

Chương 3

CÁC NGUYÊN LÝ GHÉP KÊNH

3.1. Giới thiệu chung:

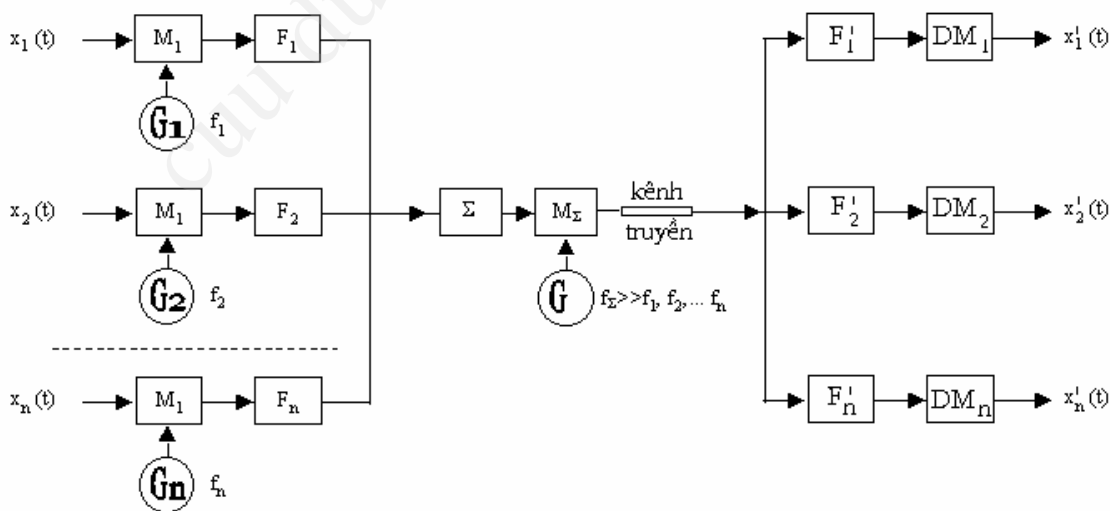
Giá thành của đường truyền, kênh truyền thông tin trong nhiều trường hợp là rất lớn và đôi khi còn đắt hơn cả các thiết bị thu, phát. Đối với các hệ thống thông tin hữu tuyến chẳng hạn như điện thoại thì khả năng truyền nhiều tín hiệu qua một kênh là vô cùng quan trọng.

Ghép kênh là quá trình cho phép truyền hai hay nhiều tín hiệu ở đầu phát trên cùng một kênh tin sao cho ở đầu thu có thể tách được riêng ra từng tín hiệu đó về dạng ban đầu.

Có hai loại kênh thông dụng là ghép kênh theo tần số (FDM - Frequency Division Multiplexing) thường dùng để truyền các tín hiệu liên tục, còn ghép kênh theo thời gian (TDM - Time Division Multiplexing) có thể dùng để truyền các tín hiệu số cũng như tương tự.

3.2. Ghép kênh theo tần số (FDM) :

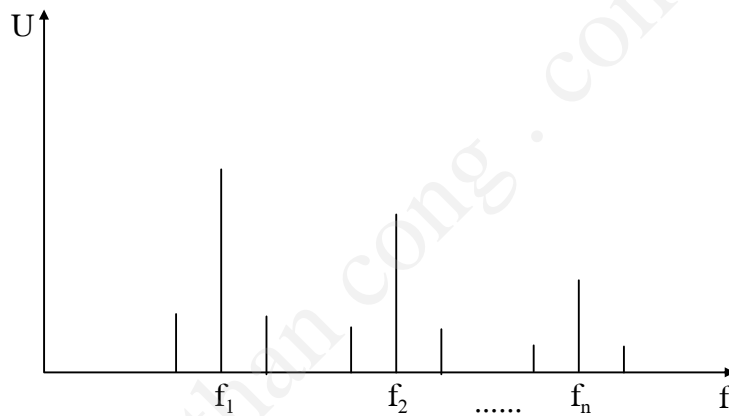
Sơ đồ khối của FDM như sau :



Hình 3.1. Ghép kênh theo tần số (FDM)

Các tín hiệu điện $x_1(t)$, $x_2(t)$, ..., $x_n(t)$ được đưa đến các bộ điều chế M_1 , M_2 , ..., M_n (Modulator), các máy phát G_1 , G_2 , ..., G_n (Generator) phát ra các sóng mang với các tần số f_1 , f_2 , ..., f_n khác nhau và được điều chế bởi các tín hiệu $x_1(t)$, $x_2(t)$, ..., $x_n(t)$ tại các bộ điều chế.

Các tần số của máy phát f_1 , f_2 , ..., f_n được chọn khác nhau để ghép kênh (tương tự như việc phân chia tần số ở các đài phát radio, các khoảng sóng khác nhau và không phủ nhau). f_1 , f_2 , ..., f_n được chọn sao cho phổ của các tín hiệu của các kênh riêng rẽ là không phủ nhau, nghĩa là các dải biên của tín hiệu điều chế không lấn nhau (hình 3.2).



Hình 3.2. Các tần số trong FDM

Các bộ lọc thông dải F_1 , F_2 , ..., F_n (Filter) có nhiệm vụ cho qua những tần số có ích, tương ứng nằm lân cận các tần số f_1 , f_2 , ..., f_n của các sóng mang.

Σ là bộ trộn (hoặc bộ tổng) tuyến tính, chỉ cộng đại số các tín hiệu vào với nhau và tín hiệu trộn có thể được điều chế thêm một lần nữa tại bộ điều chế M_Σ với tần số $f_\Sigma \gg f_1, f_2, \dots, f_n$.

Ở đầu thu các bộ lọc thông dải F'_1 , F'_2 , ..., F'_n có nhiệm vụ chỉ cho qua các tần số thuộc kênh của mình. Ví dụ bộ lọc F'_1 cho qua tần số f_1 và các tần số lân cận trong phạm vi phổ của kênh 1... Sau đó các bộ giải điều chế DM_1 , DM_2 , ..., DM_n (Demodulator) sẽ giải điều chế cho ra lại các tín hiệu $x'_1(t)$, ..., $x'_n(t)$ thực tế là gần lặp lại dạng của các tín hiệu ban đầu $x_1(t)$, $x_2(t)$, ..., $x_n(t)$ theo một tỷ lệ nào đó. Để khuếch đại tín hiệu ta có thể đặt thêm vào hệ thống các bộ khuếch đại.

Nhờ có FDM, nhiều cuộc gọi điện thoại đã được truyền đi chỉ trên một số rất ít các cáp. Các tín hiệu nguyên thủy là tiếng nói với dải tần số trong khoảng 300-3000Hz được dùng để điều chế các sóng mang có những tần số khác nhau và sau đó các tín hiệu đã được điều chế được trộn với nhau hình thành nên 1 kênh.

Quá trình ghép kênh này có thể được lặp lại ở nhiều mức độ để một số lớn các cuộc gọi có thể được truyền đi chỉ trên 1 kênh (với giả thiết là đủ dải thông). Số cuộc gọi trên cùng 1 kênh có thể lên đến 10800 cuộc và khi đó dải thông yêu cầu lên đến vài MHz. Khi điều chế thường dùng loại đơn biên SSB.

3.3. Ghép kênh theo thời gian (TDM):

Có thể giải thích nguyên lý ghép kênh theo thời gian (TDM) qua ví dụ sau đây. Giả thiết trên một kênh truyền ta cần gởi đi n tín hiệu âm thanh, mỗi một trong chúng đều có tần số giới hạn $f_m=10$ kHz. Trong thực tế, với các hệ thống điện thoại, để đảm bảo vừa phải chất lượng tiếng, tần số giới hạn được lấy thấp hơn nhiều. Khi chấp nhận $f_m=10$ kHz, việc rời rạc hóa tín hiệu trên phải thỏa mãn định lý K-S với chu kỳ là:

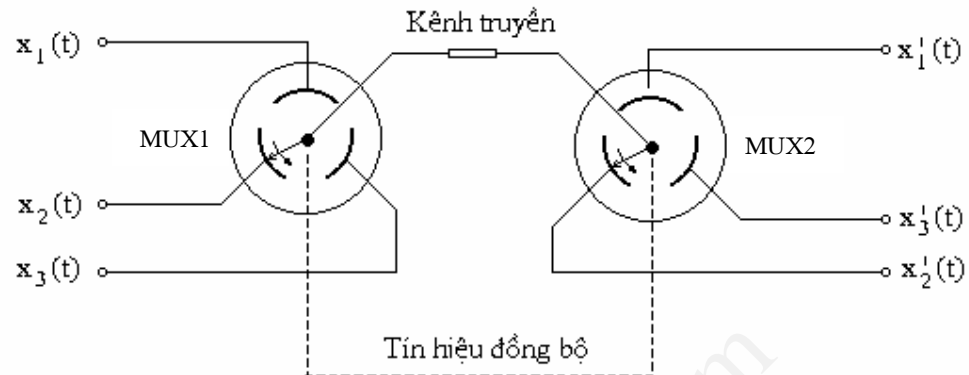
$$T = \frac{1}{2f_m} = \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 10^3} = 50\mu s.$$

Nếu dãy xung rời rạc là những xung hẹp có độ rộng cỡ 1ns, thì khoảng cách giữa 2 xung ứng với hai mẫu rời rạc liền nhau sẽ rất lớn. Đó là thời gian trống không có tín hiệu. Tỷ số giữa thời gian của xung rời rạc với thời gian trống tương đương với 1 giây so với 1 ngày đêm. Như vậy có thể tận dụng thời gian trống này để truyền các mẫu của các tín hiệu khác. Do đó, trên cùng một kênh ta có thể truyền n tín hiệu.

Số kênh n có thể ghép được phụ thuộc vào tỷ số giữa chu kỳ và độ rộng xung lấy mẫu, nhưng n thường nhỏ hơn tỷ số trên nếu yêu cầu chất lượng thu tín hiệu cao.

Sơ đồ khối của TDM trong trường hợp $n=3$ như sau (hình 3.3):

Hai thiết bị chuyển kênh phát, thu giống nhau MUX 1 và MUX 2 sẽ chuyển kênh liên tục theo thứ tự và đồng bộ, ví dụ $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ ở cả hai đầu phát và thu.

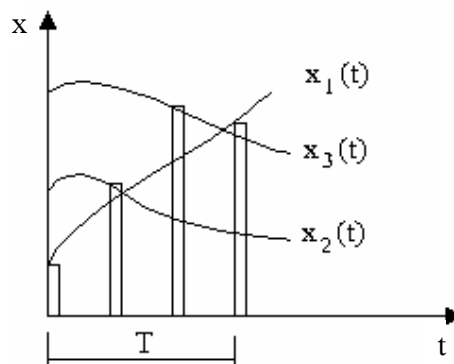


Hình 3.3. Ghép kênh theo thời gian (TDM)

Việc liên kết với kênh tin của máy thu và máy phát thứ i xảy ra một cách đồng thời nhờ có kênh truyền tín hiệu đồng bộ. Có thể minh họa quá trình phân kênh TDM đối với $m=3$ như sau (hình 3.4):

Từ hình vẽ ta thấy 3 tín hiệu $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ được truyền đồng thời, nhưng khi thu lại được tách riêng ra.

Các hệ thống TDM trong thực tế thường dùng các mạch điện tử có chứa các FET (transistor trường) có tốc độ đóng mở khá cao.



Hình 3.4. Quá trình lấy mẫu 3 kênh theo thời gian (TDM)

3.4. So sánh FDM và TDM:

Các tín hiệu trong hệ thống FDM được truyền đi đồng thời về mặt thời gian, nhưng nó có cấu trúc phổ được sắp xếp để sao cho ở đầu thu có thể tách riêng các tín hiệu nhờ các bộ lọc thông dải (chẳng hạn mạch LC). Còn các tín hiệu trong hệ TDM được truyền đi liên tục về tần số, nhưng cấu trúc thời gian được sắp xếp sao cho đầu thu có thể thu được từng tín hiệu riêng rẽ. Nói cách khác trong FDM, nhiều tín hiệu được truyền trên cùng một kênh cùng một lúc bằng cách chia sẻ dải thông, mỗi tín hiệu chỉ chiếm một phần của dải thông. Còn trong TDM, mỗi tín hiệu có thể chiếm nguyên cả dải thông của kênh, tuy nhiên mỗi tín hiệu được truyền đi chỉ trong một chu kỳ thời gian ngắn, tín hiệu này nối tiếp sau tín hiệu kia.

Các hệ thống thông tin TDM có nhiều ưu điểm hơn các hệ thống FDM.

- Việc thực hiện hệ thống TDM đơn giản hơn FDM ở cả nơi phát lẫn nơi thu.
- TDM có tính chống nhiễu giữa các kênh rất tốt. Đặc biệt với tín hiệu PCM, khi tách kênh TDM thường có tỷ số S/N rất cao.

3.5. Khái niệm về truyền thông song công, bán song công và đơn công:

- Khi sự trao đổi tin là đồng thời theo hai chiều, ta có kiểu truyền thông song công (duplex), chẳng hạn điện thoại.
- Khi sự trao đổi tin là từng chiều tuần tự, mỗi trạm khi là phát, khi là thu và kênh thông tin phải có đặc tính truyền được hai chiều, ta có hệ thống bán song công (half-duplex), chẳng hạn như liên lạc bộ đàm.
- Khi sự trao đổi tin chỉ là một chiều, ta có kiểu truyền thông đơn công (simplex), ví dụ như vô tuyến truyền hình, truyền thanh v.v...