một hệ thống có tốc độ truyền dẫn từ 4 đến 5km để điều tiết hơn 90% các thuê bao. ECM phải được dùng để đảm bảo khoảng cách nói trên nếu lượng thông tin cần được xử lý là 144 Kbps.

Các tồn tại của ECM như là các mạch phức hợp, tính kinh tế, thời gian hội tụ của bộ chuyển tải... là những yếu tố kỹ thuật cần khắc phục vì sự tiến bộ của công nghệ liên quan và các thuật toán mới đã được giới thiệu.



Hình 3.64. Sơ đồ phương pháp ECM

3.8.8 Xu hướng phát triển của công nghệ.

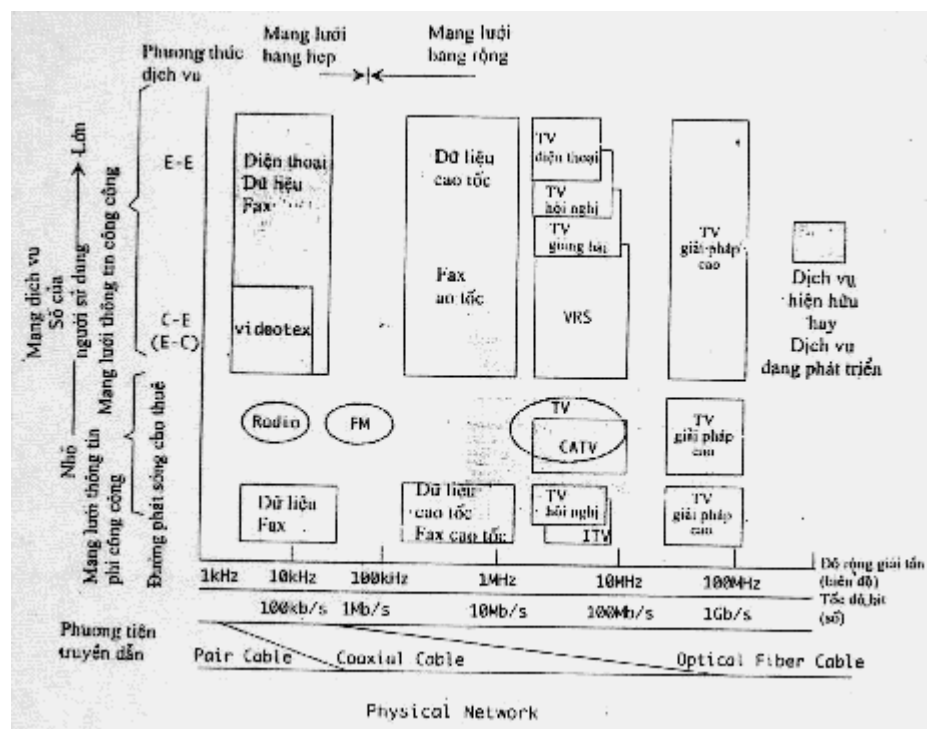
A. Giới thiệu chung :

Như đã tranh luận ở các phần trước, các thuê bao của mạng ISDN được phục vụ với các dịch vụ dữ liệu số với tốc độ chậm hoặc trung bình như tiếng nói, telex, videotext, fax và thông tin dữ liệu vì các đường dây thuê bao kim loại đã được số hoá. Bên cạnh những dịch vụ kể trên, các thuê bao còn yêu cầu các dịch vụ băng rộng như loại dịch vụ CATV, Video phones (điện thoại có hình) hay Video conference (toạ đàm có hình ảnh).

Truyền dẫn số sử dụng cáp kim loại hiện có chỉ có thể tải được một lượng thông tin hạn chế trong chế độ giao diện cơ bản 2B+D 144Kbps. Thậm chí, nếu dùng

phương pháp truyền dẫn 4 dây thì lượng thông tin tối đa tải trên cáp kim loại không vượt quá 1,5 đến 2Mbps. Tuy nhiên các dịch vụ hình (video), như mô tả trong hình 3.65 lại cần có hàng chục Mbps đến hàng trăm Mbps thông tin và các đường thuê bao hiện có không thể đáp ứng được các dịch vụ này.

Kết quả là người ta cần có mạng ISDN băng rộng có khả năng xử lý các dịch hình (video) kèm theo chức năng của mạng ISDN. Phương tiện truyền dẫn có thể có cho các loại dịch vụ này bao gồm các loại cáp đồng trục, cáp quang và các thuê bao số không dây dùng viba.



Hình 3.65. Các yêu cầu về dịch vụ thuê bao trong tương lai và lượng thông tin

Đôi khi người ta dùng cáp đồng trục trong CATV. Tuy nhiên do giá thành cao và do độ rộng dải tần bị hạn chế cho nên người ta không dùng nó làm phương tiện truyền dẫn băng rộng. Các tuyến truyền dẫn không dây có thể được thiết lập một cách nhanh chóng không phụ thuộc vào địa hình của khu vực. Những đường này cũng có thể dễ dàng thích ứng được với những thay đổi trong nhu cầu về thông tin và mật độ phân phối của thuê bao. Tuy nhiên, vẫn cần nhiều đầu tư hơn cho việc thiết

lập đường dây. Vì nhu cầu phát triển các vùng xa xôi như thị trấn vùng núi cao, hải đảo ngày càng tăng và công nghệ MIC (IC dùng cho viba số) đã sẵn sàng cho thương mại hoá. Các thiết bị thu và phát không dây trở nên gọn nhẹ và đỡ tốn kém hơn. Cũng do vậy, người ta mong muốn sử dụng rộng rãi công nghệ cao. Tuy nhiên do các vấn đề kinh tế kỹ thuật và do thiếu nguồn sóng nên có vẻ nó không được sử dụng rộng rãi như là một phương tiện truyền dẫn chính trong mạng ISDN băng rộng. Thay vào đó nó chỉ được dùng để hỗ trợ cho phương tiện truyền dẫn chính. Cuối cùng cable quang có thể được sử dụng làm phương tiện truyền dẫn. Công nghệ thông tin liên lạc quang học được dùng rộng rãi trong các hệ thống liên lạc nội bộ cỡ nhỏ hoặc vừa, hệ thống tổng đài đường dài liên tỉnh dung lượng lớn, hệ thống truyền dẫn quang học dưới biển vì công nghệ đang được cải tiến và giá cáp quang đang giảm dần.

Như đã bàn luận từ trước, người ta có thể dùng chúng một cách dễ dàng trong mạng thuê bao. Tuy nhiên cáp sợi quang học hiện nay đang còn có những khó khăn trong việc cung cấp nguồn nuôi cho thuê bao bằng dây có lõi, đây là vấn đề đặc biệt nảy sinh trong mạng thuê bao. Và tất nhiên, cáp sợi quang đắt hơn nhiều so với cáp đôi. Nhưng nó có lợi thế là hạn chế sự mất đường truyền ở mức tối đa, hiện tượng xuyên âm đường kính sợi dây nhỏ hơn, khả năng điều tiết dải tần rộng nhất sẽ làm cho phương tiện truyền dẫn trên cáp quang trở thành một trong các phương tiện truyền dẫn chính.

Ở nhiều nước phát triển, các công trình nghiên cứu về hệ thống thuê bao quang học đã được tiến hành. Một số công trình đang được đưa ra thử nghiệm trên thực tế với hàng ngàn thuê bao.

B. Hệ thống thuê bao quang.

Phần dưới đây sẽ giải thích kỹ về các điểm cần xem xét khi áp dụng công nghệ thông tin quang học với các thuê bao.

Một hệ thống thuê bao quang học sẽ được thiết lập với một giả thiết là các đường dây thuê bao kim loại hiện có sẽ được thay thế bằng cáp quang. Như với các cáp đang có hiện nay cáp quang bao gồm cáp ngầm, cáp treo, cáp dây. Vì cáp quang có nhiều đặc tính khác biệt so với các loại cáp hiện hành nên việc thiết kế các đầu

nối, cách bố trí, độ dài và lắp đặt cần phải làm thật chính xác. Điều đó có nghĩa là, (không giống cáp đồng hiện nay) khi ghép nối hai dây cáp quang thì hiện tượng hụt đi là không tránh khỏi. Cũng do đó, cần phải tính thêm một lượng cáp quang dự trữ khi bố trí đường cáp quang để chuẩn bị ghép nối các đường dây trước khi sắp xếp lại các mạng thuê bao. Các phương pháp nối cáp hiện nay gồm ghép nối hợp nhất và phương pháp sử dụng các đầu nối. Cách thứ nhất thường được dùng trong các tủ đầu nối đặt ngầm hoặc treo để thực hiện các đầu nối dưới mặt đất, treo cao hoặc giữa các cáp đã có sẵn. Cách thứ hai chủ yếu hay được áp dụng cho MDF (giá đầu dây) ở các phòng chuyển mạch, các thiết bị đầu cuối treo và cáp thuê bao ngoài trời. Một khi cáp quang đã được nối với các thuê bao như mô tả ở trên, thì các thuê bao thông giao các đường cáp này, sẽ đồng thời có dịch vụ tiếng nói và chức năng đảm bảo từ xa (hàng chục bps cho dịch vụ dữ liệu tốc độ thấp) và các dịch vụ băng rộng gồm từ vài chục đến vài trăm Mbps như video. Quá trình thương mại hoá hệ thống thuê bao cáp quang sẽ được thực hiện trong khoảng 10 đến 20 năm tới. Vì thế khó có thể thiết kế một cách chính xác các loại dịch vụ mà nó sẽ cung cấp trong tương lai. Nhìn chung, các loại dịch vụ được cung cấp thông qua ISDN chưa được xác định vì mạng thông tin của nó chỉ cung cấp các kênh dịch vụ, là các giao diện truy nhập được tới tất cả các loại dịch vụ.

Do đó, mỗi một thuê bao sẽ sử dụng mạng tùy theo yêu cầu riêng của mình. Để cho tiện lợi, các dịch vụ do ISDN cung cấp được phân loại như sau : các dịch vụ dải tần hẹp tốc độ vừa và thấp, các dịch vụ dải tần rộng như video. Các dịch vụ dải tần rộng được chia thành các dịch vụ phân tán như CATV hay các dịch vụ tương giao như điện thoại hình ảnh. Trong khi đó các dịch vụ dải tần hẹp được chia thành các dịch vụ cấp D, B, H₀, H₁ theo ITU-T; Các dịch vụ này có thể sẽ được tách biệt nhau tại các trạm cuối và được xử lý thông qua mạng ISDN. Các dịch vụ dải tần rộng có thể sẽ được nối với các trung tâm thông tin video như các trung tâm phát sóng ngày nay. Vì số lượng kênh video cung cấp cho các thuê bao sẽ bị hạn chế cho nên cần phải dùng thiết bị chọn chương trình ở trạm đầu cuối để chọn chương trình mà các thuê bao mong muốn. Trong các dịch vụ đối thoại như trường hợp mạng điện thoại hiện nay, chức năng chuyển mạch các tín hiệu hình ảnh là cần thiết và vì thế phải được nối với các mạng chuyển mạch băng rộng mới.

Vì thế, các dịch vụ phân tán thường được gọi là dịch vụ phát sóng còn các dịch vụ tương giao được gọi là các dịch vụ chuyển mạch. Cuối cùng thì tất cả các loại hình dịch vụ đều phải qua xử lý ở một mạng thông tin băng rộng.

Cũng như các thiết bị chọn chương trình, phương pháp analog và phương pháp số cũng được dùng tùy theo các dạng của tín hiệu video. Nếu tín hiệu video là Analog thì các thiết bị bán dẫn như role logic loại đơn giản chuyển mạch Analog, các bộ điều chỉnh TV chung có thể được sử dụng. Nếu các tín hiệu này là số thì việc vận hành phải được thực hiện dựa vào bộ dồn kênh đa đường vào và đường ra đơn. Nếu một số lượng "n" các kênh video được đưa đến trạm cuối cùng và một số lượng "m" kênh dẫn đến các thuê bao (tuy nhiên $n > m$), một số lượng m bộ dồn kênh được nối song song sao cho trong số n kênh đầu vào m kênh đầu ra được lựa chọn bởi tín hiệu chọn kênh từ các thuê bao trước khi được đưa ra. Vì các dịch vụ băng rộng trong chế độ tương giao phải thông qua mạng chuyển mạch phức hợp (như telephone), thì tốt hơn là nên dùng phương pháp số để tránh được sự suy hao tín hiệu, tiếng ồn hay các đặc tính xuyên âm.

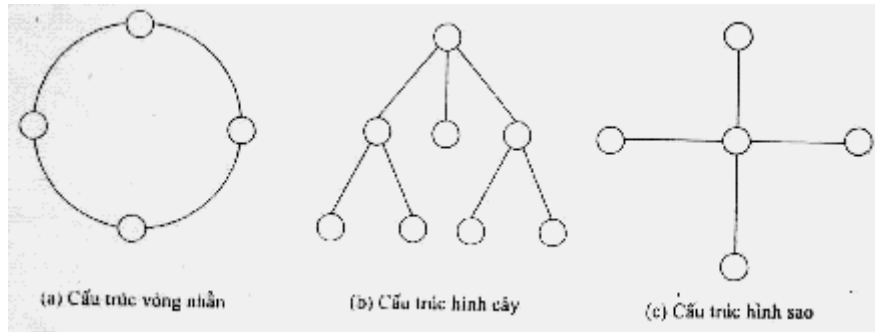
Chuyển mạch thời gian và không gian là phương pháp chuyển mạch có thể được sử dụng trong hệ thống chuyển mạch điện thoại số. Tuy nhiên để chuyển đổi tín hiệu video thành tín hiệu số thì cần 90 Mbps (đối với tín hiệu NTSC) còn đối với tín hiệu PAL thì cần 140 Mbps. Thậm chí ngay cả khi có sử dụng công nghệ nén độ rộng giải tần thích hợp, chẳng hạn như DPCM (điều chế xung mã vi phân) thì vẫn cần một lượng thông tin ít nhất là 45 Mbps và 700 Mbps để bảo đảm chất lượng TV thông thường. Để xử lý lượng thông tin này sử dụng chuyển mạch thời gian thì cần một lượng rất lớn các phần tử bộ nhớ tốc độ cao mà điều đó chưa có sẵn trong các hệ thống chuyển mạch dung lượng lớn. Các hệ thống chuyển mạch dải tần rộng thường tạo bởi các chuyển mạch không gian. Các phần tử ECL (Emitter coupled logic) để dùng làm các khối có cấu hình cơ bản sẽ được dùng ở đây có ma trận chuyển mạch $n \times n$ đang được nghiên cứu. Tuy nhiên với những tiến bộ trong lĩnh vực công nghệ CMOS, CMOS có thể được ứng dụng cho tốc độ đến 100Mbps.

Việc nghiên cứu ứng dụng các phần tử bán dẫn GzAS và phần tử quang tích hợp cũng đang được tiến hành. Nếu những công trình nghiên cứu này thành công thì sự phát triển chuyển mạch thời gian sẽ là có triển vọng. Dẫu sao, hiện nay phương

pháp chuyển mạch gói tốc độ cao (chuyển mạch gói nhanh) có thể chuyển đổi tất cả các tín hiệu thành gói để xử lý đang được chú ý.

Các chuyển mạch đã đề cập đến ở trên được áp dụng sau khi chuyển đổi tất cả tín hiệu quang thành tín hiệu điện và do đó cơ chế chuyển đổi quang/điện và điện/quang cần phải được áp dụng giữa hệ thống chuyển mạch và thiết bị truyền dẫn. Việc nghiên cứu các hệ thống chuyển mạch quang có chức năng chuyển mạch trực tiếp đang tiến triển tốt để cải thiện các vấn đề này cũng như việc nghiên cứu chuyển mạch cơ cấu quang sử dụng các đặc tính phản xạ và ánh sáng phân cực của lăng kính và hệ thống chuyển mạch sử dụng các phần tử logic quang như các ma trận chuyển mạch quang đang tiến triển. Giữa mạng thông tin và thuê bao có thể lắp đặt nhiều hơn một sợi cáp quang. Tuy nhiên vì lý do kinh tế và để dễ sửa chữa, bảo dưỡng thì nên lắp đặt một sợi quang cho mỗi thuê bao. Một phương pháp dồn kênh thích hợp cho các tín hiệu điện và quang cần được giới thiệu để có thể sử dụng các đường dây một cách có hiệu quả. Để dồn kênh các tín hiệu điện nên dùng phương pháp dồn kênh phân chia thời gian hiện có, còn đối với tín hiệu quang nên dùng phương pháp WDM (dồn kênh phân chia bước sóng). WDM có thể dồn các sóng lan truyền theo cùng hướng hoặc ngược hướng do đó, mỗi sợi cáp quang có thể xử lý toàn bộ các tín hiệu thu và phát. Vì các tín hiệu số và tín hiệu Analog có thể được truyền đi dưới những dạng sóng khác nhau trong cùng một thời gian nên phương pháp WDM đóng vai trò cực kỳ quan trọng trong hệ thống thuê bao quang.

Cấu trúc mạng thuê bao quang phải được xác định trên cơ sở cân nhắc thận trọng các đặc tính, yếu tố kinh tế, mật độ cuộc gọi, tính bảo mật thông tin và sự phân bố các thuê bao. Cấu trúc chung của mạng được mô tả trong hình 3.66. Các ví dụ điển hình về phương pháp ghép nối từ trạm đầu cuối đến các thuê bao cũng được minh họa trong hình 3.66. Nhìn chung kiểu nối vòng tròn rất kinh tế và phù hợp với mạng thông tin cục bộ. Tuy nhiên nó không thích hợp cho hệ thống thuê bao quang vì nó không có khả năng mở rộng và tính bảo mật, hơn nữa đường thông tin chính chỉ có thể xử lý một lượng thông tin nhất định.



Hình 3.66. Cách nối mạng

Cấu trúc hình cây được áp dụng rộng rãi trên các mạng CATV; mặc dù khá kinh tế, nhiều thuê bao cùng dùng chung đường dây trong trường hợp dịch vụ tương giao, nên việc điều khiển để tránh sự va chạm thông tin giữa các thuê bao rất cần thiết. Các cấu trúc hình sao là không kinh tế vì như vậy mỗi hướng truyền dẫn phải được phân bổ cho một thuê bao. Tuy nhiên nó sẽ có đủ khả năng xử lý các dịch vụ tương giao khi mạng chuyển mạch dải tần rộng tương tự như mạng chuyển mạch điện thoại hiện nay được thiết lập. Điều đó có nghĩa là, cấu trúc hình cây rất phù hợp với các dịch vụ phát thanh và truyền hình. Trong khi cấu trúc hình sao thích hợp cho các loại dịch vụ dạng chuyển mạch. Vì hệ thống thuê bao quang bao gồm các dịch vụ dạng chuyển mạch cấu trúc hình sao tương tự như mạng điện thoại hiện nay được giới thiệu để dùng cho mạng chuyển mạch dải tần rộng trong tương lai.

4. ứng dụng của điện thoại

4.1. ATM

4.1.1 Dẫn nhập

Người ta hy vọng mạng đa dịch vụ băng rộng (B-ISDN) sẽ cung cấp các dịch vụ khác nhau từ điện báo với tốc độ vài bit/s đến video độ phân giải cao tốc độ 150 Mbit/s. Để hỗ trợ đa dịch vụ, mạng B-ISDN cần dải tần rộng (băng rộng) và công nghệ chuyển mạch linh hoạt.

Việc sử dụng cáp quang cung cấp cho ta một môi trường truyền dẫn băng rộng ở tốc độ mức Gbit/s và người ta còn hy vọng sẽ tăng dải tần lên được hàng ngàn lần. Tuy nhiên, công nghệ chuyển mạch cần thiết cho việc xây dựng mạng B-ISDN còn

đang tụt hậu so với sự tiến bộ của khả năng truyền dẫn. Sự khác biệt này thể hiện một thách thức cho việc tạo ra một công nghệ nhanh hơn, không đắt hơn và linh hoạt hơn.

Chế độ truyền không đồng bộ (ATM) là kỹ thuật được ITU khuyến nghị cho mạng B-ISDN (1.121). ATM hứa hẹn một kỹ thuật cho việc thực hiện việc truy nhập tích hợp và một mạng truyền dẫn có thể dễ chia sẻ giữa các người sử dụng đầu cuối sử dụng các truy nhập đa dịch vụ. ở ATM, thông tin được chia thành gói có độ dài cố định (tế bào ATM) và được truyền đến đích, được đánh dấu chỉ bởi phần đầu tế bào khi thông tin được tạo nên. Mạng truyền số liệu chuyển mạch gói thông thường có vẻ tương tự với mạng ATM khi nhìn từ sự việc tạo nên các block trong gói dữ liệu. Tuy nhiên, chuyển mạch gói bao gồm một máy tính chạy một chương trình truyền số liệu. Vì thế, khả năng chuyển mạch bị giới hạn bởi sự thực hiện của bộ xử lý và bộ xử lý không thể truyền đi một lượng lớn thông tin ở tốc độ cao. Ngược lại, giao thức mạng ATM rất đơn giản và phần cứng được dành riêng để chuyển mạch một lượng lớn thông tin (như video chẳng hạn) cần được truyền với tốc độ cao qua các đường truyền liên kết tới đích.

Như được xác định trong kỹ thuật chuyển tải ATM, các gói có độ dài cố định được hình thành bởi các dịch vụ khác nhau như tiếng nói, dữ liệu hay video. Việc chọn ATM làm kỹ thuật truyền dẫn cho B-ISDN đã dẫn đến việc chuyển mạch các gói hay các tế bào có độ dài cố định thay thế cho kỹ thuật chuyển mạch tuyến thông thường. Nhiều loại chuyển mạch đã được đưa ra để đảm bảo khả năng chuyển mạch gói tốc độ cao theo yêu cầu của TAM. Trong chương này chúng ta sẽ xem xét những yêu cầu chuyển mạch đặc biệt cho B-ISDN

4.1.2 Thuật ngữ

Dưới đây chúng ta sẽ mô tả một số thuật ngữ dùng trong phần này.

1) Chế độ chuyển đổi đồng bộ (STM):

Nhóm nghiên cứu XVIII của ITU-T gọi các khía cạnh chuyển mạch và dồn kênh là "các chế độ chuyển đổi" STM phân bổ các khe thời gian trong một cấu trúc tuần hoàn gọi là "Khung" cho một dịch vụ với khoảng thời gian một cuộc gọi. Tất cả các kênh STM được xác định bởi vị trí các khe thời gian trong một khung đồng bộ như

mô tả trong hình 4.1. Khi một khe thời gian được gán cho một kênh nhất định nào đó, khe thời gian đó sẽ được dành riêng cho khoảng thời gian của một cuộc gọi. Điều này đảm bảo sự cung cấp dịch vụ trong khoảng thời gian gọi và nó cũng thích ứng cho các dịch vụ tạo ra thông tin một cách liên tục theo một tốc độ cố định. Tuy nhiên, việc dành riêng một khe thời gian của khung cho khoảng thời gian một cuộc gọi đã dẫn đến việc không sử dụng hết độ rộng dải tần khi nguồn không tạo ra thông tin liên tục theo một tốc độ cố định.

Hơn thế, cấu trúc STM cũng nhắc là không linh hoạt trong việc phân bố độ rộng dải tần cần thiết cho phạm vi lớn các dịch vụ mà B-ISDN cung cấp. Mặc dù việc gán linh hoạt các tập hợp, khe thời gian cho một kênh để thực hiện các dịch vụ chuyển mạch là có thể được, thì vẫn cần sự phối hợp các chức năng ánh xạ tương đối phức tạp từ phía người sử dụng và phía mạng trong một giao diện. Để đơn giản hoá chức năng ánh xạ này STM có thể được kết cấu thuận lợi cho các kênh đa tốc độ, trong đó mỗi khung được phân chia thành các tập hợp khác nhau của một số lượng cố định các khe thời gian, và nhờ đó có thể đáp ứng được các tốc độ khác nhau. Trước tiên, việc tìm ra đúng tập hợp các kênh đa tốc độ không phải là một việc dễ dàng vì các dịch vụ do mạng B-ISDN cung cấp vẫn chưa được xác định một cách đầy đủ. STM đa tốc độ làm phức tạp thêm mạng chuyển mạch. Xét theo góc độ sử dụng độ rộng dải tần chuyển mạch trên cơ sở từng điểm nối thì việc sử dụng cấu trúc chuyển mạch riêng rẽ cho từng tốc độ kênh sẽ có hiệu quả hơn. Tuy nhiên, việc áp dụng cấu trúc chuyển mạch phức hợp sẽ làm cho việc quản lý, cung cấp, bảo dưỡng mạng thêm phức tạp. Do độ rộng dải tần là không đổi, nên STM trở nên quá hạn chế không thể thích ứng với sự thay đổi liên tục của nhiều loại dịch vụ dữ liệu với các tốc độ kênh cố định.

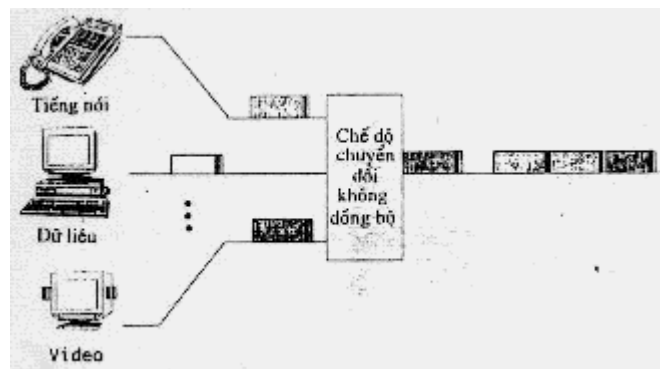
2. Chế độ chuyển đổi không đồng bộ (ATM)

ATM được đưa ra để loại trừ các hạn chế của STM. ATM là chế độ chuyển đổi do nhóm nghiên cứu XVIII về mạng ISDN băng rộng của ITU-T chọn lựa làm cơ sở của mạng B-ISDN. ATM là kỹ thuật đồng kênh, chuyển mạch kiểu gói có độ trễ thấp và có độ rộng dải tần cao.

Trong ATM, độ rộng dải tần sử dụng có thể được gán một cách năng động theo yêu cầu. ATM có lợi thế là đạt được kết quả một cách ổn định đối với các dịch vụ

mới bùng nổ trong khi đó vẫn đảm bảo thực hiện ở mức chấp nhận được các dịch vụ có tốc độ bit liên tục. Một cấu trúc đơn có thể được sử dụng để chuyển mạch tất cả dịch vụ.

Với ATM, dòng bit được chia thành một số các gói hay tế bào có độ dài nhất định. Mỗi gói bao gồm 1 trường tiêu đề chứa thông tin điều khiển mạng và một trường thông tin chứa dữ liệu của người sử dụng. Không giống như STM, là một chế độ nhận biết các cuộc gọi thông qua vị trí của khe thời gian trong khung, ATM thiết lập nối liên hệ giữa các tế bào và các cuộc gọi bằng một nhãn tiêu đề (Header) của tế bào đó. Việc kết nối cuộc gọi được thiết lập bằng cách lập ra các bảng dịch số tại các chuyển mạch và các điểm dồn kênh trong đó liên kết một nhãn đầu vào với các đường nối và nhãn ở đầu ra. Việc kết nối theo yêu cầu này được gọi là các mạch ảo vì không có độ rộng dải tần nào được phân bổ cho toàn bộ khoảng thời gian thực hiện một cuộc gọi. Ưu điểm của ATM là tiết kiệm độ rộng dải tần khi nguồn tạo các tế bào với các tốc độ thay đổi theo thống kê.



Hình 4.2. Cấu trúc của ATM

Thuật ngữ "Không đồng bộ" trong ATM không ngụ ý về sự không đồng bộ theo nghĩa là không có sự tuần hoàn theo trình tự của các dòng thông tin riêng biệt tạo ra kênh ATM đã được dồn kênh như trong hình 4.2. Vì một nguồn tạo ra các tế bào tùy theo tốc độ dịch vụ nên không cần phải cố định tốc độ kênh.

Do vậy chỉ cần một loại cấu trúc chuyển mạch. Chúng ta tập trung xem xét về khía cạnh chuyển mạch này của ATM cho mạng B-ISDN trong phần này.

3. Chuyển mạch ATM (chuyển mạch gói nhanh):

Chuyển mạch gói được Baran giới thiệu lần đầu tiên vào năm 1964. Trong chuyển mạch gói, các khối dữ liệu gói là gói được truyền từ nguồn đến đích thông qua nhiều chuyển mạch trong mạng thông tin. Chuyển mạch gói được thực hiện bằng máy tính xử lý các quá trình thông tin thay cho phần cứng chuyên dụng.

Chuyển mạch gói thông thường có vẻ giống như chuyển mạch ATM nếu xét trên góc độ tạo các khối dữ liệu thành gói hay tế bào và định tuyến các gói theo nhãn của chúng. Tuy nhiên chuyển mạch ATM khác chuyển mạch gói thông thường ở nhiều điểm. Việc sử dụng các thiết bị truyền dẫn số tốc độ cao với khả năng kiểm soát lỗi cao cho phép các bản tin ở mức liên kết trở nên đơn giản.

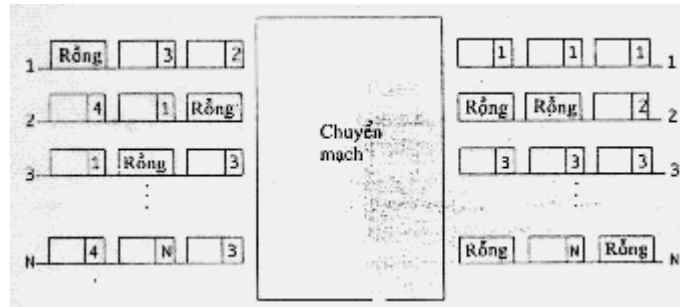
Đặc biệt là ở đây không có thủ tục kiểm tra lưu lượng hay sửa lỗi nào được thực hiện ở mức liên kết như trong X.25. Các chức năng thông tin mức cao như kiểm tra lỗi và kiểm tra lưu lượng được thực hiện trên cơ sở từ điểm cuối đến điểm cuối (end to end) và phụ thuộc vào ứng dụng. Các gói có độ dài cố định cũng làm đơn giản hoá quá trình xử lý gói và các khía cạnh về đồng bộ.

4. Những nguyên tắc của chuyển mạch.

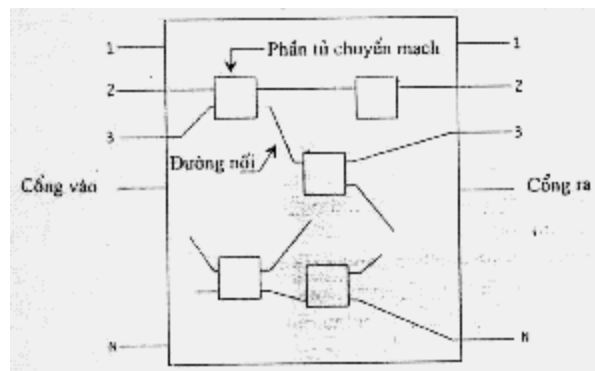
Chức năng chuyển mạch là chức năng kết nối các đường thông từ các đầu vào đến các đầu ra tương ứng. Cấu trúc chuyển mạch $N \times N$ có N cổng vào: Nơi xuất phát của đường thông và N cổng ra nơi đường thông đi ra ngoài. Trong phần này chúng ta chỉ quan tâm đến đường thông tin gói.

Các gói có độ dài cố định được đưa đến N đầu vào dưới dạng các khe thời gian như đã được mô tả trong hình 4.3. Mỗi gói có một địa chỉ của cổng ra hoặc chuyển mạch mà gói sẽ được chuyển đến theo đã định trước.

Địa chỉ này của gói được chuyển mạch sử dụng để định tuyến cho từng gói thông tin vào đến cổng tương ứng ở đầu ra.



Hình 4.3. Chuyển mạch gói NxN



Hình 4.4. Cấu trúc chuyển mạch

Mỗi chuyển mạch thường được tạo bởi các phần tử chuyển mạch và các đường nối (tức là đường dữ liệu) như mô tả ở hình 4.4. Phần tử chuyển mạch 2x2 có 2 đầu vào và 2 đầu ra và hướng cho các gói đi đến các đầu ra thích hợp tùy theo tín hiệu điều khiển tạo ra bởi bộ điều khiển tập trung hay chính từ các gói để định hướng các gói. Kỹ thuật định hướng trước đây được gọi là định hướng theo sự điều khiển trung tâm còn kỹ thuật sau này được gọi là tự định hướng.

Các phần tử chuyển mạch có thể có các kích cỡ khác nhau. Các đường nối là các đường dữ liệu thụ động liên kết các phần tử chuyển mạch khác nhau.

4.1.3 Động lực.

Thông thường các chuyển mạch ATM cần thiết để xử lý các gói có độ dài cố định (32 đến 64 byte chiều dài) ở tốc độ cao nhất là 150Mbps. Các gói được tạo ra bởi các loại dịch vụ khác nhau như tiếng nói, dữ liệu và video. Các gói tiếng nói và video được tạo ra với tốc độ 64kbps và 150Mbps tương ứng. Những gói thông tin

này không thể bị trễ lâu bởi vì nếu thế sẽ làm giảm chất lượng của các dịch vụ tiếng nói và hình ảnh. Như vậy chuyển mạch ATM phải có khả năng xử lý các gói với tốc độ 150Mbps và chịu mức trễ thấp.

Các yêu cầu quan trọng khác nữa là giá thành hạ và dễ sử dụng. Những yêu cầu này chỉ có thể được đáp ứng bằng các chuyển mạch với cấu trúc điều khiển đơn giản như tự định hướng, tốc độ cao, có khả năng phát sóng. Việc định hướng phức tạp hơn ví dụ như kiểu liên kết điểm đến đa điểm có thể cần thiết trong môi trường phát sóng hình hơn là kiểu thông tin điểm tới điểm.

Nhiều kiểu chuyển mạch có dung lượng chuyển mạch lớn và tốc độ chuyển mạch cao đã được đề xuất. Những kiểu chuyển mạch này được chia thành loại chuyển mạch có khoá và chuyển mạch không khoá (non-blocking). Nếu các gói ở cổng vào của chuyển mạch có địa chỉ cổng ra rõ ràng nhưng không được đưa đến các đầu ra do tắc nghẽn gói trong mạng chuyển mạch thì gọi là chuyển mạch khóa. Sự tắc nghẽn gói này sinh trong mạng chuyển mạch khi hơn một gói cần truy nhập đến cùng một đường nối hay cùng một vùng bộ đệm bên trong mạng chuyển mạch.

Các chuyển mạch khóa không có độ thông cao do hiện tượng khóa bên trong. Vì các chuyển mạch không khóa không bị khóa ở bên trong nên độ thông của nó cao hơn so với chuyển mạch khóa.

Các chuyển mạch không khóa có thể được chia thành hàng đợi đầu vào, hàng đợi đầu ra hay kiểu bộ đệm dùng chung. Các chuyển mạch có hàng đợi đầu vào có khả năng truyền dẫn thông suốt bằng khoảng 58% so với chuyển mạch có hàng đầu ra hay các chuyển mạch có bộ đệm dùng chung.

Mặc dù các chuyển mạch có hàng đợi đầu ra có độ thông suốt là 100% chúng vẫn cần có 1 lượng phần cứng lớn hơn nhiều so với chuyển mạch có hàng đợi đầu vào. Các chuyển mạch có bộ đệm dùng chung cũng có khả năng hoạt động tốt nhất nếu nhìn từ khía cạnh độ thông tối đa. Tuy nhiên, chúng có các sơ đồ định hướng phức tạp và bị hạn chế ở mức chuyển mạch cỡ nhỏ. Trong phần này, chúng ta tìm kiếm kiểu cấu trúc chuyển mạch ATM thay thế để đáp ứng cho các dịch vụ mạng B-ISDN.

[tài liệu tham khảo.](#)

- 1). Stalling, Tutorial: Mạng đa dịch vụ số (ISDN), IEEE Computer Society, Washington D.D., 1985.
- 2). G.G Schlangger: "Tổng quát về hệ thống báo hiệu số 7", IEEE J. Selected Areas in Comm, 7(3) (Tháng 5/1986)
- 3). M.Karol, M.Hluchyj và S.Morgan "So sánh giữa hàng đợi đầu vào và hàng đợi đầu ra trong chuyển mạch gói phân chia không gian", IEEE Trans. on Communications, vol. COM-35 Tháng 12/1987.
- 4). S.Minzer, "Mạng đa dịch vụ số băng rộng và chế độ chuyển đổi không đồng bộ (ATM)", IEEE Communication Magazine, Vol. 27/12/1989.
- 5). Thomas, J.Candrea và M.Servel, "Các kỹ thuật phân chia thời gian không đồng bộ: Một mạng gói thí nghiệm hết hợp thông tin hình ảnh", in Proc.of ISS 84 (Florence, Italy), tháng 5/1984.
- 6). L.Wu, S.Lee và T.Lee "Dynamic TDM: a packet approach to broadband networking", in Proc. of ICC 87 (Seattle, Wa.), IEEE, 6/87.
- 7). P.Baran, "Mạng thông tin phân tán", IEEE Trans. on Communications, vol CS-12, tháng 3/1964.
- 8). N.Kitawaki, H.Hagabuchi, M.Taka và K. Takahashi, "Công nghệ mã hoá tiếng nói cho các mạng ATM", IEEE Journal on Selected Areas in Communication, vol. 28, tháng 1/1990.
- 9). V.Verbiest, L.Pinnoo và B. Voeten "ảnh hưởng của khái niệm ATM lên mã hoá hình ảnh", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. SC-6, tháng 12/1988.
- 10). H. Ahmadi và W.Denzel, "Nghiên cứu về các kỹ thuật chuyển mạch tính năng cao hiện đại", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. SAC - 7, tháng 9/1989.
- 11). K. Lutz, "Một số điều cần nhắc về kỹ thuật chuyển mạch ATM", International Journal of Digital and Analog Cabled Systems, vol. 1, 1988. 12.

J.Degan, G.Luderer và A.Vaidya, "Công nghệ gói nhanh cho chuyển mạch tương lai", AT&T Technical Journal, vol. 68, tháng 3 và 4/1989.

- 12). J.Degan, G.Luderer and A.Vaidya, "Fast packet technology for future switches", AT&T Technical Journal, vol.68, March/April 1989
- 13). YUN SEOK HUYN, kỹ thuật truyền thông PCM, Chung- Arm Publishing Company, 1986.
- 14). LIM JU HWAN, "Những điều cơ bản về điện thoại số", "Kỹ thuật chuyển mạch điện tử", Tập 1, First issue.
- 15). LEE YOUNG KYU, "Lý thuyết truyền dẫn, mạch truyền dẫn bằng dây". Kidali Publishing Company 1988.6.
- 16). LEE YOUNG KYU, "Công nghệ kết hợp truyền dẫn và chuyển mạch", "Công nghệ chuyển mạch điện tử", Tập 2, Second Issue.
- 17). John Bellamy, Điện thoại số, John & Willey Sons, 1991.
- 18). Frank F.E.Owen, PCM và các hệ thống truyền dẫn số, Mc Graw - Hill Book Company, 1982.
- 19). Sang H.Lee, "Kỹ thuật truyền tải tích hợp cho đường chuyển mạch gói và chuyển mạch tuyến", ICC, 1988.
- 20). R.Vicders và T.Vilmansen, "Sự phát triển của công nghệ viễn thông", Proc. of the IEEE, vol. 74, No.9, Sept.1984.
- 21). BCR, Synchronous DS3 Format Interface Specification, Technical Reference TR - TSY - 000021, tháng 6/1984.
- 22). G.R. Titchie, "SYNTRAN - A phương hướng mới cho thiết bị đầu cuối truyền dẫn số", Communication, Volume 23, tháng 11/1985.
- 23). Hiroshi Fukinuki, M.Matsushita, K.Aihara và K.Hiraide, "Các thiết bị đầu cuối số đồng bộ", Review of ECL, tháng 9/1979.

- 24). G.J. Beveridge và S.S. Gorshe, "Clear channel shortcut to ISDN", Telephone Engineer.
- 25). N.F.Dinn, A.G.Weygand và D.M. Garvey, "Digital Interconnection of Dissimilar DigitalNetwork", IEEE communication Magazine, vol. 24, No4, tháng 4/1986.
- 26).Loud Reaume, "Cầu nối giữa thiết bị chuyển tải T và CEPT", Communication Int' 1, tháng 7/1985.
- 27). Atkin J.W., "Burst Switching-An Int roduction", ISS '84, Florence, tháng 5/1984.
- 28). W. Shnnema, "Digital, Analog and Data Communications", Prentic - Hall, Inc, Reston, Virginia, 1982.
- 29). SIN YOUNG CHEOL, "Công nghệ truyền thông bằng dây", Moon Yun Dang Publishing Company, 1976.
- 30). LEE SUNG KYUNG, SINMU SIK, "Multi-Convéation by Feeder Cable", Electronic Telecommunication Research Institute, ETRI Journal Forth vol.
- First Issue, 1982.
- 31). G.E.Harrington, "Survey of Pair-Gain System Applications", in Proc. Int. symp. Subscriber Loops and Services (ISSLS), 1980.
- 32). LEE YOUNG KYU, KIM TEA HO và 5 người khác, "Nghiên cứu hệ thống truyền dẫn thuê bao", Electronic Telecommunication Research Instirute, Research Paper, 1981.
- 33). A.J. Karia, S.Rodi, "A Digital Subscriber Carrier System for the Evolving Subscriber Loop Network", IEEE Trans. Commun, Vol. COM - 30, 1982.
- 34). Y.S.Cho, E.F. Carr, "Application of Digital Pair-Gain System SLC - 96, in Developing Coutries", IEEE Tran., COM - 30, 1982.

- 35). Kil Sun - Jung, Ha chel - Lee và 2 người khác, "Phân tích kỹ thuật về mạch".
- 36). M.Oimura, I.Koga và 1 người khác, "Đặc tính của tiếng ồn đối với mạch vòng thuê bao hiện nay", Review of ECL, vol. 32, 1984.
- 37). T.Higashi, M.Ohmura và 1 người khác, "Đánh giá tiếng ồn xung cho hệ thống truyền dẫn tín hiệu số", Review of ECL, vol. 32, 1984.
- 38). R.F.Rous, J.D.Weston, "Đánh giá khả năng hoạt động của cáp thuê bao", Electrical Communication, vol.56, 1981.
- 39). CCITT I Series Recommendations, Geneva, 1985.
- 40). M.Decina, "Tiến bộ trong việc phân bổ truy nhập cho người sử dụng trong mạng đa dịch vụ số", IEEE Trans, Comm., vol. COM-30, 1982.
- 41).E.Arnon, E.A.Munter và 3 người khác, "Thiết kế hệ thống truy nhập khách hàng", IEEE Trans, Comm., vol. COM-30, 1980
- 42). K.Gotoh, E. Iwahashi, "Kiến trúc hệ thống cho mạng thuê bao số", Review of EVL, vol. 32, No.2, 1984.
- 43). G.Gobin, "Customer Installations for the ISDN", IEEE Commun. Magazine, vol.22, 1984.
- 44). J.M.Cambords, R Cardorel, "Digital Transmission on Subscriber Loops", L'Echo des recherches, English issue, 1983.
- 45). S.V.Ahmed, P.P.bohn và 1 người khác, "A Tutorial on Two-wire Digital Transmisson in the Loop Plant", IEEE Trans. Commun., vol. COM-29, 1981.
- 46).F.Ma rcel, A.J.Schwartz, "PRANA at the age of four Multiservice Loops Rfeach out"s IEEE Trans., vol. COM-29,1981.
- 47).J.Meyer, T.Roston và 1 người khác, "Máy điện thoại thuê bao số", IEEE Trans., Commun., vol. COM-27,1979.

- 48). B.S. Bosik, "The case in Favor of Burst - Mode Transmission for Digital Subscriber Loops", in Proc. ISSLS, 1980.
- 49). A. Brosio, V. Lazzari và 3 người khác, "So sánh hệ thống truyền dẫn trên đường thuê bao số sử dụng các mã đường dây khác nhau", IEEE Trans. Commun., vol. COM-29, 1981.
- 50). B.S. Bo sik, S.V. Kartalopoulos, "Hệ thống dồn kênh nén thời gian cho dung lượng số chuyển mạch tuyến", IEEE Trans. Commun., vol. COM - 30, 1982.
- 51). H. Ogiware, Y. Tferada "Design philosophy and Hardware Implimentation for Digital Subscriber Loops" IEEE Trans. Commun., vol. COM -39, 1982.
- 52). H. Shimizu, H. Goto, "Thiết bị đầu cuối tích hợp tiếng nói/dữ liệu với các mạch đồng bộ đơn giản sử dụng phương pháp ping-pong 80kbps", IEEE Trans. Commun., vol. COM - 30, 1982.
- 53). J.E. Savage, "Một số bộ trộn dữ liệu số tự đồng bộ đơn giản", Bell Syst. tech.J., vol. 46, 1967.
- 54). S. Qureshi, "Cân bằng thích ứng", IEEE Commun., Magazine, vol. 20, 1982.
- 55). R.R. Cordell, "Một họ mới các bộ cân bằng có thể thay đổi chủ động", IEEE Trans, Circuits and Systems, vol. CAS-29, 1982.
- 55). R.R. Cordell, "Một họ mới các bộ cân bằng có thể thay đổi chủ động", IEEE Trans, Circuits and Systems, vol. CAS-29, 1982
- 56). H. Takatori, T. Suzuki, "Bộ cân bằng đường dây điện áp thấp cho mạch thuê bao số", in Proc. Globcom, 1984.
- 57). T. Chujo, N. Ueno và 3 người khác, "A Line Termination Circuit for Burst Mode Digital Subscriber Loop Transmission", in Proc. Globcom, 1984.

Những chữ viết tắt

ADPCM

Adaptive Diferential PCM

PCM dạng vi phân thích ứng.

AD	Analog/Digital Converter	Chuyển đổi tương tự/số.
AM	Amplitude Modulation	Điều chế biên độ.
AMI	Alternate Mark Inversion	Mã đảo dấu luân phiên.
ARPA	Advanced Research Projects Agency	Tổ chức các dự án nghiên cứu tiên tiến.
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ truyền không đồng bộ.
AU	Administrative Unit	Đơn vị quản lý.
B-ISDN	Broadband ISDN	Mạng đa dịch vụ băng rộng.
B8ZS	Bipolar with 8 Zero Substitution	Phương pháp mã hoá lưỡng cực thay thế 8 số 0.
BBN	Bolt Beranek and Newman	Ngưỡng Be ranek và Newman.
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ bit lỗi.
BSN	Backward Sequence. Number	Số thứ tự tín hiệu hướng về.
BT	Bridged Tap	Cửa trung chuyển.
CAS	Channel Associated Signaling	Báo hiệu liên kênh.
CCC	Clear Channel Capability	Dung lượng kênh trống.
CCI-S	Common Channel Interexchange Siblinging	Báo hiệu liên đài kênh chung.
CCR	Customer Controlled Reconfiguration	Tái định hình theo yêu cầu khách hàng.
CCS	Common Channel Signaling	Báo hiệu kênh chung.
CODEC	Code and Decode	Mã hoá và giải mã.
CMI	Code Mark Inversion	Mã đảo dấu.
CPU	Cyclic Redundancy Check	Đơn vị điều khiển trung tâm.
CRC	Call Supervision Message	Kiểm tra chồng chấp theo chu kỳ.
CSM	Call Supervision Message	Bản tin giám sát cuộc gọi.
DCE	Data Circuit Equipment	Thiết bị truyền số liệu.
DDS	Digital Data System	Hệ thống dữ liệu số.
DF	Data Flag	Cờ số liệu.
DPCM	Differential PCM	Điều xung mã vi phân.

DOV	Data Over Voice	Dữ liệu tiếng nói.
DS1	Digital Signal 1	Báo hiệu số 1.
DSL	Digital Subscriber Line	Đường thuê bao số.
DSP	Digital Signal Processor.	Bộ xử lý tín hiệu số.
DST	Digital Synchronous Terminal	Đầu cuối số đồng bộ.
DSU	Data Service Unit	Đơn vị dịch vụ số liệu.
DSX	Digital Signal Cross-connect	Nối chéo tín hiệu số.
DTDM	Dynamic TDM	Kỹ thuật dồn kênh phân chia khe thời gian động.
DTE	Data Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối số liệu.
DUP	Data User Part	Dữ liệu người sử dụng.
ECH	Echo Cancellation Hybrid	Sai động triệt tiếng dội.
EMD	Edelmetall Motor Drehvaler	Edelmetall Motor Drechvaler.
ESS	Electronic Switching System	Hệ thống chuyển mạch điện tử.
FAM	Forward Address Message	Thông tin địa chỉ hướng đi.
FDM	Frequency Division Multiplex	Ghép kênh phân chia tần số.
FSM	Forward Setup Message	Bản tin thiết lập hướng đi.
FEXT	Far End Crosstalk	Xuyên âm đầu xa.
FIB	Forward Indicator Bit	Bít chỉ thị hướng đi.
FSN	Forward Sequence Number	Số thứ tự hướng đi.
FLSU	Fill in Signal Unit	Đơn vị chèn tín hiệu.
GND	Ground	Tiếp đất.
HDB3	High Density Bipolar3	Mã lưỡng cực mật độ cao thay thế 3 số 0.
HRC	Hypothetical Reference Circuit	Mạch tham khảo giả thiết.
HRX	Hypothetical Reference Connection	Đường nối tham khảo giả thiết.
ICT	Incoming Trunk	Trung kế đến.
IDN	Integrated Digital Network	Mạng số tích hợp.
IMP	Interface Message Processor	Bộ xử lý thông tin giao diện.

IN	Intelligent Network	Mạng thông minh.
IOT	Intra Office Connection	Ghép nối nội đài.
ISDN	Integrated Services Digital Network	Mạng số đa dịch vụ.
ISUP	ISDN User Part	Phần người sử dụng ISDN.
ISVN	Integrated Services Video Network	Mạng video đa dịch vụ.
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector of ITU	Ban tiêu chuẩn hoá viễn thông của tổ chức ITU.
LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ.
LAPD	Link Access Procedure on D channel	Thủ tục truy nhập kết nối kênh D.
LC	Line Concentrator	Bộ tập trung đường.
LI	Length Indicator	Bộ chỉ thị độ dài.
LS	Local Swich	Chuyển mạch vùng.
LSI	Large Scale Integrated	Mạch tích hợp mật độ cao.
LSB	Least Significant Bit	Bít trọng số thấp nhất.
LSSU	Link Status Signal Unit	Đơn vị báo hiệu trạng thái kết nối.
LT	Line Termination	Kết cuối đường.
MDB	Modified Duo Binary	Mã MDB.
MFC	Multifrequency Code	Mã đa tần
MDF	Main Distribution Frame	Giá phối tuyến chính.
MF	Multi-Frequency	Đa tần.
MIC	Microwave IC	Vi mạch siêu cao tần.
MSU	Message Signal Unit	Đơn vị bản tin báo hiệu.
MTP	Messae Transfer Part	Phần chuyển thông báo.
NCU	Network-Control Unit	Đơn vị điều khiển mạng.
NEXT	Near End Crosstalk	Xuyên âm đầu gần.
NNI	Network-Node Interface	Giao tiếp nút mạng.
NT	Network Termination	Kết cuối Mạng.
NPT	Non-Packet Terminal	Đầu cuối không gói.
OAM	Operations, Administration and	Vận hành, quản lý và bảo dưỡng.

	Maintenance	
OC-1	Optical Carrier level 1	Truyền tải quang cấp 1.
OGT	Outgoing Frunk	Trung kế đi.
OSI	Open System Interconncetion	Giao tiếp hệ thống mở.
PABX	Private Automatic Branch Exchange	Tổng đài cơ quan tự động.
PBX	Private Branch Exchange	Tổng đài nội bộ.
PAM	Pulse Amplitude Modulation	Điều biên xung.
PCM	Pulse Code Modulation	Điều xung mã.
PIC	Polyethylene Insulated Cable	Cáp cách điện bằng polietylen.
PMX	Packet Multiplex Exchange	Tổng đài dồn kênh gói.
POH	Path Overhead	Tuyến cao.
PSN	Public switched Network	Mạng chuyển mạch công cộng.
PSTN	Public switched Telephone network	Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng.
PWM	Pulse Width Modulation	Điều chế độ rộng xung.
RSC	Remote Subscriber Concentrator	Bộ tập trung thuê bao xa.
RSM	Remote Subscriber Multiplexer	Bộ dồn kênh thuê bao xa.
RSS	Remote Switching System	Hệ thống chuyển mạch vệ tinh.
RT	Remote Terminal	Đầu cuối xa.
RWRR	Random Write Random Read	Phương pháp ghi ngẫu nhiên đọc ngẫu nhiên.
RWSR	Random Write Sequential Read	Phương pháp ghi ngẫu nhiên đọc tuần tự.
SCCP	Signaling Connection Control Part	Phần điều khiển ghép nối báo báo hiệu.
SDTT	Synchronous Digital Transmission Terminal	Đầu cuối truyền dẫn số đồng bộ.
SIF	Signaling Information Field	Truyền thông tin báo hiệu.
SLIC	Subscriber Line Interface Circuit	Mạch giao tiếp đường thuê bao.
SIO	Service Information Octet	Octet thông tin dịch vụ.

SOH	Section Overhead	Tiết diện cao.
SONET	Synchronous Optical Network	Mạng quang đồng bộ.
SPC	Stored Program Control	Điều khiển bằng chương trình lưu trữ.
SSB	Single Side Band	Bang đơn vế.
STM-1	Synchronous Transfer Mode level 1	Chế độ truyền đồng bộ cấp 1.
STP	Signaling Transfer Point	Điểm chuyển báo hiệu.
STS-1	Synchronous TRansport Signal level 1	Tải tín hiệu đồng bộ cấp 1.
SWRR	Sequential Write Random Read	Phương pháp ghi tuần tự đọc ngẫu nhiên.
SYNTRAN	Synchronous Transmussion at DS3	Truyền dẫn đồng bộ tiêu chuẩn DS3.
TA	Terminal Adaptor	Bộ tiếp hợp đầu cuối.
TU	Tributary Unit	Đơn vị nhánh.
TCM	Time Compression Multiplex	Kỹ thuật ghép kênh nén thời gian.
TDM	Time Division Multiplex	Kỹ thuật ghép kênh phân chia thời gian.
TE	Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối.
TUP	Telephone User Part	Phần người sử dụng điện thoại.
UNI	User-Network Interface	Giao diện người sử dụng mạng.
VC	Virtual Channel	Kênh ảo.
VNSI	Very large SScale Integration	Mạch tích hợp mật độ siêu cao.
WABT	WAit Before Transmission	Thủ tục đợi trước khi truyền.
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Phương pháp ghép kênh phân chia dải tần.
ZBTSI	Zero byte Time Slot Interchange	Hoán đổi khe thời gian của bite 0.