

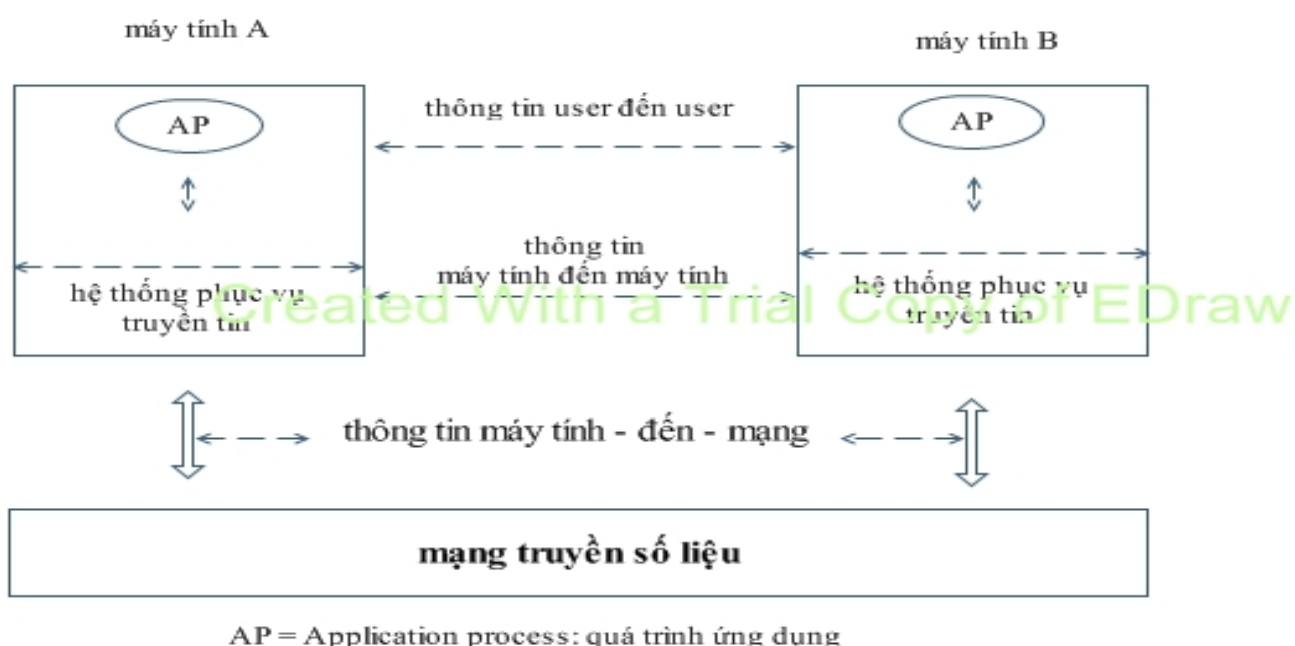


## Chương 1: Mạng truyền số liệu và sự chuẩn hoá

### 1.1. Thông tin và truyền thông

Thông tin liên lạc đóng vai trò hết sức quan trọng trong cuộc sống, hầu hết chúng ta luôn gắn liền với một vài dạng thông tin nào đó. Các dạng trao đổi tin có thể như: đàm thoại người với người, đọc sách, gửi và nhận thư, nói chuyện qua điện thoại, xem phim hay truyền hình, xem triển lãm tranh, tham dự diễn đàn....

Có hàng nghìn ví dụ khác nhau về thông tin liên lạc, trong đó gia công chế biến để truyền đi trong thông tin số liệu là một phần đặc biệt trong lĩnh vực thông tin.



Hình 1: hệ thống thông tin cơ bản

Từ các ví dụ trên chúng ta nhận thấy rằng mỗi hệ thống truyền tin đều có các đặc trưng riêng nhưng có một số đặc tính chung cho tất cả các hệ thống. Đặc trưng chung có tính nguyên lý là tất cả các hệ thống truyền tin đều nhằm mục đích chuyển tải thông tin từ điểm này đến điểm khác. Trong các hệ thống truyền số liệu, thường gọi thông tin là dữ liệu hay thông điệp. Thông điệp có nhiều dạng khác nhau, để truyền thông điệp từ một điểm này đến điểm khác cần phải có sự tham gia của 3 thành phần của hệ thống: nguồn tin là nơi phát sinh và chuyển thông điệp lên môi trường truyền, môi trường là phương tiện mang thông điệp tới đích thu. Các phần tử này là yêu cầu tối thiểu trong bất cứ quá trình truyền tin nào. Nếu một trong các thành phần này không tồn tại, truyền tin không thể xảy ra. Một hệ thống truyền tin thông thường được miêu tả trên hình.

Các thành phần cơ bản có thể xuất hiện dưới dạng khác nhau tùy thuộc vào hệ thống. Khi xây dựng các thành phần của một hệ thống truyền tin, cần phải xác định một số các yếu tố liên quan đến phẩm chất hoạt động của nó.

Để truyền tin hiệu quả các chủ đề phải hiểu được thông điệp. Nơi thu nhận thông điệp phải có khả năng dịch thông điệp một cách chính xác. Điều này là hiển nhiên bởi vì trong giao tiếp hàng ngày nếu chúng ta dùng một từ mà người ta không thể hiểu thì hiệu quả thông tin không đạt yêu cầu. Tương tự, nếu máy tính mong muốn thông tin đến với tốc độ chỉ định và ở một dạng mã nào đó nhưng thông tin lại đến với tốc độ khác và với dạng mã khác thì dĩ nhiên không thể đạt được hiệu quả truyền.

Các đặc trưng toàn cục của một hệ thống truyền được xác định và bị giới hạn bởi các thuộc tính riêng của nguồn tin, của môi trường truyền và đích thu. Nhìn chung, dạng thông tin cần truyền quyết định kiểu nguồn tin, môi trường và đích thu.

Trong một hệ thống truyền, hiện tượng nhiễu có thể xảy ra trong tiến trình truyền và thông điệp có thể bị ngắt quãng. Bất kỳ sự xâm nhập không mong muốn nào vào tín hiệu đều bị gọi là nhiễu. Có nhiều nguồn nhiễu và nhiều dạng nhiễu khác nhau.

Hiểu biết được các nguyên tắc căn bản về truyền tin sẽ giúp chúng ta dễ dàng tiếp cận một lĩnh vực đặc biệt hấp dẫn đó là thông tin số liệu. Thông tin số liệu liên quan đến một tổ hợp nguồn tin, môi trường và máy thu trong các kiểu mạng truyền số liệu khác nhau.

## **1.2. Các dạng thông tin và xử lý thông tin**

Tất cả những gì mà con người muốn trao đổi với nhau được hiểu là thông tin những thông tin nguyên thủy này được gia công chế biến để truyền đi trong không gian được hiểu là tín hiệu. Tùy theo việc sử dụng đường truyền, tín hiệu có thể tạm chia tín hiệu thành hai dạng: tín hiệu điện-từ và tín hiệu không phải điện từ. Việc gia công tín hiệu cho phù hợp với mục đích và phù hợp với đường truyền vật lý được gọi là xử lý tín hiệu.

Ngày nay với sự phát triển của công nghệ tin học đã tạo ra một công nghệ mới về truyền số liệu. Máy tính với những tính năng vô cùng to lớn đã trở thành hạt nhân trong việc xử lý thông tin, điều khiển các quá trình truy nhập số liệu, máy tính và các hệ thống thông tin tạo thành một hệ thống truyền số liệu.

Có 2 nguồn thông tin đó là thông tin tương tự và thông tin số. Trong đó 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, còn 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 với thời gian như tín hiệu số liệu.

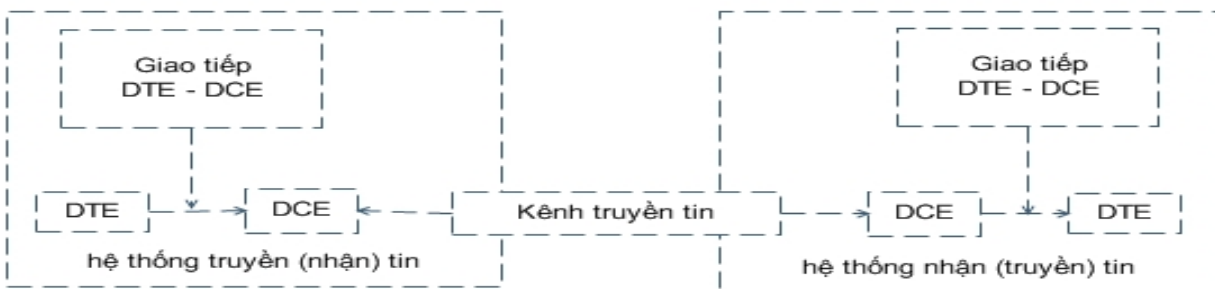
Thông tin số có nhiều ưu điểm hơn so với thông tin tương tự như: thông tin số có nhiều khả năng chống nhiễu tốt hơn vì nó có các bộ lặt để tái tạo lại tín hiệu, cung

cấp chất lượng truyền dẫn tốt hơn với các khoảng cách, nó kết hợp được mọi nguồn dịch vụ hiện đang có, nó tạo ra được một tổ hợp truyền dẫn số với tổng đài số. Những phần tử bán dẫn dùng trong truyền dẫn số là những mạch tổ hợp nó được sản xuất hàng loạt, và mạng liên tục trở thành mạng thông minh vì dễ chuyển đổi tốc độ cho các loại dịch vụ khác nhau thay đổi thủ tục, xử lý tín hiệu số (DSP) chuyển đổi phương tiện truyền dẫn.

Hệ thống thông tin số cho phép thông tin điều khiển được cài đặt vào và tách dòng thông tin thực hiện một cách độc lập với bản chất của phương tiện truyền tin ( cáp đồng trục, cáp sợi quang, vi ba, vệ tinh,..). Vì vậy thiết bị báo hiệu có thể thiết kế riêng biệt với hệ thống truyền dẫn. Chức năng điều khiển có thể thay đổi mà không phụ thuộc vào hệ thống truyền dẫn, ngược lại hệ thống có thể nâng cấp không ảnh hưởng tới các chức năng điều khiển ở cả 2 đầu của đường truyền.

### 1.3. Khái quát mạng truyền số liệu

Ngày nay với sự phát triển của kỹ thuật và công nghệ đã tạo ra một bước tiến dài trong lĩnh vực truyền số liệu. Sự kết hợp giữa phần cứng, các giao thức truyền thông các thuật toán đã tạo ra các hệ thống truyền số liệu hiện đại, những kỹ thuật cơ sở vẫn được dùng nhưng chúng được xử lý tinh vi hơn. Về cơ bản một hệ thống truyền số liệu hiện đại mô tả như hình 1.2



Hình 1.2 Mô hình mạng truyền số liệu hiện đại

a).DTE (Data terminal Equipment – thiết bị đầu cuối dữ liệu)

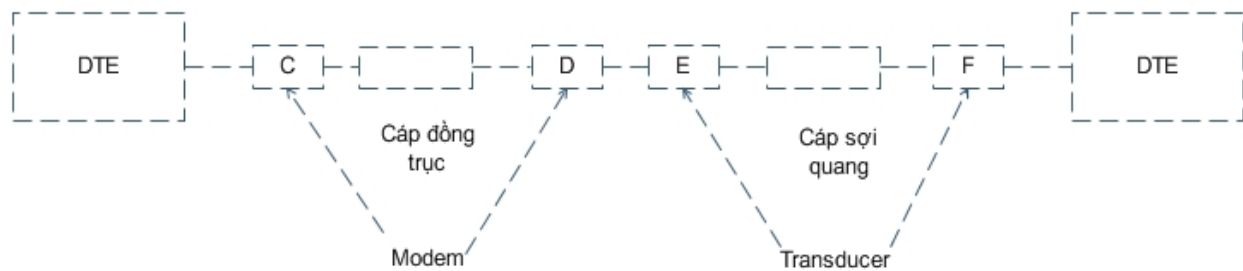
Đây là thiết bị lưu trữ và xử lý thông tin. Trong hệ thống truyền số liệu hiện đại thì DTE thường là máy tính hoặc máy fax hoặc là trạm đầu cuối (terminal). Như vậy tất cả các ứng dụng của người sử dụng (chương trình, dữ liệu) đều nằm trong DTE. Chức năng của DTE thường lưu trữ các phần mềm ứng dụng, đóng gói dữ liệu rồi gửi ra DCE hoặc nhận gói dữ liệu từ DCE theo một giao thức (protocol) xác định DTE trao đổi với DCE thông qua một chuẩn giao tiếp nào đó. Như vậy mạng truyền số liệu chính là để nối các DTE lại cho phép chúng ta phân chia tài nguyên, trao đổi dữ liệu và lưu trữ thông tin dùng chung.

b).DCE (Data Circuit terminal Equipment – thiết bị cuối kênh dữ liệu)

Đây là thuật ngữ dùng để chỉ các thiết bị dùng để nối các DTE với các đường (mạng) truyền thông nó có thể là modem, multiplexer, card mạng.... hoặc một thiết bị số nào đó như một máy tính nào đó là một nút mạng và DTE được nối với mạng qua nút mạng đó. DCE có thể được cài đặt bên trong DTE hoặc đứng riêng như một thiết bị độc lập. Trong thiết bị DCE thường có các phần mềm được ghi vào bộ nhớ ROM phần mềm và phần cứng kết hợp với nhau để thực hiện nhiệm vụ của nó vẫn là chuyển đổi tín hiệu biểu diễn dữ liệu của người dùng thành dạng chấp nhận được bởi đường truyền. Giữa 2 thiết bị DTE việc trao đổi dữ liệu phải tuân thủ theo chuẩn, dữ liệu phải gửi theo một format xác định. Thí dụ như chuẩn trao đổi dữ liệu tầng 2 của mô hình 7 lớp là HDLC (High level Data link control). Trong máy Fax thì giao tiếp giữa DTE và DCE đã thiết kế và được tích hợp vào trong một thiết bị, phần mềm điều khiển được cài đặt trong ROM.

### c). Kênh truyền tin

Kênh truyền tin là môi trường mà trên đó 2 thiết bị DTE trao đổi dữ liệu với nhau trong phiên làm việc



Hình 1.3 Kênh thông tin

Trong môi trường thực này 2 hệ thống được nối với nhau bằng một đoạn cáp đồng trục và một đoạn cáp sợi quang, modem C để chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu tương tự để truyền trong cáp đồng trục modem D lại chuyển tín hiệu đó thành tín hiệu số và qua Transducer để chuyển đổi từ tín hiệu điện sang tín hiệu quang để truyền trên cáp sợi quang cuối cùng Transducer F lại chuyển tín hiệu quang thành tín hiệu điện để tới DTE.

## 1.4. Mạng truyền số liệu

Mạng truyền số liệu bao gồm hai hay nhiều hệ thống truyền (nhận) tin như hình 1.2 được ghép nối với nhau theo nhiều hình thức như phân cấp hoặc phân chia thành các trung tâm xử lý trao đổi tin với các chức năng riêng....

Mạng truyền số liệu là một hệ thống nhằm nối các máy tính lại với nhau, sự thông tin giữa chúng được thực hiện bởi các giao thức đã được chuẩn hóa, có nghĩa các

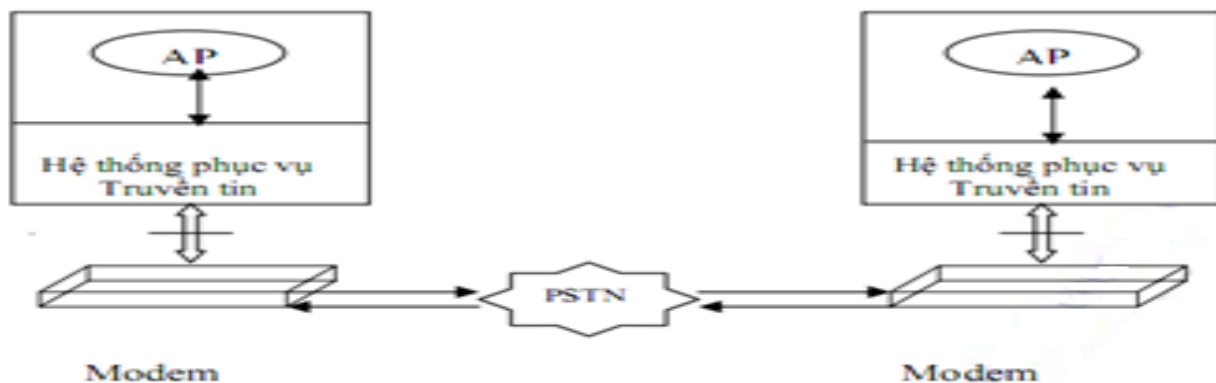
phần mềm trong các máy tính khác nhau có thể cùng nhau giải quyết một công việc hoặc trao đổi thông tin với nhau.

Các ứng dụng tin học ngày càng rộng rãi do đó đã đẩy các hướng ứng dụng mạng xử lý số liệu, mạng đầu cuối có thể có cấu trúc tuyến tính cấu trúc vòng cấu trúc hình sao... Cấu trúc mạng phải có khả năng tiếp nhận các đặc thù khác nhau của các đơn vị tức là mạng phải có tính đa năng, tính tương thích.

Mạng số liệu được thiết kế nhằm mục đích có thể nối nhiều thiết bị đầu cuối với nhau. Để truyền số liệu ta có thể dùng mạng điện thoại hoặc dùng đường truyền riêng có tốc độ cao. Dịch vụ truyền số liệu trên kênh thoại là một trong các dịch vụ đầu tiên của việc truyền số liệu. Trên mạng này có thể có nhiều máy tính cùng chủng loại hoặc khác loại được ghép nối lại với nhau, khi đó cần giải quyết những vấn đề phân chia tài nguyên. Để các máy tính ở các đầu cuối có thể làm việc được với nhau cần phải có cùng một giao thức (protocol) nhất định.

Dạng thức của phương tiện truyền số liệu được quy định bởi bản chất tự nhiên của ứng dụng, bởi số lượng máy tính liên quan và khoảng cách vật lý giữa chúng. Các dạng của truyền số liệu trên các dạng sau:

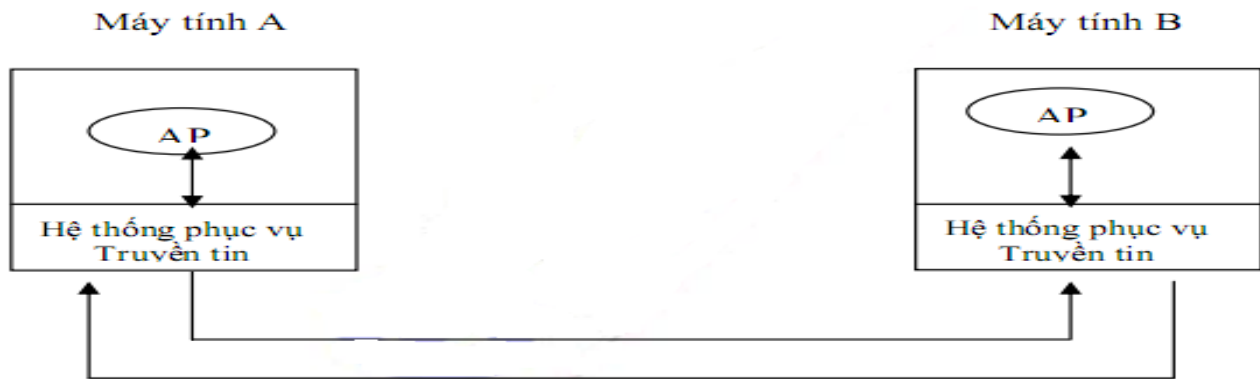
a). Nếu chỉ có hai máy tính và cả 2 đều đặt ở một văn phòng, thì phương tiện truyền số liệu có thể chỉ gồm một liên kết điểm nối đơn giản. Tuy nhiên, nếu chúng tọa lạc ở những vị trí khác nhau trong một thành phố hay một quốc gia thì phải cần đến các phương tiện truyền tải công cộng... Mạng điện thoại công cộng được dùng nhiều nhất, trong trường hợp này sẽ cần đến bộ thích nghi gọi là Modem. Sắp xếp truyền theo dạng này được trình bày trên hình 1.4



Hình 1.4 Truyền số liệu nối qua mạng điện thoại công cộng dùng modem

b) Khi cần nhiều máy tính trong một ứng dụng, một mạng chuyển mạch sẽ được dùng cho phép tất cả các máy tính có thể liên lạc với nhau vào bất cứ thời điểm nào. Nếu tất cả các máy tính đều nằm trong một tòa nhà, có thể xây dựng một mạng riêng. Một mạng như vậy được xem như mạng cục bộ LAN (local Area Network). Nhiều chuẩn mạng LAN và các thiết bị liên kết đã được tạo ra cho các

ứng dụng thực tế. Hai hệ thống mạng Lan cơ bản được trình bày trên hình 1.5. Khi máy tính được đặt ở nhiều nơi cách xa nhau cần liên lạc với nhau, phải dùng đến các phương tiện công cộng. Việc liên kết máy tính này tạo nên một mạng rộng lớn, được gọi là mạng diện rộng WAN (Wire Area Network). Kiểu mạng WAN được dùng phụ thuộc vào ứng dụng tự nhiên.



Hình 1.5 Hệ thống mạng LAN cơ bản (liên kết LAN qua đường backbone trong một văn phòng)

Ví dụ nếu tất cả các máy tính đều thuộc về một công ty và có yêu cầu truyền một số lượng dữ liệu quan trọng giữa các điểm, thì giải pháp đơn giản nhất cho vấn đề là thuê các đường truyền từ nhà cung cấp phương tiện truyền dẫn và xây dựng hệ thống chuyển mạch riêng tại một điểm để tạo thành mạng tư nhân.

Các giải pháp thuê kênh chỉ hiệu quả đối với các công ty lớn vì có tải hữu ích để cân đối với giá thuê kênh. Trong hầu hết các trường hợp khác đều cần đến các mạng truyền dẫn công cộng. Bên cạnh việc cung cấp dịch vụ điện thoại công cộng, ngày nay hầu hết các nhà cung cấp dịch vụ truyền dẫn đều cung cấp một dịch vụ chuyển mạch số liệu mang tính cộng cộng. Thắt ra các mạng này tương tự như mạng PSTN là được liên kết quốc tế, chỉ khác ở chỗ được thiết kế chuyên cho truyền số liệu. Như vậy các ứng dụng liên quan đến máy tính được phục vụ bởi mạng số liệu chuyển mạch công cộng PSDN. Ngoài ra còn có thể chuyển đổi các mạng PSTN có sẵn sao cho có thể truyền được số liệu mà không cần dùng modem. Các mạng này hoạt động trong chế độ số (digital) hoàn toàn được gọi là mạng số liên kết đã dịch vụ ISDN.

#### 1.4.1. Phân loại mạng truyền số liệu

Mạng truyền số liệu đa dạng về chủng loại cũng như về số lượng, có nhiều cách phân chia mạng số liệu

a). Phân loại theo địa lý

Mạng nội bộ

- Mạng diện rộng
- Mạng toàn cầu
- b).Phân loại theo tính chất sử dụng
  - Mạng truyền số liệu ký sinh
  - Mạng truyền số liệu chuyên dụng.
- c).Phân loại theo topo mạng
  - Mạng tuyến tính
  - Mạng hình sao
  - Mạng vòng
- d).Phân loại theo kỹ thuật
  - Mạng chuyên mạch kênh
  - Mạng chuyên mạch gói
  - Mạng chuyên mạch thông báo

## **1.5. Sự chuẩn hoá và mô hình tham chiếu OSI**

### **1.5.1. Kiến trúc phân tầng**

Để giảm độ phức tạp khi thiết kế và cài đặt mạng, mạng số liệu được thiết kế theo quan điểm kiến trúc 7 tầng nguyên tắc là: mỗi hệ thống trong một mạng đều có số lượng tầng là 7 chức năng của mỗi tầng là như nhau, xác định giao diện giữa 2 tầng kề nhau và giao thức giữa 2 tầng đồng mức của 2 hệ thống kết nối với nhau.

Trên thực tế dữ liệu không được truyền trực tiếp từ tầng thứ *i* của hệ thống này sang tầng thứ *i* của hệ thống kia ( trừ tầng thấp nhất trực tiếp sử dụng đường truyền vật lý). Từ hệ thống gửi truyền sang hệ thống nhận theo quy trình như sau:

Dữ liệu từ tầng thứ *i* của hệ thống gửi sẽ đi từ tầng trên xuống tầng dưới và tiếp tục đến tầng dưới cùng – tầng vật lý qua đường truyền vật lý chuyển đến hệ thống nhận và dữ liệu sẽ đi ngược lên các tầng trên đến tầng đồng mức thứ *i*. Như vậy 2 hệ thống kết nối với nhau chỉ cần có tầng vật lý mới có kết nối vật lý còn các tầng khác chỉ có kết nối logic.

### **1.5.2. Mô hình tham chiếu**

Mô hình OSI được hình thành vào năm 1974 bởi hội đồng các tiêu chuẩn được biết như tổ chức các tiêu chuẩn quốc tế (ISO).Mô hình này, như là mô hình liên kết các hệ thống mở, hoặc mô hình OSI, phân chia hệ thống thông tin thành 7 lớp.Mỗi lớp thực hiện một chức năng riêng biệt như một phần công việc để cho phép các chương trình ứng dụng trên các hệ thống khác liên lạc, nếu như chúng đang hoạt động trên cùng một hệ thống.

Mô hình OSI là một mô hình kiến trúc cơ bản.Mô hình không dành riêng cho phần mềm hoặc phần cứng nào.OSI miêu tả các chức năng của mỗi lớp nhưng không cung cấp phần mềm hoặc thiết kế phần cứng để phục vụ cho mô hình



này. Mục đích sau cùng của mô hình là cho khả năng hoạt động tương lai của nhiều thiết bị viễn thông.

Một thiết bị truyền thông có thể được thiết kế dựa trên mô hình này. Thông qua việc đề cập nhiều lần bởi các qui định của LAN, có một số dữ liệu và thông tin thoạt được thiết kế theo mô hình OSI dưới đây:

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Datalink
Physical

Hình 1.6 Mô hình mạng OSI

Physical layer: lớp này định nghĩa các phương pháp sử dụng để truyền và thu dữ liệu trên mạng, nó bao gồm: cáp, các thiết bị được sử dụng để kết nối bộ giao tiếp mạng của trạm tới cáp. Tín hiệu liên quan tới dữ liệu truyền/thu và khả năng xác định các lỗi dữ liệu trên phương tiện mạng (the cable plant).

Datalink layer: lớp này đồng bộ hoá truyền dẫn và tận dụng điều khiển lỗi vào mức khung và phục hồi thông tin có thể truyền trên lớp vật lý. Khuôn dạng khung và CRC (kiểm tra vòng) được thực hiện tại các lớp vật lý. Lớp này thực hiện các phương pháp truy cập như Ethernet và Token Ring. Nó luôn cung cấp địa chỉ lớp vật lý cho khung truyền.

Network layer: lớp này cung cấp cho truyền dẫn end to end của dữ liệu ( trạm nguồn tới trạm đích). Nó cho phép dữ liệu được truyền một cách đáng tin cậy, và đảm bảo rằng dữ liệu được truyền hoặc được thu không có lỗi, chính xác theo trật tự.

Session layer: lớp này thiết lập, duy trì và cắt đứt liên kết giữa hai trạm trên một mạng. Lớp này chịu trách nhiệm biên dịch địa chỉ tên trạm.

Presentation layer: lớp này thực hiện chuyển đổi cú pháp dữ liệu để đáp ứng yêu cầu truyền dữ liệu của các ứng dụng qua môi trường OSI.

Application layer: lớp này được sử dụng cho các ứng dụng, đó là yếu tố để thực hiện trên mạng. Các ứng dụng như truyền file, thư điện tử...

Trên đây là những gì mà mô hình OSI đã thực hiện. Ngay sau khi mô hình OSI này ra đời thì nó được dùng làm cơ sở để nối các hệ thống mở phục vụ cho các ứng dụng phân tán. Từ “mở” ở đây nói lên khả năng hai hệ thống có thể kết nối để trao đổi thông tin với nhau, nếu chúng tuân thủ theo mô hình tham chiếu và các chuẩn liên quan.

Điều quan trọng nhất của mô hình OSI là đưa ra các giải pháp cho vấn đề truyền thông giữa các trạm không giống nhau. Hai hệ thống dù khác nhau như thế nào đều có thể truyền thông với nhau nếu chúng đảm bảo những điều kiện sau:

Chúng cài đặt cùng một tập các chức năng truyền thông.

Các chức năng đó được tổ chức thành một tập các tầng đồng mức phải cung cấp các chức năng như nhau.

Các tầng đồng mức phải sử dụng một giao thức chung.

Để đảm bảo các điều kiện trên cần phải có các chuẩn. Các chuẩn phải xác định các chức năng và dịch vụ của tầng. Các chuẩn cũng phải xác định các giao thức giữa các tầng đồng mức. Mô hình OSI 7 lớp chính là cơ sở để xây dựng các chuẩn đó.

### **1.5.3. Phương thức hoạt động**

Ở mỗi tầng trong mô hình OSI có 2 phương thức hoạt động: phương thức có liên kết và phương thức không liên kết.

Với phương thức có liên kết trước khi truyền dữ liệu cần thiết lập một liên kết logic giữa các thực thể đồng mức. Như vậy quá trình truyền thông gồm 3 giai đoạn:

Thiết lập liên kết logic: 2 thực thể đồng mức ở 2 hệ thống sẽ thương lượng với nhau về các thông số sẽ sử dụng trong giai đoạn sau.

Truyền dữ liệu: Dữ liệu sẽ được truyền với cơ chế kiểm soát và quản lý kèm theo (như kiểm soát lỗi, kiểm soát luồng, cắt/hợp dữ liệu)

Hủy bỏ liên kết: giải phóng các tài nguyên hệ thống đã được cấp phát cho liên kết để dùng cho các liên kết khác.

Mỗi giai đoạn trên thường được thể hiện bằng một hàm tương ứng. Thí dụ hàm connect thể hiện giai đoạn thiết lập liên kết, hàm data thể hiện giai đoạn truyền dữ liệu và hàm Disconnect thể hiện giai đoạn hủy bỏ liên kết. cùng với 4 hàm nguyên thủy trên cho mỗi giai đoạn ta sẽ có 12 thủ tục chính để xây dựng các dịch vụ và các giao thức chuẩn theo kiểu OSI.

Còn đối với phương thức không liên kết thì không cần thiết lập liên kết logic và mỗi đơn vị dữ liệu được truyền độc lập với các đơn vị dữ liệu trước hoặc sau nó. Phương thức này chỉ có duy nhất một giai đoạn truyền dữ liệu.

So sánh 2 phương thức hoạt động trên thì phương thức có liên kết cho phép truyền dữ liệu tin cậy, do được kiểm soát và quản lý chặt chẽ theo từng liên kết logic, nhưng cài đặt khó khăn. Phương thức không liên kết cho phép các PDU có thể được truyền đi theo nhiều đường khác nhau để tới đích, thích nghi được với sự thay đổi trạng thái của mạng, nhưng lại gặp phải khó khăn khi tập hợp lại các PDU để chuyển tới người dùng. Về nguyên tắc 2 tầng lân cận không nhất thiết phải dùng chung một phương thức hoạt động.

## **Chương 2: Giao tiếp vật lý và môi trường truyền dữ liệu**

## 2.1. Các loại tín hiệu

Khi hai đầu cuối kết nối với nhau bằng tốc độ vừa phải có thể truyền dữ liệu bằng các dây đôi không xoắn và các mạch giao tiếp đơn giản. Các mạch giao tiếp này thay đổi các mức tín hiệu được dùng bên trong thiết bị thành mức tín hiệu tương thích với cáp nối. Tuy nhiên khi sự khác biệt giữa các đầu cuối và tốc độ bit gia tăng cần phải dùng các kỹ thuật và mạch phức tạp hơn. Hơn nữa nếu các đầu cuối nằm ở cách xa nhau trên phạm vi quốc gia hay quốc tế và không có các dịch vụ truyền số liệu công cộng, thì chỉ có cách dùng các đường truyền được cung cấp bởi các nhà khai thác dịch vụ điện thoại và các dịch vụ viễn thông khác. Khi dùng môi trường này cần phải chuyển đổi các tín hiệu từ các DTE thành dạng tín hiệu analog mang các thông điệp đàm thoại. Tương tự khi nhận cũng cần chuyển đổi trở về dạng tín hiệu phù hợp với dạng tín hiệu được dùng bởi DTE đích.

### 2.1.1. Các tín hiệu truyền trên cáp đồng trục

Có hai chế độ:

- + Chế độ băng cơ bản: trong tất cả băng thông sẵn có được dùng để tiếp nhận một kênh tốc độ cao (10Mbps hay cao hơn).
- + Chế độ băng rộng: trong đó băng thông sẵn có được chia thành một số các kênh có tốc độ nhỏ hơn trên một cáp.

#### 2.1.1.1. Chế độ băng cơ bản

Trong chế độ này cáp được điều khiển bởi một nguồn điện áp tại một đầu. Nhờ hình dạng của cáp nên hạn chế được can nhiễu từ ngoài, phù hợp với truyền số liệu tốc độ cao lên đến 10Mbps qua khoảng cách vài trăm mét.

#### 2.1.1.2. Chế độ băng rộng

Dùng chế độ này, các kênh truyền được thực hiện trên một cáp nhờ kỹ thuật ghép kênh phân tần FDM (frequency Division multiplexing). FDM yêu cầu một modem RF (radio frequency) giữa mỗi thiết bị và cáp. Dùng thuật ngữ RF vì mỗi kênh dùng tần số thuộc phổ tần RF. Sóng mang truyền được điều chế bằng dữ liệu truyền và sóng thu được giải điều chế để suy ra số liệu.

### 2.1.2. Các tín hiệu cáp quang

Có một số dạng mã hóa tín hiệu quang. Một dựa trên lược đồ mã hóa lưỡng cực. Loại này tạo ra đầu ra quang 3 mức, phù hợp với hoạt động của cáp từ DC đến 50 Mbps. 3 mức năng lượng quang là: zero, một nửa mức tối đa và mức tối đa. Module truyền thực hiện từ các mức điện áp nhị phân bên trong sang tín hiệu quang 3 mức đặt lên cáp nhờ các bộ nối đặc biệt và một LED tốc độ cao.

Tại bộ thu, cáp được kết nối với một bộ nối đặc biệt đi đến diode thu quang tốc độ cao đặt trong một module thu đặc biệt. Module này chứa các mạch điện tử cần cho việc chuyển đổi tín hiệu tạo ra bởi diode quang tỷ lệ với mức ánh sáng thành các mức điện áp bên trong tương ứng với bit 1 và 0.

### 2.1.3. Tín hiệu vệ tinh và Radio

Kênh truyền trong các hệ thống vệ tinh và radio được tạo ra nhờ ghép kênh phân chia tần số (FDM frequency division multiplexing). Bên cạnh đó dung lượng sẵn có của mỗi kênh còn được chia nhỏ hơn nhờ kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian đồng bộ (TDM: time division multiplexing).

Có một số phương pháp điều khiển truy xuất khác được dùng để điều khiển truy xuất vào phần dung lượng có sẵn.

- + Truy xuất ngẫu nhiên: tất cả các trạm tranh chấp kênh truyền theo ngẫu nhiên (không có điều khiển).

- + Gán cố định: cả khe thời gian cũng như tần số được gán trước cho mỗi trạm.

- + Gán theo yêu cầu: khi một trạm muốn truyền số liệu, trước hết nó yêu cầu dung lượng kênh từ trung tâm, trung tâm có chức năng phân phối dung lượng truyền cho các trạm yêu cầu.

Truy xuất ngẫu nhiên là phương pháp truy xuất cổ điển nhất và được dùng lần đầu tiên để điều khiển truy xuất một kênh vệ tinh dùng chung (chia sẻ). Nó chỉ dùng với các ứng dụng trong đó dạng thứ nhất là toàn bộ tải được cung cấp chỉ là phần nhỏ của dung lượng kênh có sẵn và dạng thứ hai là tất cả các hoạt động truyền phân bố ngẫu nhiên.

Với phương pháp gán cố định, cả khe thời gian và kênh tần số được gán trước cho mỗi trạm. Nhìn chung việc gán trước các kênh tần số dễ hơn gán khe thời gian. Ví dụ: trong các ứng dụng vệ tinh dựa vào hub trung tâm một kênh tần số cố định được gán cho mỗi VSAT và sau đó trung tâm phát quảng bá (broadcast) lên các kênh tần số được gán trước khác. Nhìn chung vì chỉ có một kênh từ hub đến VSAT, nên băng tần của kênh này rộng hơn so với kênh được dùng cho hoạt động truyền từ VSAT đến hub. Thông thường tốc độ bit là 64kbps cho mỗi kênh VSAT đến hub và đến 2Mbps cho kênh broadcast từ hub đến VSAT. Lược đồ điều khiển truy xuất này được gọi là đa truy xuất phân tần được gán trước (preassigned frequency-division multiple access hay preassigned FDMA).

Chúng ta có thể đạt được hiệu suất kênh tốt hơn bằng cách dùng phương pháp điều khiển truy xuất gán theo yêu cầu. Lược đồ này cung cấp một số khe thời gian theo yêu cầu-gọi tắt là khe thời gian theo yêu cầu (request time slot), trong đó VSAT và các trạm di động có thể gửi yêu cầu đến hub hay trạm cơ bản (base station) để lấy một hay nhiều khe thời gian thông điệp (message time slot). Nếu có sẵn các điểm trung tâm sẽ gán các khe thời gian thông điệp đặc biệt cho hoạt động

truyền đó và thông báo với trạm yêu cầu bằng khe thời gian báo nhận (acknowledgment time slot). Loại đồ này được gọi là đa truy xuất phân thời được gán theo yêu cầu (demand-assigned time division multiple access hay demand-assigned TDMA).

Ngoài ra còn một số tín hiệu nữa như là: tín hiệu dùng theo chuẩn V2.8, tín hiệu dòng 20mA và tín hiệu dùng theo chuẩn RS-422A/V.11...

## **2.2. Sự suy giảm và biến dạng tín hiệu**

Ảnh hưởng của suy giảm và biến dạng nói chung có thể làm thoái hóa một tín hiệu trong quá trình truyền.

### **2.2.1. Sự suy giảm**

Khi một tín hiệu lan truyền dọc dây dẫn vì lý do nào đó biên độ của nó giảm xuống được gọi là sự suy giảm tín hiệu. Thông thường mức độ suy giảm cho phép được quy định trên chiều dài cáp dẫn để đảm bảo rằng hệ thống nhận có thể phát hiện và dịch được tín hiệu ở máy thu. Nếu trường hợp cáp quá dài thì có một hay nhiều bộ khuếch đại (hay còn gọi là repeater) được chèn vào từng khoảng dọc theo cáp nhằm tiếp nhận và tái sinh tín hiệu.

Sự suy giảm tín hiệu gia tăng theo một hàm của tần số trong khi đó tín hiệu lại bao gồm một dải tần vì vậy tín hiệu sẽ biến dạng do các thành phần suy giảm không bằng nhau. Để khắc phục vấn đề này, các bộ khuếch đại được thiết kế sao cho khuếch đại các tín hiệu có tần số khác nhau với hệ số khuếch đại khác nhau. Ngoài ra còn có thiết bị cân chỉnh gọi là equalizer được dùng để cân bằng sự suy giảm xuyên qua một băng tần được xác định.

### **2.2.2. Băng thông bị giới hạn**

Bất kỳ một kênh hay đường truyền nào: cáp xoắn, cáp đồng trục, radio,... đều có một băng thông xác định liên hệ với nó, băng thông chỉ ra các thành phần tần số nào của tín hiệu sẽ được truyền qua kênh mà không bị suy giảm. Do đó khi truyền dữ liệu qua một kênh cần phải đánh giá ảnh hưởng của băng thông của kênh đối với tín hiệu số được truyền.

Thông thường phải dùng phương pháp toán học để đánh giá, công cụ thường được dùng nhất là phương pháp phân tích *Fourier*. Phân tích Fourier cho rằng bất kỳ tín hiệu tuần hoàn nào đều được hình thành từ một dãy xác định các thành phần tần số riêng biệt. Chu kỳ của tín hiệu xác định thành phần tần số cơ bản. Các thành phần tần số khác có tần số là bội số của tần số cơ bản gọi là các hài bậc cao của tần số cơ bản.

Vì các kênh thông tin có băng thông bị giới hạn nên khi tín hiệu nhị phân truyền qua kênh, chỉ những thành phần tần số trong dải thông sẽ được nhận bởi máy thu.

### 2.2.3. Sự biến dạng do trễ pha

Tốc độ lan truyền của tín hiệu thuần nhất dọc theo một đường truyền thay đổi tùy tần số. Do đó khi truyền một tín hiệu số, các thành phần tần số khác nhau tạo nên nó sẽ đến máy thu với độ trễ pha khác nhau, dẫn đến biến dạng do trễ của tín hiệu tại máy thu. Sự biến dạng sẽ gia tăng khi tốc độ bit tăng. Biến dạng trễ làm thay đổi thời khắc của tín hiệu gây khó khăn trong việc lấy mẫu tín hiệu.

### 2.2.4. Sự can nhiễu (tạp âm)

Khi không có tín hiệu một đường truyền dẫn hay kênh truyền được xem là lý tưởng nếu mức điện thế trên đó là zero. Trong thực tế có những tác động ngẫu nhiên làm cho tín hiệu trên đường truyền vẫn khác zero, cho dù không có tín hiệu số nào được truyền trên đó. Mức tín hiệu này được gọi là mức nhiễu đường dây. Khi một tín hiệu suy giảm thì biên độ của nó giảm đến mức nhiễu đường (line noise). Tỉ số năng lượng trung bình của một tín hiệu thu được S so với năng lượng của mức nhiễu đường dây n được gọi là tỉ số tín hiệu trên nhiễu SNR (signal to noise ratio), đây là tham số quan trọng liên quan đến đường truyền thông thường SNR được biểu diễn qua đơn vị decibel (dB).

$$\text{SNR} = 10 \log_{10}(S/N) \text{ (dB)}$$

Rõ ràng nếu tỉ số SNR càng cao thì chất lượng tín hiệu thu càng cao. Ngược lại nếu SNR thấp có nghĩa là chất lượng tín hiệu thu thấp

## 2.3. Môi trường truyền dẫn

### 2.3.1. Môi trường truyền dẫn có dây

#### 2.3.1.1. Các đường truyền 2 dây không xoắn

Một đường 2 dây không xoắn là môi trường truyền dẫn đơn giản nhất. Mỗi dây cách ly với dây kia và cả 2 xuyên tự do (không xoắn nhau qua môi trường không khí). Loại dây này thích hợp cho kết nối 2 thiết bị cách xa nhau đến 50m dùng tốc độ bit nhỏ hơn 19,2kbps. Tín hiệu thường là mức điện thế hay cường độ dòng điện vào tham chiếu điện thế đất (ground, không cân bằng) đặt lên một dây trong khi điện thế đất đặt vào dây kia.

Mặc dù một đường 2 dây có thể được dùng để nối 2 máy tính một cách trực tiếp, nhưng thường dùng nhất là cho kết nối một DTE đến một thiết bị kết nối như vậy thường dùng dây đa đường cách tổ chức thông thường là cách ly riêng một dây cho mỗi tín hiệu và một dây nối đất (ground). Bộ dây hoàn chỉnh được bọc trong một cáp nhiều lõi được bảo vệ hay dưới dạng một hộp. Với loại dây này cần phải cẩn thận tránh can nhiễu giữa các tín hiệu điện trong các dây dẫn kề nhau trong cùng một cáp. Hiện tượng này gọi là nhiễu xuyên âm. Ngoài ra cấu trúc không xoắn

khiến chúng rất dễ bị xâm nhập bởi các tín hiệu nhiễu bắt nguồn từ các nguồn tín hiệu khác do bức xạ điện từ, trở ngại chính đối với các tín hiệu truyền trên loại dây này là chỉ một dây có thể bị can nhiễu, ví dụ như dây tín hiệu tạo thêm mức sai lệch tín hiệu giữa 2 dây. Vì máy thu hoạt động trên cơ sở phân biệt mức chênh lệch điện thế giữa 2 dây, nên điều này dẫn đến đọc sai tín hiệu gốc. Các yếu tố ảnh hưởng này đồng thời tạo ra giới hạn về cự ly cũng như về tốc độ truyền.

### **2.3.1.2. Các đường dây xoắn đôi**

Chúng ta có thể loại bỏ các tín hiệu nhiễu bằng cách dùng cáp xoắn đôi, trong đó một cặp dây xoắn lại với nhau. Sự xấp xỉ các đường dây tham chiếu đất và dây tín hiệu có ý nghĩa khi bất kỳ tín hiệu nào thâm nhập thì sẽ vào cả hai dây ảnh hưởng của chúng sẽ giảm đi bởi sự triệt tiêu nhau. Hơn nữa nếu có nhiều cặp dây xoắn trong cùng một cáp thì sự xoắn của mỗi cặp trong cáp cũng làm giảm nhiễu xuyên âm.

Các đường xoắn đôi cùng với mạch phát và thu thích hợp lợi dụng các ưu thế có được từ các phương pháp hình học sẽ là đường truyền tốc độ xấp xỉ 1 Mbps qua cự ly ngắn (ngắn hơn 100m) và tốc độ thấp qua cự ly dài hơn. Các đường dây này gọi là cáp xoắn đôi không bảo vệ UTP (Unshielded Twisted Pair), được dùng rộng rãi trong mạng điện thoại và trong nhiều ứng dụng truyền số liệu. Đối với các cặp xoắn bảo vệ STP (Shielded Twisted Pair) có dùng thêm một lưới bảo vệ để giảm hơn nữa ảnh hưởng của tín hiệu xuyên nhiễu.

### **2.3.1.3. Cáp đồng trục**

Các yếu tố giới hạn chính đối với cáp xoắn là khả năng và hiện tượng được gọi là “hiệu ứng ngoài da”. Khi tốc độ bit truyền gia tăng dòng điện chạy trên đường dây có khuynh hướng chỉ chạy trên bề mặt của dây dẫn, do đó dùng rất ít phần dây có sẵn điều này làm tăng trở kháng của đường dây đối với cả tín hiệu có tần số cao, dẫn đến suy hao lớn đối với tín hiệu. Ngoài ra với tần số cao thì năng lượng tín hiệu bị tiêu hao nhiều do ảnh hưởng bức xạ. Chính vì vậy trong các ứng dụng yêu cầu tốc độ bit cao hơn 1 Mbps, chúng ta dùng các mạch thu phát phức tạp hơn.

Dây tín hiệu trung tâm được bảo vệ hiệu quả đối với các tín hiệu xuyên nhiễu từ ngoài nhờ lưới dây bao quanh bên ngoài, chỉ suy hao lượng tối thiểu do bức xạ điện từ và hiệu ứng ngoài da do có lớp dây dẫn bao quanh. Cáp đồng trục có thể dùng với một số loại tín hiệu khác nhau nhưng thông dụng nhất là dùng cho tốc độ 10 Mbps trên cự ly vài trăm mét, nếu dùng điều chế tốt thì có thể đạt được thông số cao hơn.

### **2.3.1.4. Cáp quang**

Mặc dù có nhiều cải tiến nhưng các loại dây cáp kim loại vẫn bị giới hạn về tốc độ truyền dẫn. Cáp quang khác xa với các loại cáp trước đây, cáp quang mang thông

tin dưới dạng các chùm dao động của ánh sáng trong sợi thủy tinh. Sóng ánh sáng có băng thông rộng hơn sóng điện từ, điều này cho phép cáp quang đạt được tốc độ truyền khá cao lên đến hàng trăm Mbps. Sóng ánh sáng cũng miễn dịch đối với các nhiễu điện từ và nhiễu xuyên âm. Cáp quang cũng cực kỳ hữu dụng trong việc các tín hiệu tốc độ thấp trong môi trường xuyên nhiễu nặng ví dụ như điện thế cao, chuyển mạch. Ngoài ra còn dùng các nơi có nhu cầu bảo mật, rất khó mắc xén rẽ (câu trộm về mặt vật lý).

Một cáp quang bao gồm một sợi thủy tinh cho mỗi tín hiệu được truyền được bọc bởi một lớp phủ bảo vệ ngăn ngừa bất kỳ một nguồn sáng nào từ bên ngoài tín hiệu ánh sáng phát ra bởi một bộ phát quang thiết bị này thực hiện chuyển đổi các tín hiệu điện thông thường từ một đầu cuối dữ liệu thành tín hiệu quang. Một bộ thu quang được dùng để chuyển ngược lại ( từ quang sang điện ) tại máy thu, thông thường bộ phát là diode phát quang hay laser thực hiện chuyển đổi tín hiệu điện thành tín hiệu quang. Các bộ thu dùng photodiode cảm quang hay photo transistor.

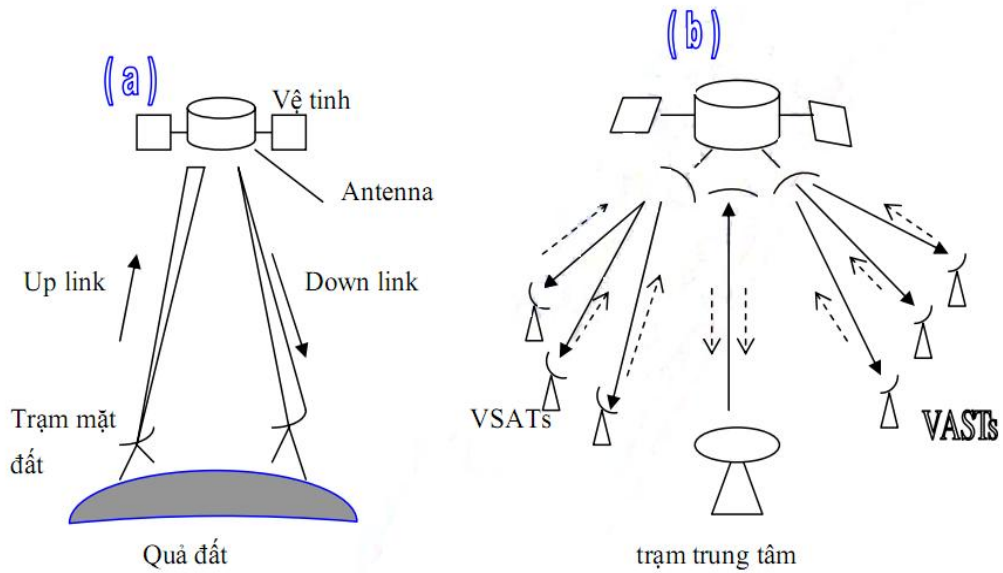
## **2.3.2. Môi trường truyền dẫn không dây**

### **2.3.2.1. Đường truyền vệ tinh**

Tất cả các môi trường truyền được thảo luận ở trên đều dùng một đường dây vật lý để mang thông tin truyền. Số liệu cũng có thể truyền bằng cách dùng sóng điện từ qua không gian tự do như các hệ thống thông tin vệ tinh. Một chùm sóng vi ba trực xạ trên đó mang số liệu đã được điều chế, được truyền đến vệ tinh từ trạm mặt đất. Trùm sóng này được thu và được truyền lại đến các đích xác định trước nhờ một mạch tích hợp thường được gọi là transponder. Một vệ tinh có nhiều transponder, mỗi transponder đảm trách một băng tần đặc biệt. Mỗi kênh vệ tinh thông thường đều có một băng thông cực cao (500 MHz) và có thể cung cấp hàng trăm liên kết tốc độ cao thông qua kỹ thuật ghép kênh. Các vệ tinh dùng cho mục đích liên lạc thường thuộc dạng địa tĩnh, có nghĩa là vệ tinh bay hết quỹ đạo quanh trái đất mỗi 24h nhằm đồng bộ với sự quay quanh mình của trái đất và do đó vị trí của vệ tinh là đứng yên so với mặt đất, quỹ đạo của vệ tinh được chọn sao cho đường truyền thẳng tới trạm thu phát mặt đất, mức độ chuẩn trực của chùm sóng truyền lại từ vệ tinh có thể không cao để tín hiệu có thể được tiếp nhận trên một vùng rộng lớn, hoặc có thể hội tụ tốt để chỉ thu được trên một vùng giới hạn. Trong trường hợp thứ hai tín hiệu có năng lượng lớn cho phép dùng các bộ thu có đường kính nhỏ hơn thường được gọi là chảo parabol, là các đầu cuối có độ mở rộng rất nhỏ hay VSAT (very small aperture terminal). Các vệ tinh được dùng rộng rãi trong các ứng dụng truyền số liệu từ liên kết các mạng máy tính của quốc gia khác nhau cho đến cung cấp các đường truyền tốc độ cao cho các liên kết truyền tin giữa các mạng trong cùng một quốc gia.



Một hệ thống thông tin vệ tinh thông thường được trình bày trên hình 2.1 chỉ trình bày một đường dẫn đơn hướng nhưng là



đường song công được sử dụng trong hầu hết các ứng dụng thực tế với các kênh đường lên (up link) và kênh đường xuống (down link) liên kết với mỗi trạm mặt đất trung tâm trạm này liên lạc với một số trạm VSAT phân bố trên phạm vi quốc gia. Dạng tiêu biểu có một máy tính nối đến mỗi trạm VSAT và có thể truyền số liệu với máy tính trung tâm được nối đến trạm trung tâm như hình 2.1 (b). Thông thường, điểm trung tâm truyền rộng rãi đến tất cả các VSAT trên một tần số nào đó, trong khi ở hướng ngược lại mỗi VSAT truyền đến trung tâm bằng tần số khác nhau.

Hình 2.1 Truyền dẫn vệ tinh: (a) điểm nối điểm (b) đa điểm

### 2.3.2.2. Đường truyền vi ba

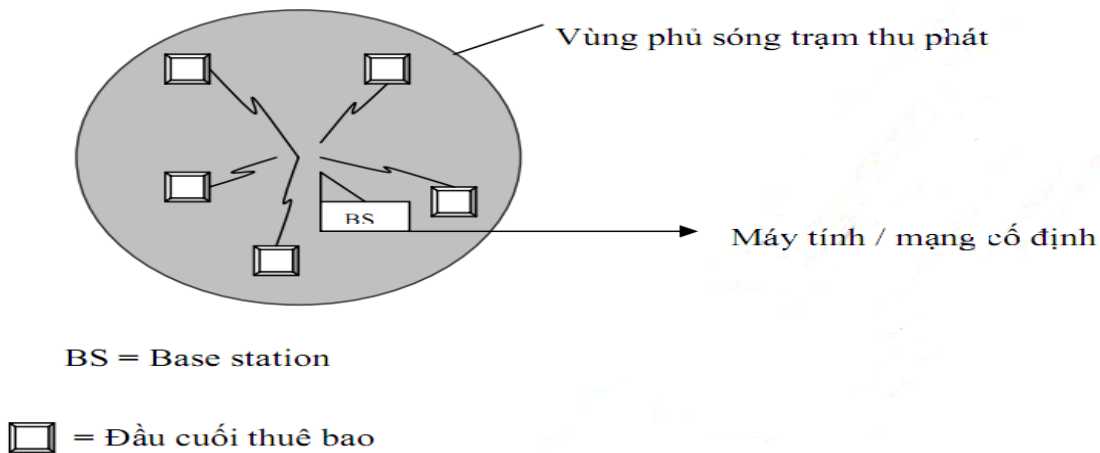
Các liên kết vi ba mặt đất được dùng rộng rãi để thực hiện các liên kết thông tin khi không thể hay quá đắt tiền để thực hiện một môi trường truyền vật lý, ví dụ khi vượt sông, sa mạc, đồi núi hiểm trở,..v.v. Khi chùm sóng vi ba trực xạ đi xuyên ngang môi trường khí quyển nó có thể bị nhiễu bởi nhiều yếu tố như địa hình và các điều kiện thời tiết bất lợi. Trong khi đối với một liên kết vệ tinh thì chùm sóng đi qua khoảng không gian tự do hơn nên ảnh hưởng của các yếu tố này ít hơn. Tuy nhiên, liên lạc vi ba trực xạ xuyên môi trường khí quyển có thể dùng một cách tin cậy cho cự ly truyền dài hơn 50 km.

### 2.3.2.3. Đường truyền vô tuyến tần số thấp

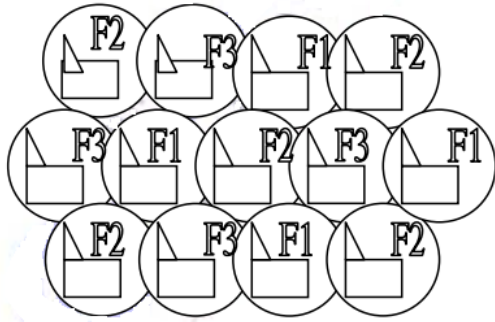
Sóng vô tuyến tần số thấp cũng được dùng để thay thế các liên kết hữu tuyến có cự ly vừa phải thông qua các bộ thu phát khu vực. Ví dụ kết nối một số lớn các

máy tính thu thập số liệu bố trí trong một vùng đến một tuyến giám sát số liệu từ xa, hay kết nối các máy tính trong một thành phố đến một máy cục bộ hay ở xa. Một trạm phát vô tuyến được gọi là trạm cơ sở (base station) được đặt tại điểm kết cuối hữu tuyến như trên hình 2.2 cung cấp một liên kết không dây giữa máy tính và trung tâm. Cần nhiều trạm cơ sở cho các ứng dụng trên yêu cầu phạm vi rộng và mật độ phân bố user cao. Phạm vi bao phủ của mỗi trạm cơ sở là giới hạn, do sự giới hạn nguồn phát của nó, nó chỉ đủ kênh để hỗ trợ cho toàn bộ tải trong phạm vi đó. Phạm vi rộng hơn có thể được thực hiện bằng cách tổ chức đa trạm theo cấu trúc tế bào (cell), xem hình 2.3. Trong thực tế kích thước của mỗi tế bào thay đổi và được xác định bởi các yếu tố như mật độ và địa hình cục bộ.

Mỗi trạm cơ sở dùng một dải tần số khác với trạm kế. Tuy nhiên, vì vùng phủ sóng của mỗi trạm có giới hạn nên không thể dùng lại băng tần của nó cho các phần khác của mạng. Các trạm cơ sở được kết nối thành mạng hữu tuyến. Thông thường tốc độ số liệu của mỗi máy tính trong một tế bào (cell) đạt được vài chục kbps.



Hình 2.2 truyền dẫn vô tuyến theo khu vực một tế bào



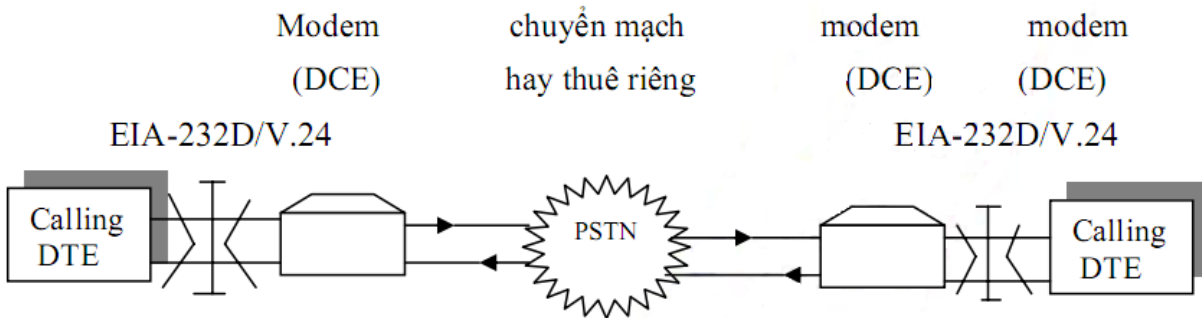
F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> : tần số được dùng trong cell

Hình 2.3 Truyền dẫn vô tuyến theo khu vực đa tế bào

## 2.4. Các chuẩn giao tiếp vật lý

### 2.4.1. Giao tiếp IEA – 232D/V24

Giao tiếp EIA -232D/V24 được định nghĩa như là một giao tiếp chuẩn cho việc kết nối giữa DTE và modem. ITU-T gọi là V24. Thông thường modem được đề cập đến như một DCE (Data connect Equipment) lược đồ hình thức ở hình 2.4 chỉ ra vị trí của giao tiếp trong kết nối nối điểm nối điểm giữa hai DTE (Data terminal equipment). Đầu nối giữa DTE và modem là đầu nối 25.



Hình 2.4 Chuẩn giao tiếp EIA – 232D/V24

### Chức năng giao tiếp

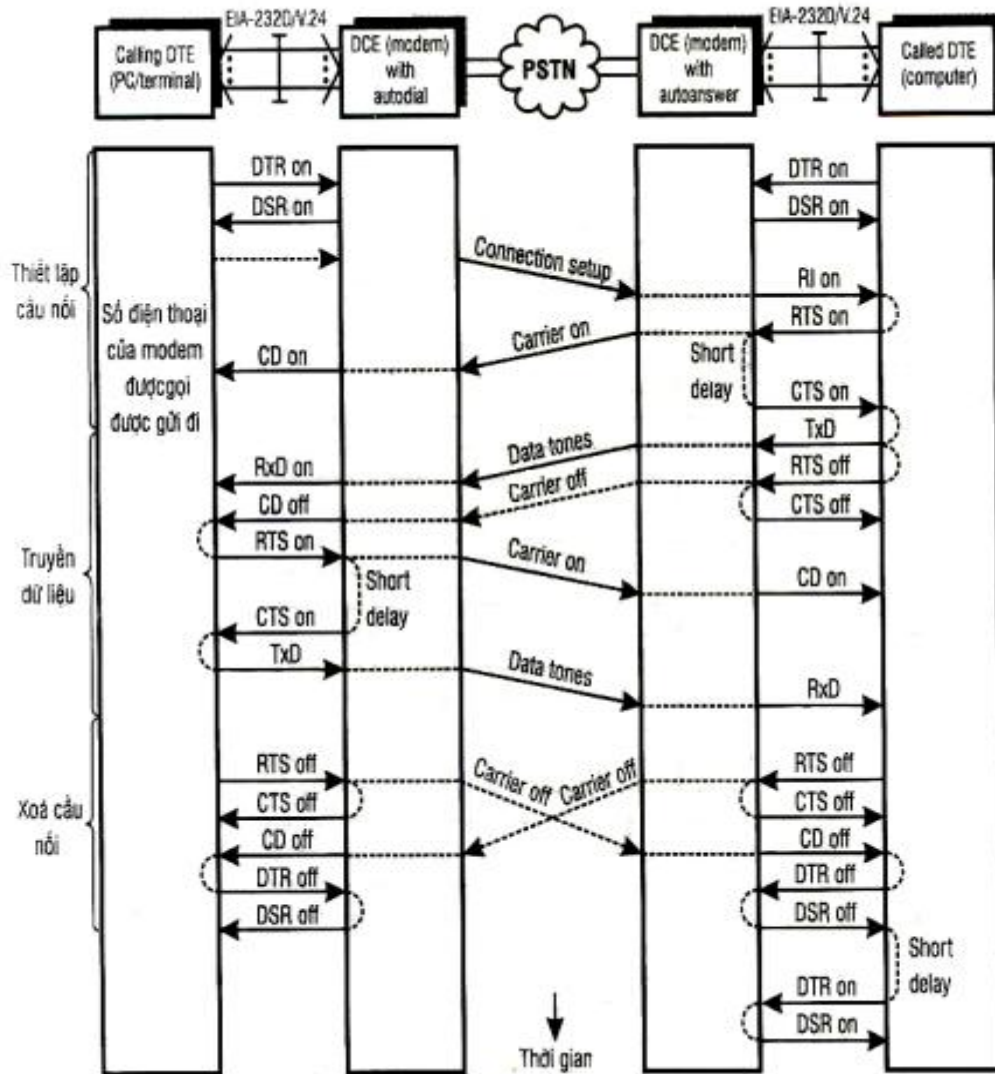
Các đường dữ liệu truyền TxD (Transmitted data) và dữ liệu RxD (Received data) là các đường được DTE dùng để truyền và nhận dữ liệu. Các đường khác thực hiện các chức năng định thời và điều khiển liên quan đến thiết lập, xóa cuộc nối qua PSTN (Public switching telephone network) và các hoạt động kiểm thử tùy chọn.

Các tín hiệu định thời TxClk và RxClk có liên quan đến sự truyền và nhận của dữ liệu trên đường truyền nhận dữ liệu. Như đã biết, dữ liệu được truyền theo chế độ đồng bộ hoặc chế độ bất đồng bộ. Trong chế độ truyền bất đồng bộ cả hai đồng hồ truyền và thu đều được thực hiện độc lập ở cả hai đầu máy phát và máy thu. Trong chế độ này chỉ các đường dữ liệu truyền/nhận là được nối đến modem và các đường điều khiển cần thiết khác. Các đường tín hiệu đồng hồ vì vậy không cần dùng và không nối đến modem. Tuy nhiên trong chế độ truyền đồng bộ số liệu truyền và nhận được truyền nhận một cách đồng bộ với tín hiệu đồng hồ tương ứng và thường được tạo ra bởi modem. Các modem làm việc trong chế độ thứ hai này gọi là modem đồng bộ khi tốc độ baud nhỏ hơn tốc độ bit thì các tín hiệu đồng bộ được tạo ra bởi modem hoạt động với tần số thích hợp so với tốc độ thay đổi tín hiệu trên đường truyền.

Chúng ta sẽ dễ hiểu hơn về các đường điều khiển với các chức năng và tuần tự hoạt động của nó trong quá trình thiết lập hay xóa cuộc nối qua điện thoại công cộng (PSTN) hình 2.5 sẽ mô tả tiến trình một cuộc gọi qua bước thiết lập đầu tiên rồi số liệu được trao đổi trong chế độ bán song công và sau cùng là cầu nối sẽ bị xóa. Giả sử DTE khởi sự gọi là một máy tính các nhân và modem của nó có dịch vụ gọi tự động. Các dịch vụ này được định nghĩa trong khuyến nghị V2.5.

Khi DTE sẵn sàng yêu cầu truyền nhận dữ liệu, tín hiệu trên DTR được đặt ở mức tích cực và modem nội bộ sẽ đáp ứng bằng tín hiệu tích cực được đặt trên DSR.

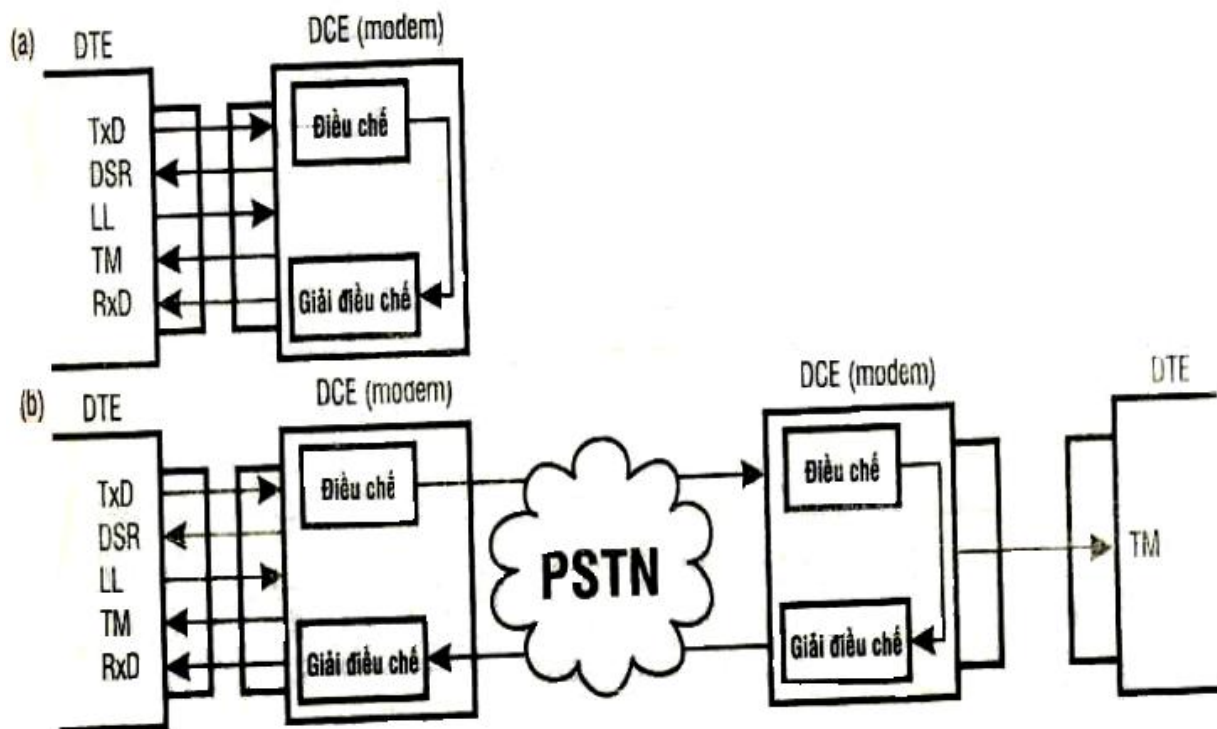
Cuộc nối được thiết lập bởi DTE phát cuộc gọi gửi số điện ở đầu ra modem để thực hiện quay số (trường hợp quay qua PSTN) đến modem thu. Khi nhận được tín hiệu chuông từ tổng đài gọi đến, modem được gọi sẽ đặt RI lên mức tích cực và DTE được gọi đáp ứng lại bằng cách đặt RTS vào mức tích cực. Trong sự đáp ứng này modem được gọi đồng thời gọi sóng mang (âm hiệu dữ liệu của bit 1) đến modem gọi để báo rằng cuộc gọi đã được chấp nhận, sau một thời khắc gọi là thời gian trì hoãn thời gian trễ này cho phép modem nơi gọi chuẩn bị nhận dữ liệu modem được gọi đặt CTS ở mức tích cực để thông báo cho DTE được gọi rằng nó có thể bắt đầu truyền số liệu. Khi phát hiện được sóng mang ở đầu xa gọi đến modem gọi đặt CD ở mức tích cực lúc này cầu nối đã được thiết lập cung đoạn chuyển tin có thể bắt đầu.



Hình 2.5 EIA -232D/V24: kết nối truyền dữ liệu bán song công và tuần tự xóa cầu nối

DTE được gọi bắt đầu với việc gửi một thông điệp ngắn mang tính thăm dò qua cầu nối. Khi thông điệp đã được gửi đi, nó lập tức chuẩn bị nhận đáp ứng từ DTE gọi bằng cách đặt RTS về mức không tích cực (off), phát hiện được điều này modem được gọi ngưng gửi tín hiệu sóng mang và trả CD về mức không tích cực, ở phía gọi modem gọi phát hiện sóng mang từ đầu xa đã mất sẽ đáp ứng bằng cách trả CD về off. Để truyền thông điệp đáp ứng DTE gọi đặt RTS lên mức tích cực và modem sẽ đáp ứng bằng mức tích cực trên CTS và bắt đầu truyền số liệu thủ tục này sau đó được lặp lại khi một bản tin được trao đổi giữa hai DTE.

Cuối cùng sau khi đã truyền xong cuộc gọi bị xóa, công việc này đều có thể thực hiện bởi cả hai DTE bằng cách đặt RTS của chúng về mức không tích cực, lần lượt khiến hai modem cắt sóng mang. Điều này được phát hiện ở cả hai modem và chúng sẽ đặt CD về off. Cả hai DTE sau đó sẽ đặt DTR của chúng về off và hai modem sẽ đáp ứng với mức off trên DSR do đó cầu nối bị xóa. Sau đó một khoảng thời gian DTE được gọi chuẩn bị nhận cuộc gọi mới bằng cách đặt DTR lên mức tích cực.



Hình 2.6 Kiểm thử: (a) nội bộ (b) đầu xa

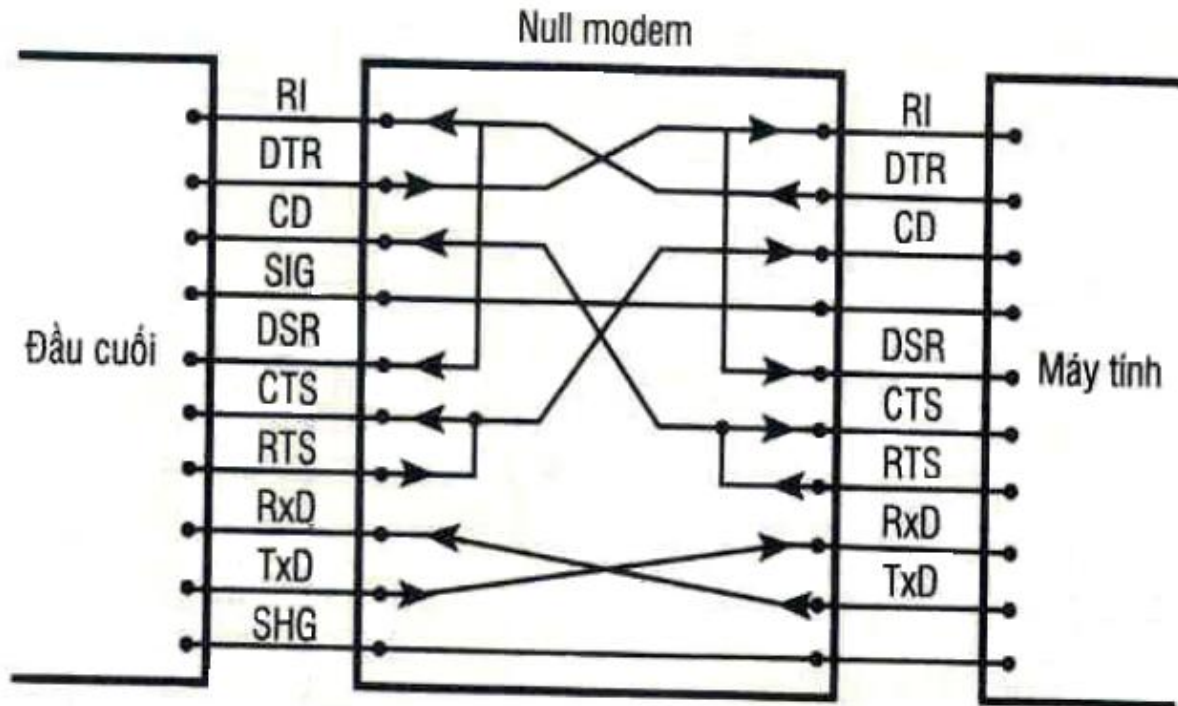
Nếu modem nội bộ coi như tốt, tiếp theo DTE tiến hành kiểm tra thử modem đầu xa bằng cách đặt RL ở mức tích cực phát hiện được điều này modem nội bộ phát lệnh đã qui định trước đến modem đầu xa và tiến hành kiểm thử. Modem đầu xa sau đó đặt TM ở mức tích cực để báo DTE nội bộ biết đang chuẩn bị kiểm thử (không truyền số liệu lúc này) và gửi trở lại một lệnh thông báo chấp nhận đến modem thử. Modem thử sau khi nhận lệnh đáp ứng sẽ đặt TM lên mức tích cực và DTE khi phát hiện điều này sẽ gửi mẫu thử. Nếu số liệu truyền và nhận như nhau thì cả hai modem hoạt động tốt và lỗi chỉ có thể ở DTE đầu xa. Nếu không có tín hiệu nhận được thì đường dây có vấn đề.

### **2.4.2. Modem rỗng (null modem)**

Với tín hiệu được phân bố như hình 2.7 thì cả truyền và nhận số liệu từ đầu cuối đến máy tính đều trên cùng một đường, vì modem có cùng chức năng ở cả hai phía. Tuy nhiên theo định nghĩa nguyên thủy chuẩn EIA-232D/V24 là giao tiếp chuẩn nối các thiết bị ngoại vi vào máy tính nên để dùng được cần quyết định thiết bị nào sẽ là máy tính và thiết bị nào sẽ là thiết bị ngoại vi, vì cả hai thiết bị không thể truyền và nhận số liệu trên cùng một đường dây, có 3 khả năng lựa chọn:

- (1) Đầu cuối mô phỏng modem và định nghĩa các đường một cách thích hợp để hoàn chỉnh hoạt động.
- (2) Máy tính mô phỏng modem.
- (3) Cả đầu cuối và máy tính đều không thay đổi và các đầu dây dẫn được nối lại.

Bất tiện của hai lựa chọn đầu là không có đầu cuối nào hay máy tính nào có thể được dùng trực tiếp với một modem. Từ đó tiếp cận tổng quát cho vấn đề là bằng cách nối lại tín hiệu trên cổng giao tiếp EIA-232D/V24 để mô phỏng một modem, cho phép đầu cuối và máy tính nối trực tiếp vào modem, lựa chọn thứ 3 được dùng rộng rãi, yêu cầu một modem rỗng (null modem) chèn vào giữa đầu cuối và máy tính, các đường kết nối như mô tả ở hình 2.7.



Hình 2.7 Kết nối modem rỗng

Như chúng ta đã thấy, các đường truyền nhận trao đổi với nhau từng đôi một các đường điều khiển cũng được đổi lại. Ví dụ, vì thông thường đầu cuối và máy tính hoạt động ở chế độ song công hoàn toàn. Các đường RTS và CTS được nối với nhau tại đầu đường dây và sau đó tín hiệu này được nối đến ngõ vào DTR. Tín hiệu signal ground và shield ground được nối trực tiếp.

Khi hai thiết bị liên lạc với nhau qua một liên kết số liệu đồng bộ thì đồng hồ truyền từ mỗi thiết bị thường được nối đến và được dùng như đồng hồ thu tại thiết bị kia. Trong vài trường hợp không có thiết bị nào có đồng hồ và đồng hồ cho cả hai thiết bị được tạo ra trong modem rỗng thành phần này được gọi là bộ modem eliminator.

### 2.4.3. Giao tiếp EIA-530

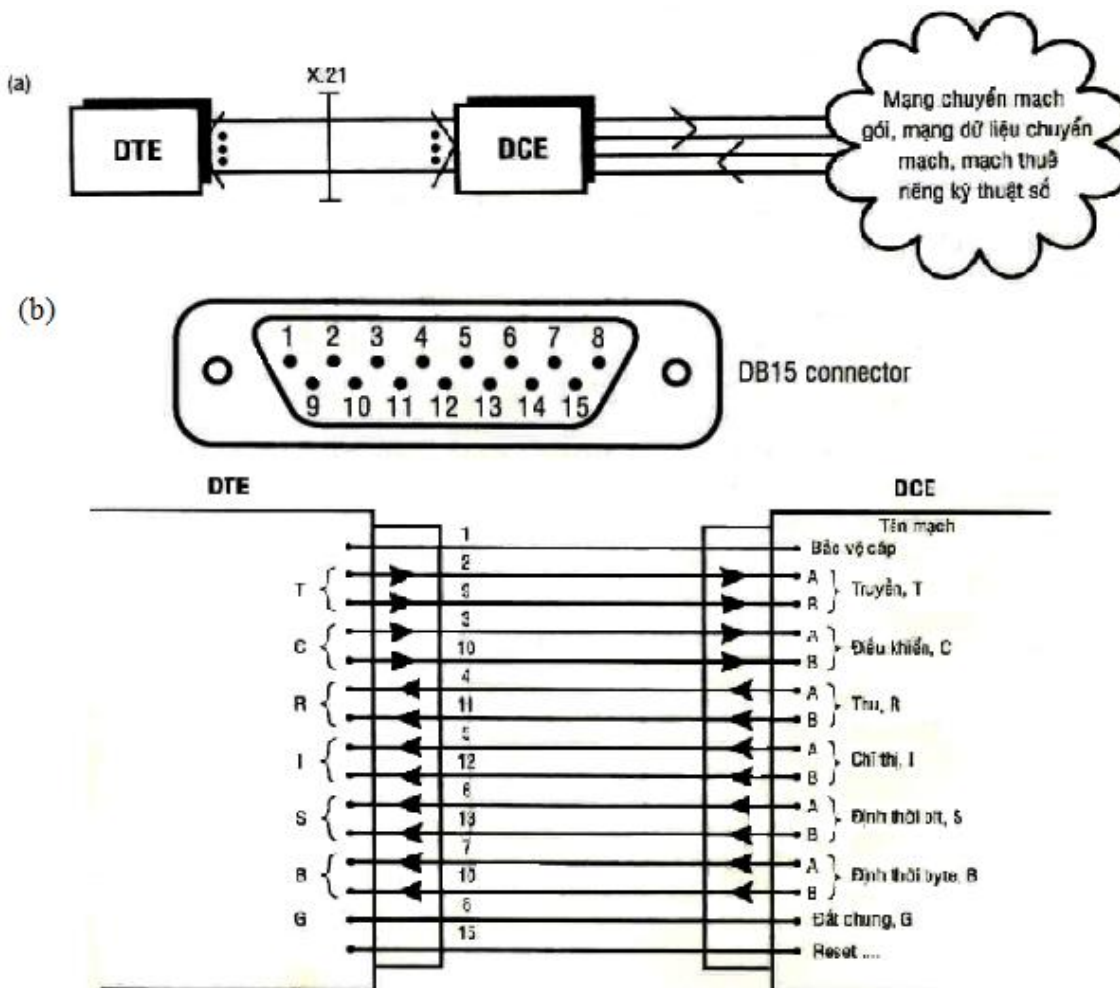
Chuẩn EIA-530 là giao tiếp có tập tín hiệu giống giao tiếp EIA-232D/V24. Điều khác nhau là giao tiếp EIA-530 dùng các tín hiệu điện vi sai theo RS 422A/V11 để đạt được cự ly truyền xa hơn và tốc độ cao hơn. Dùng bộ nối 37 chân cùng với bộ nối tăng cường 9 chân nếu tập tín hiệu thứ hai cũng được dùng.



## 2.4.4. Giao tiếp X21

Giao tiếp X21 được định nghĩa cho giao tiếp giữa một DTE và DCE trong một mạng dữ liệu công cộng. Giao tiếp X21 cũng được dùng như một giao tiếp kết cuối cho các mạch thuê riêng số tốc độ là bội số của 64 kbps. Đầu nối và các đường tín hiệu được trình bày trên hình 2.8.

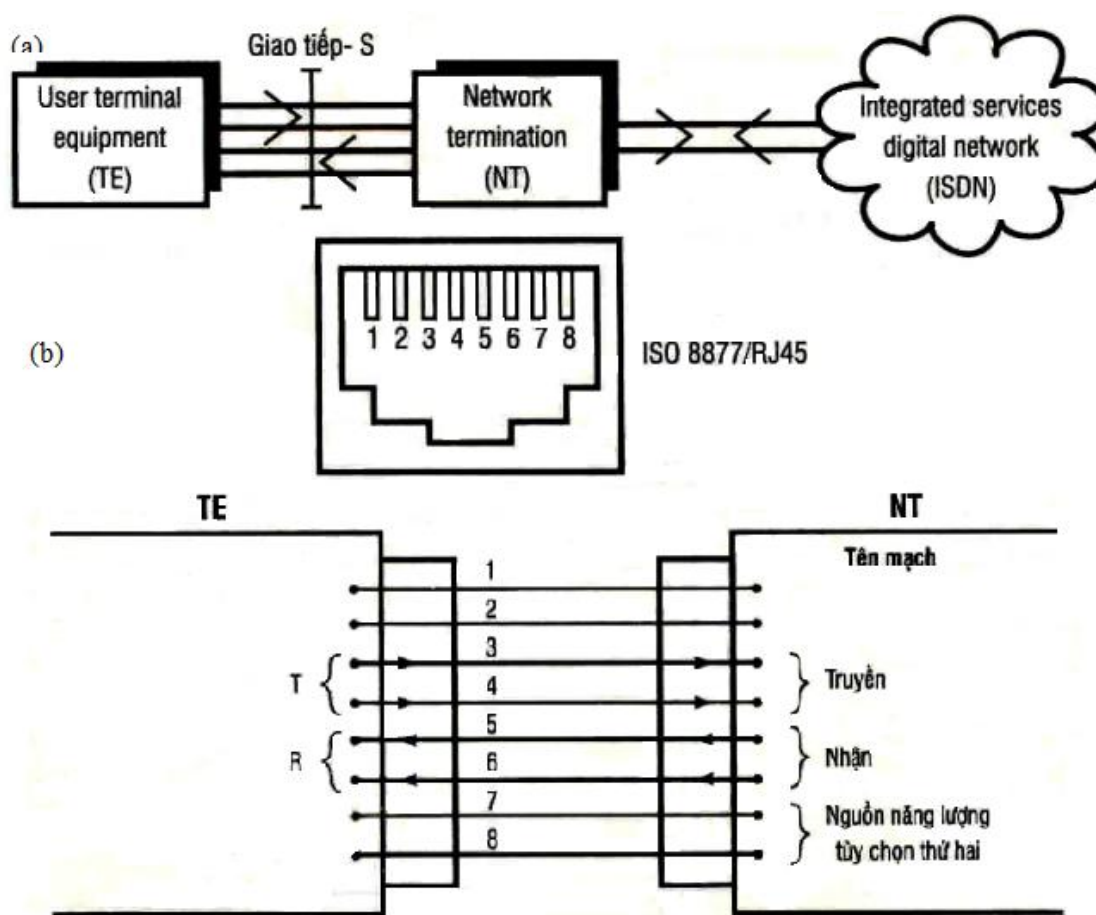
Tất cả các đường tín hiệu dùng đồng bộ phát và thu cân bằng (RS-422A/V11). Là giao tiếp đồng bộ, bên cạnh cặp tín hiệu truyền (T) và nhận (R) còn có tín hiệu định thời phân tử bit (s) và định thời byte (B). Các tín hiệu điều khiển (C) và (I) được dùng với các đường truyền và thu thiết lập nên cầu nối xuyên qua một mạng dữ liệu chuyển mạch số hóa hoàn toàn.



Hình 2.8 Giao tiếp chuẩn X.21: (a) chức năng giao tiếp (b) các tín hiệu

### 2.4.5. Giao tiếp ISDN

Giao tiếp ISDN là giao tiếp thay thế được số hóa hoàn toàn vào PSTN. Mạch thoại được số hóa hoạt động tại tốc độ 64 kbps và một kết cuối tốc độ cơ bản cung cấp hai mạch như vậy cùng với một mạch 16 kbps cho mục đích thiết lập và xóa cuộc gọi. Ba mạch riêng biệt được ghép kênh cho mục đích truyền đến và đi từ một tổng đài gần nhất lên một cặp dây. Thiết bị kết cuối mạng NT (network termination) tách biệt các đường dẫn đi và đến lên hai cặp dây riêng biệt. Năng lượng có thể được cấp từ NT cho các DTE nếu có nhu cầu. Giao tiếp giữa user và NT trên hai cặp dây được gọi là giao tiếp S xem hình 2.10. Nguồn năng lượng chính từ NT đến thiết bị đầu cuối được dẫn xuất từ các cặp truyền/nhận. Một nguồn năng lượng thứ hai cũng có sẵn qua chân 7 và 8. Nhằm kết nối thiết bị có tốc độ thấp vào giao tiếp S có tốc độ cao này cần dùng thiết bị có tên là “bộ thích nghi đầu cuối” TA (terminal adapter).



Hình 2.10 Giao tiếp S-ISDN: (a) chức năng (b) các tín hiệu

## **Chương 3: Giao tiếp kết nối số liệu**

### **3.1. Các khái niệm cơ bản về truyền số liệu**

#### **3.1.1. Các chế độ truyền thông**

Khi một người đang diễn thuyết thì thông tin được truyền đi theo một chiều. Tuy nhiên, trong một cuộc đàm thoại giữa hai người thì thông điệp được trao đổi theo hai hướng. Các thông điệp này thường được trao đổi lần lượt nhưng cũng có thể xảy ra đồng thời. Tương tự, khi truyền số liệu giữa hai thiết bị, có thể dùng một trong 3 chế độ thông tin sau:

+ Đơn công (one way hay simplex): được dùng khi dữ liệu được truyền theo một hướng, ví dụ trong một hệ thống thu thập số liệu định kỳ.

+ Bán song công (either way hay half-duplex): được dùng khi hai thiết bị kết nối với nhau muốn trao đổi thông tin một cách luân phiên, ví dụ một thiết bị chỉ gửi dữ liệu đáp lại khi đáp ứng một yêu cầu từ thiết bị kia. Rõ ràng hai thiết bị phải có thể chuyển đổi qua lại giữa truyền và nhận sau mỗi lần truyền.

+ Song công (both way hay full-duplex): được dùng khi số liệu được trao đổi giữa hai thiết bị theo cả 2 hướng một cách đồng thời.

#### **3.1.2. Các chế độ truyền**

##### **3.1.2.1. Truyền bất đồng bộ**

Cách thức truyền trong đó các ký tự dữ liệu mã hóa thông tin được truyền đi tại những thời điểm khác nhau mà khoảng thời gian nối tiếp giữa hai ký tự không cần thiết phải là một giá trị cố định.

Ở chế độ truyền này hiểu theo bản chất truyền tín hiệu số thì máy phát và máy thu độc lập trong việc sử dụng đồng hồ, đồng hồ chính là bộ phát xung clock cho việc dịch bit dữ liệu (shift) và như vậy không cần kênh truyền tín hiệu đồng hồ giữa hai đầu phát và thu. Tất nhiên, để có thể nhận được dữ liệu máy thu buộc phải đồng bộ theo từng ký tự một.

Mặc dù được dùng chủ yếu để truyền ký tự giữa một bàn phím và một máy tính, truyền bất đồng bộ cũng còn được dùng để truyền các khối ký tự giữa hai máy tính. Trong trường hợp này, mỗi ký tự kế tiếp đi ngay sau stop bit của ký tự trước đó vì các ký tự trong một khối được truyền tức thời ngay sau ký tự mà không cần khoảng thời gian trì hoãn nào giữa chúng.

### 3.1.2.2. Truyền đồng bộ

Cách thức truyền trong đó khoảng thời gian cho mỗi bit là như nhau, và trong hệ thống truyền ký tự khoảng thời gian từ bit cuối của ký tự này đến bit đầu của ký tự kế tiếp bằng không hoặc bằng bội số tổng thời gian cần thiết truyền hoàn chỉnh một ký tự.

Về góc độ truyền tín hiệu số thì máy phát và máy thu sử dụng một đồng hồ chung, nhờ đó máy thu có thể đồng bộ được với máy phát trong hoạt động dịch bit để thu dữ liệu. Như vậy, cần phải có kênh (cần hiệu hoặc là cặp dây dẫn hoặc là một kênh trên đường ghép kênh hay kênh do mã hóa) thứ hai cho tín hiệu đồng hồ chung.

Tuy nhiên, khi xét đến các mức thông tin cao hơn mức vật lý trong mô hình hệ thống mở thì việc đồng bộ này được thực hiện theo từng khối dữ liệu và đặc tính truyền đồng bộ hiểu theo nghĩa hẹp trong một khối.

Với truyền đồng bộ, khối dữ liệu hoàn chỉnh được truyền như một luồng bit liên tục không có trì hoãn giữa mỗi phần tử 8 bit. Để cho phép thiết bị thu hoạt động được các mức đồng bộ khác nhau, cần có các đặc trưng sau:

- + Luồng bit truyền được mã hóa một cách thích hợp để máy thu có thể duy trì trong một cơ cấu đồng bộ bit.

- + Tất cả các frame được dẫn đầu bởi một hay nhiều byte điều khiển nhằm đảm bảo máy thu có thể dịch luồng bit đến theo các ranh giới byte hay ký tự một cách chính xác.

- + Nội dung của frame được đóng gói giữa một cặp ký tự điều khiển để đồng bộ frame.

Trong trường hợp truyền đồng bộ, khoảng thời gian giữa hai frame truyền liên tiếp có các byte nhàn rỗi được truyền liên tiếp để máy thu duy trì cơ cấu đồng bộ bit và đồng bộ byte hoặc mỗi frame được dẫn đầu bởi hai hay nhiều byte đồng bộ đặc biệt cho phép máy thu thực hiện tái đồng bộ.

### 3.1.3. Kiểm soát lỗi

Trong quá trình truyền luồng bit giữa hai DTE, rất thường xảy ra sai lạc thông tin, có nghĩa là mức tín hiệu tương ứng với bit 0 bị thay đổi làm cho máy thu dịch ra là bit 1 và ngược lại, đặc biệt khi có khoảng cách vật lý truyền khá xa ví dụ như dùng mạng PSTN để truyền. Vì thế, khi truyền số liệu giữa hai thiết bị cần có phương tiện phát hiện các lỗi có thể xảy ra lỗi nên có phương tiện sửa chữa chúng.

Chúng ta có thể dùng một số các lược đồ, nhưng việc chọn loại nào là tùy thuộc vào phương pháp truyền được dùng. Khi dùng phương pháp truyền bất đồng bộ, vì mỗi ký tự được chăm sóc như một thực thể riêng biệt, nên thường thêm một số ký số nhị phân vào mỗi ký tự được truyền. Ký số nhị phân thêm vào này gọi là bit chẵn lẻ - parity bit.

Ngược lại, khi dùng phương pháp truyền đồng bộ, chúng ta thường xác định các lỗi xảy ra trên một frame hoàn chỉnh. Hơn thế nữa, nội dung của một frame có thể rất lớn và xác suất nhiều hơn một bit lỗi gia tăng. Vì vậy cần dùng tuần tự kiểm tra lỗi phức tạp hơn. Cũng có một số dạng kiểm tra lỗi khác nhau, nhưng nhìn chung thiết bị sẽ tính toán ra tuần tự các ký số kiểm tra dựa vào nội dung của frame đang được truyền và gắn tuần tự này vào đuôi của frame sau ký tự dữ liệu hay trước byte báo hiệu kết thúc frame.

Trong quá trình duyệt frame, máy thu có thể tính toán lại một cách tuần tự kiểm tra mới dựa vào nhận được từ frame hoàn chỉnh và so sánh với các ký tự số kiểm tra nhận được từ máy phát. Nếu hai chuỗi ký số này không giống nhau, coi như có một lỗi truyền xảy ra.

Cả hai lược đồ nói trên chỉ cho phép máy thu phát hiện lỗi truyền. Chúng ta cần máy thu lấy được một bản copy khác từ nguồn khi bản truyền bị lỗi. Có một số lược đồ cho phép điều này. Ví dụ xem xét trường hợp một đầu cuối và một máy tính truyền số liệu truyền bất đồng bộ. Khi user gõ vào bàn phím ký tự đã mã hóa được truyền đến máy tính dưới dạng in được. Ngay sau đó ký tự tương ứng với luồng bit vừa thu được máy tính dội trở lại (echo) đầu cuối và hiện lên màn hình. Nếu ký tự xuất hiện không giống như ký tự đã truyền trước đó, user có thể gửi một ký tự đặc biệt để thông báo với máy tính bỏ qua ký tự vừa nhận. Điều này được gọi là kiểm soát lỗi. Một phương thức có chức năng tương tự cũng phải được dùng khi truyền các khối ký tự. Chúng ta sẽ quay trở lại ở phần sau.

#### **3.1.4. Điều khiển luồng**

Điều này là hết sức quan trọng khi hai thiết bị đang truyền thông tin qua mạng số liệu, khi mà rất nhiều mạng sẽ đệm số liệu trong các bộ đệm có kích thước giới hạn. Nếu hai thiết bị hoạt động với tốc độ khác nhau, chúng ta thường phải điều khiển số liệu đầu ra của thiết bị tốc độ cao hơn để ngăn chặn trường hợp tắc nghẽn trên mạng. Điều khiển luồng thông tin giữa hai thiết bị truyền thường được gọi tắt là điều khiển luồng.

#### **3.1.5. Các giao thức liên kết dữ liệu**

Kiểm soát lỗi và điều khiển luồng là hai thành phần thiết yếu của một chủ đề tổng quát hơn đó là giao thức điều khiển truyền số liệu. Về cơ bản, một giao thức là một tập hợp các tiêu chuẩn hay quy định phải tuân theo bởi cả hai đối tác ở hai đầu, nhằm đảm bảo thông tin đang trao đổi xuyên qua một liên kết số liệu nối tiếp được tiếp nhận và được biên dịch ra một cách chính xác. Bên cạnh kiểm soát lỗi và điều khiển luồng, giao thức liên kết số liệu cũng định nghĩa nhưng chi tiết sau:

Khuôn dạng của mẫu số liệu đang trao đổi, nghĩa là số bit trên một phần tử thông tin và dạng lược đồ mã báo đang được dùng.

Dạng và thứ tự thông điệp được trao đổi để đạt được độ tin cậy giữa hai đối tác truyền.

### 3.1.6. Mã truyền

Trong hệ thống thông tin số liệu, thường muốn truyền dòng các văn bản, các giá trị số, hình ảnh, âm thanh,...v.v.. từ nơi này đến nơi khác. Các thông tin thì có nhiều dạng, tuy nhiên máy tính hay các thiết bị đầu cuối chỉ biết các bit 1 hay 0 vì chúng là các hệ thống nhị phân. Cần phải chuyển các thông tin về dạng nhị phân để thực hiện vấn đề phù hợp dữ liệu cho máy tính, đồng thời cũng phải có dấu hiệu nào đó cho con người hiểu được hay chuyển về dạng thông tin hiểu được khi nhận thông tin nhị phân. Nhu cầu này là nguyên nhân cho việc ra đời các bộ mã. Các bộ mã là tập hợp một số giới hạn của các tổ hợp nhị phân, mỗi tổ hợp bit nhị phân mang ý nghĩa của một ký tự nào đó theo quy định của từng bộ mã. Số lượng bit nhị phân trong một tổ hợp bit nói lên quy mô của một bộ mã hay số ký tự chứa trong bộ mã. Nếu gọi  $n$  là số bit trong một tổ hợp bit thì số ký tự có thể mã hóa là  $2^n$ . Có một số bộ mã thông dụng như Baudot, BCD, EBCDIC, ASCII.

Mặc dù các mã này được dùng để xuất nhập, nhưng một khi dữ liệu được nhập vào trong máy tính nó được chuyển đổi và được lưu giữ dưới dạng số nhị phân tương ứng có số bit cố định, thông thường là 8, 16, hay 32 bit. Chúng ta gọi mẫu nhị phân 8 bit là một byte và mẫu dài hơn là một từ. Vì một dãy bit được dùng để biểu diễn cho một từ, nên thường dùng nhiều phần tử 8 bit khi truyền dữ liệu giữa hai DTE. Do đó trong vài trường hợp 8 bit được qua một liên kết số liệu có thể đại diện cho một ký tự có thể in được mã hóa nhị phân (7 bit cộng với một bit kiểm tra) trong khi ở trường hợp khác nó có thể đại diện cho thành phần 8 bit của một giá trị lớn hơn. Trong trường hợp sau chúng ta sẽ xem xét phần tử như là byte hoặc là octet cho các mục đích truyền tin.

### 3.1.7. Các đơn vị dữ liệu

Theo đơn vị đo lường dung lượng thông tin thì đơn vị cơ bản là byte, một byte là một tổ hợp 8 bit.

$$1\text{Kb} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$$

$$1\text{Mb} = 2^{10} \text{ Kb} = 1024 \text{ Kb}$$

$$1\text{Gb} = 2^{10} \text{ Mb} = 1024 \text{ Mb}$$

$$1\text{Tb} = 2^{10} \text{ Gb} = 1024 \text{ Gb}$$

Trong kỹ thuật truyền số liệu đôi khi xem các đơn vị dữ liệu truyền dưới dạng một ký tự hay một khối gồm nhiều các ký tự. Việc nhóm các ký tự lại thành một khối gọi là đóng gói dữ liệu, và khối dữ liệu được xem như một đơn vị dữ liệu truyền trong một giao thức nào đó. Một khối dữ liệu như vậy được gọi là một gói (packet) hay một khung (frame).

### 3.1.8. Giao thức

Giao thức truyền là một tập hợp các quy định liên quan đến các yếu tố kỹ thuật truyền số liệu, cụ thể hóa các công tác cần thiết và quy trình thực hiện việc truyền nhận số liệu từ đầu đến cuối. Tùy vào việc lựa chọn các giải pháp kỹ thuật và thiết kế quy trình làm việc mà sẽ có các giao thức khác nhau. Mỗi giao thức sẽ được sử dụng tương ứng với thiết kế của nó.

### 3.1.9. Hoạt động kết nối

Điểm nối điểm (point-to-point) là dạng kết nối trao đổi thông tin trong đó một đầu cuối số liệu chỉ làm việc với một đầu cuối khác tại một thời điểm. Đa điểm (multipoint) là dạng kết nối trao đổi thông tin trong đó một đầu cuối số liệu có thể thông tin với nhiều đầu cuối khác một cách đồng thời.

### 3.1.10. Đường nối và liên kết

Đường nối là đường kết nối thực tế xuyên qua môi trường truyền, vì vậy nó là đối tượng truyền dẫn mang tính vật lý. Liên kết là kết nối giữa các đầu cuối dựa trên các đường nối và tồn tại trong một khoảng thời gian nhất định, mỗi đường nối có thể chứa nhiều liên kết, ngoài ra một liên kết có thể được kết hợp từ nhiều liên kết hay một liên kết có thể phân thành nhiều liên kết. Do đó liên kết là đối tượng truyền dẫn phụ thuộc mang tính logic.

## 3.2. Thông tin nối tiếp không đồng bộ

### 3.2.1. Khái quát

Như đã đề cập trong phần khái niệm, thông thường số liệu được truyền giữa hai DTE dưới dạng chuỗi liên tiếp các bit gồm nhiều phần tử 8 bit, gọi là byte hay ký tự, dùng chế độ truyền hoặc đồng bộ hoặc bất đồng bộ. Trong các DTE, mỗi phần tử như vậy được lưu trữ, xử lý và truyền dưới dạng thức song song. Do đó, các mạch điều khiển trong DTE hình thành nên giao tiếp giữa thiết bị và liên kết dữ liệu nối tiếp, và phải thực thi các chức năng sau:

Chuyển từ song song sang nối tiếp cho mỗi ký tự hay byte để chuẩn bị truyền chúng ra liên kết.

Chuyển từ nối tiếp sang song song cho mỗi ký tự hay byte để chuẩn bị lưu trữ và xử lý bên trong thiết bị.

Tại máy thu phải đạt được sự đồng bộ bit, byte, và frame.

Thực hiện cơ cấu phát sinh cá ký số kiểm tra thích hợp để phát hiện lỗi và khả năng phát hiện lỗi ở máy thu phải khả thi.

Việc chuyển từ song song sang nối tiếp bởi thanh ghi PISO (Parallel Input Serial Output) và việc chuyển ngược lại do SIPO (Serial Input Parallel Output).

### 3.2.2. Nguyên tắc đồng bộ bit

Trong truyền bất đồng bộ, đồng hồ thu chạy một cách bất đồng bộ với tín hiệu thu. Để xử lý thu hiệu quả cần phải có kế hoạch dùng đồng hồ thu để lấy mẫu tín hiệu đến ngay điểm giữa thời của bit dữ liệu. Để đạt được điều này, tín hiệu đồng hồ thu nhanh gấp N lần đồng hồ phát vì mỗi bit được dịch vào SIPO sau N chu kỳ xung đồng hồ. Sự chuyển trạng thái từ 1 xuống 0 là dấu hiệu của bit start, có ý nghĩa bắt đầu của một ký tự và chúng được dùng để khởi động bộ đếm xung clock ở máy thu. Mỗi bit bao gồm cả bit start, được lấy mẫu tại khoảng giữa của thời bit. Ngay sau khi phát hiện, bit start được lấy mẫu sau N/2 chu kỳ xung clock, tiếp tục lấy mẫu sau N xung clock tiếp theo cho mỗi bit trong ký tự.

Cần lưu ý rằng, đồng hồ thu chạy bất đồng bộ với tín hiệu đến, các vị trí tương đối của hai tín hiệu có thể ở bất kỳ vị trí nào trong một chu kỳ của xung đồng hồ thu, với N càng lớn thì vị trí lấy mẫu có khuynh hướng gần giữa thời bit hơn. Do vậy ở chế độ truyền này tốc độ truyền không thể cao được.

### 3.2.3. Nguyên tắc đồng bộ ký tự

Mạch điều khiển truyền nhận được lập trình để hoạt động với số bit bằng nhau trong một ký tự kể cả số bit stop, bit start và bit kiểm tra giữa thu và phát. Sau khi phát hiện và nhận bit start, việc đồng bộ ký tự đạt được tại đầu thu rất đơn giản, chỉ việc đếm đúng số bit đã được lập trình. Sau đó sẽ chuyển ký tự nhận được vào thanh ghi đệm thu nội bộ và phát tín hiệu thông báo với thiết bị điều khiển (CPU) rằng đã nhận được một ký tự mới và sẽ đợi cho đến khi phát hiện bit start kế tiếp.

### 3.2.4. Nguyên tắc đồng bộ frame

Khi thông điệp gồm khối các ký tự thường xem như một frame thông tin (information frame) được truyền, bên cạnh việc đồng bộ bit và đồng bộ ký tự, máy thu còn phải xác định được điểm đầu và điểm kết thúc một frame. Điều này được gọi là sự đồng bộ frame.

Nguyên tắc đơn giản nhất để truyền một khối ký tự có thể in được là đóng gói chúng thành một khối hoàn chỉnh bằng hai ký tự điều khiển truyền đặc biệt là STX và ETX. Mặc dù kế hoạch này thỏa mãn cho đồng bộ frame nhưng có trở ngại là nếu trong dữ liệu lại có bit giống STX và ETX thì sao? Để khắc phục vấn đề này, khi truyền STX hay ETX chúng ta sẽ được kèm theo một DLE (Data Link Escape). Mặt khác để tránh nhầm lẫn giữa ký tự DLE đi kèm với STX hay ETX và byte giống DLE trong phần nội dung của frame, khi xuất hiện một byte giống DLE trong phần nội dung, nó sẽ được gấp đôi khi truyền đi.



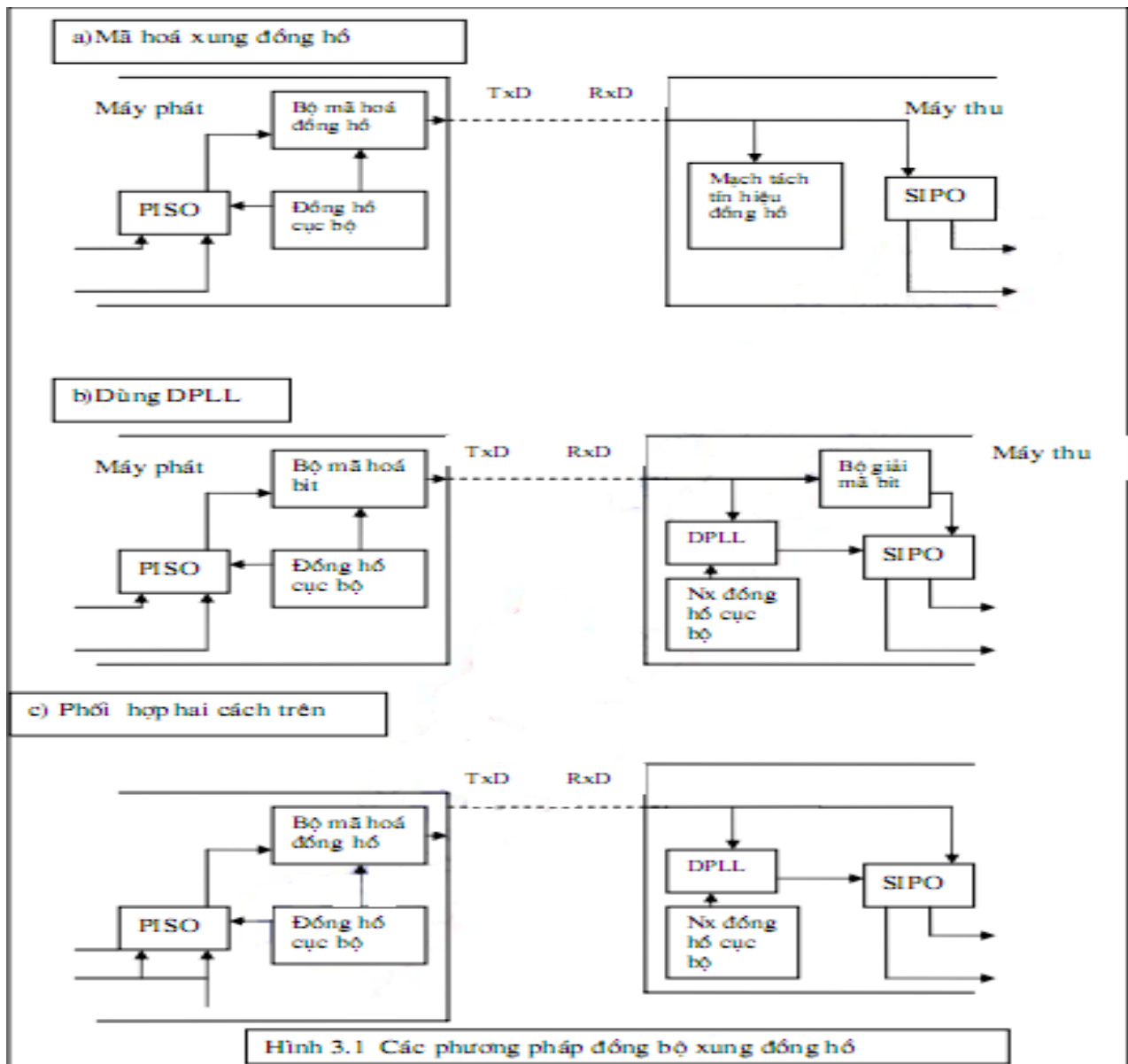
### **3.3. Thông tin nối tiếp đồng bộ**

#### **3.3.1. Khái quát**

Việc thêm các bit start và nhiều bit stop vào mỗi một ký tự hay byte trong thông tin nối tiếp bất đồng bộ làm cho hiệu suất truyền giảm xuống, đặc biệt là khi truyền một thông điệp gồm một khối ký tự. Mặt khác phương pháp đồng bộ bit được dùng ở đây trở lên thiếu tin cậy khi gia tăng tốc độ truyền. Vì lý do này người ta đưa ra phương pháp mới gọi là truyền đồng bộ, truyền đồng bộ khắc phục được những nhược điểm như trên. Tuy nhiên, cũng giống như truyền bất đồng bộ chúng ta chỉ cho phép những phương pháp nào cho phép máy thu đạt được sự đồng bộ bit, đồng bộ ký tự và đồng bộ frame. Trong thực tế có hai lược đồ truyền nối tiếp đồng bộ: truyền đồng bộ thiên hướng bit và truyền đồng bộ thiên hướng ký tự.

#### **3.3.2. Nguyên tắc đồng bộ bit**

Sự khác nhau cơ bản của truyền bất đồng bộ và đồng bộ là đối với truyền bất đồng bộ đồng hồ thu chạy bất đồng bộ với tín hiệu đến, còn truyền đồng bộ thì đồng hồ thu chạy đồng bộ với tín hiệu đến, các bit start và bit stop không được dùng, thay vì vậy mỗi frame được truyền như là dòng liên tục các ký tự số nhị phân. Máy thu đồng bộ bit trong hai cách. Hoặc là thông tin định thời được nhúng vào trong tín hiệu truyền và sau đó được tách ra bởi máy thu, hoặc máy thu có một đồng hồ cục bộ được giữ đồng bộ với tín hiệu thu nhờ một thiết bị gọi là DPLL (Digital Phase Lock-Loop). Như chúng ta sẽ thấy, DPLL loik dụng sự chuyển trạng thái từ bit 1->0 hay từ 0->1 trong tín hiệu thu để duy trì sự đồng bộ qua một khoảng thời gian định kì nào đó. Lược đồ lai ghép là kết hợp cả hai cách. Nguyên lí hoạt động của các lược đồ này được trình bày trên hình 3.1.



Hình 3.1 Các phương pháp đồng bộ xung đồng hồ

### 3.3.3. Truyền đồng bộ thiên hướng ký tự

Có hai kiểu điều khiển truyền đồng bộ: đồng bộ thiên hướng ký tự và đồng bộ thiên hướng bit. Cả hai đều dùng các nguyên tắc đồng bộ bit giống nhau. Khác nhau chủ yếu giữa hai lược đồ là phương pháp được dùng để đạt được sự đồng bộ ký tự và đồng bộ frame.

Truyền đồng bộ thiên hướng ký tự được dùng chủ yếu để truyền các khối ký tự, như là các tập tin dạng text. Vì không có bit start hay bit stop nên cần phải có cách thức để đồng bộ ký tự. Để thực hiện đồng bộ này, máy phát thêm vào các ký tự điều khiển, gọi là các ký tự đồng bộ SYN, ngay trước các khối ký tự truyền. Các ký tự điều khiển này phải có hai chức năng: trước hết, chúng cho máy thu duy trì đồng

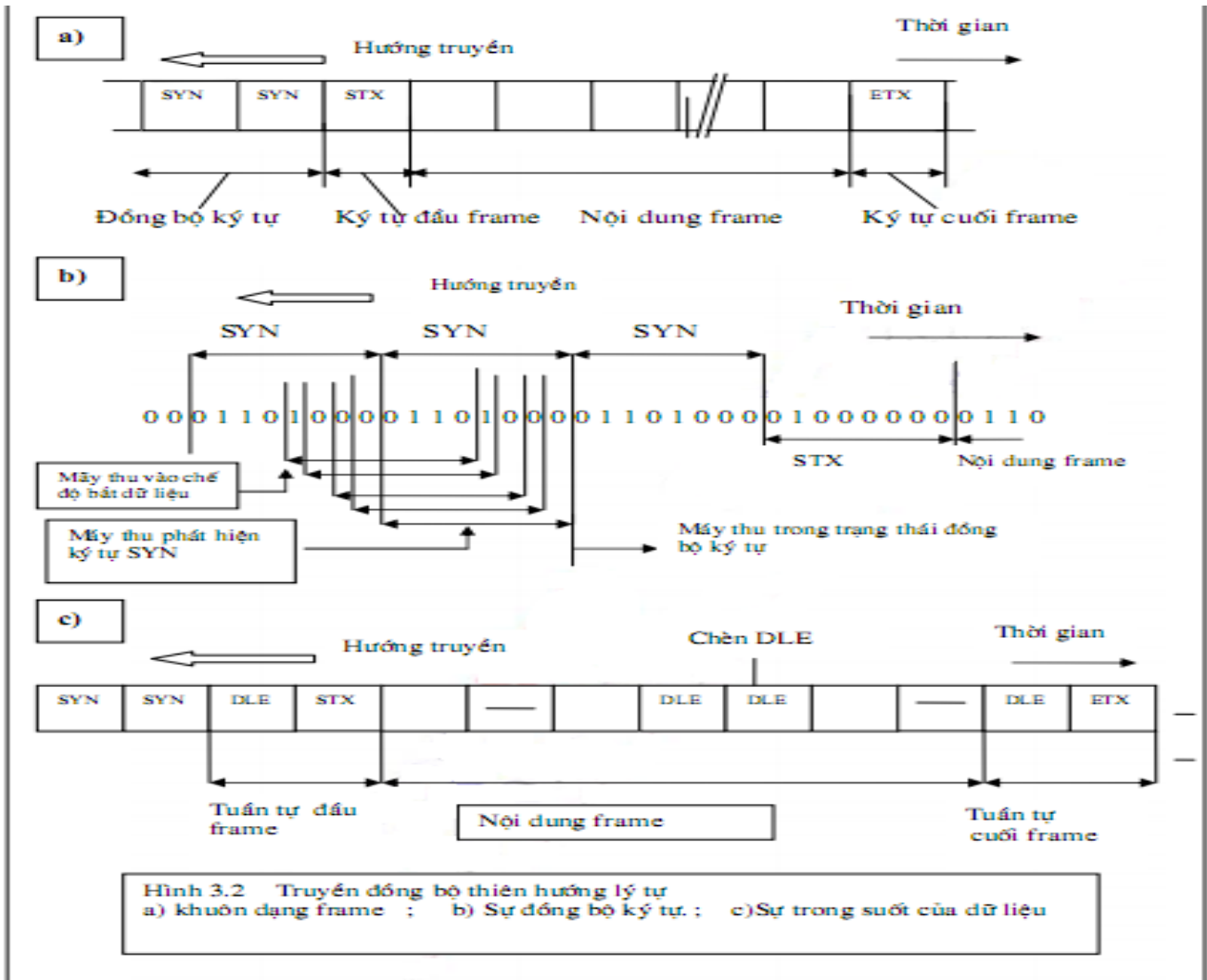
bộ bit, thứ hai, điều khiển đã được thực hiện, chúng cho phép máy thu bắt đầu biên dịch luồng bit theo các danh giới ký tự chính xác \_ sự đồng bộ ký tự.

Hình 3.2 (a) trình bày sự đồng bộ frame đạt được theo phương thức giống như truyền bất đồng bộ bằng cách đóng gói khối ký tự giữa cặp ký tự điều khiển truyền STX-ETX. Các ký tự điều khiển SYN thường được dùng bởi bộ thu để đồng bộ ký tự thì đứng trước ký tự STX (start of frame). Khi máy thu đã được đồng bộ bit thì nó chuyển vào chế độ làm việc gọi là chế độ bắt số liệu. Điều này được trình bày trên hình 3.2 (b).

Khi bộ thu vào chế độ bắt số liệu, nó bắt đầu dịch dòng bit trong một cửa sổ 8 bit khi tiếp nhận một bit mới. Bằng cách này, khi nhận được mỗi bit, nó kiểm tra xem 8 bit sau cùng có đúng bằng ký tự đồng bộ hay không. Nếu không bằng, nó tiếp tục thu bit kế tiếp và lặp lại thao tác kiểm tra này. Nếu tìm thấy ký tự đồng bộ, các ký tự tiếp được đọc sau mỗi 8 bit thu được.

Khi ở trong trạng thái đồng bộ ký tự (và do đó đọc các ký tự theo đúng danh giới bit), máy thu bắt đầu xử lý mỗi ký tự thu nối tiếp để dò ra ký tự STX đầu frame. Khi phát hiện một STX, máy thu xử lý nhận nội dung frame và chỉ kết thúc công việc này khi phát hiện ra ký tự ETX. Trên một liên kết điểm nối điểm, thông thường máy phát sẽ quay trở lại truyền các ký tự SYN để máy thu duy trì cơ cấu đồng bộ. Dĩ nhiên, toàn bộ thủ tục trên đều phải được lặp lại mỗi khi truyền một frame mới.

Khi dữ liệu nhị phân đang được truyền, sự trong suốt dữ liệu đạt được giống như phương pháp đã được mô tả trong mục nguyên tắc đồng bộ frame trước đây, có nghĩa là dùng một ký tự DLE chèn vào trước STX và ETX, và chèn một DLE vào bất cứ vị trí nào trong nội dung có chứa một DLE. Trong trường hợp này, các ký tự SYN đứng trước ký tự DLE đầu tiên.



### 3.3.4. Truyền đồng bộ thiên hướng bit

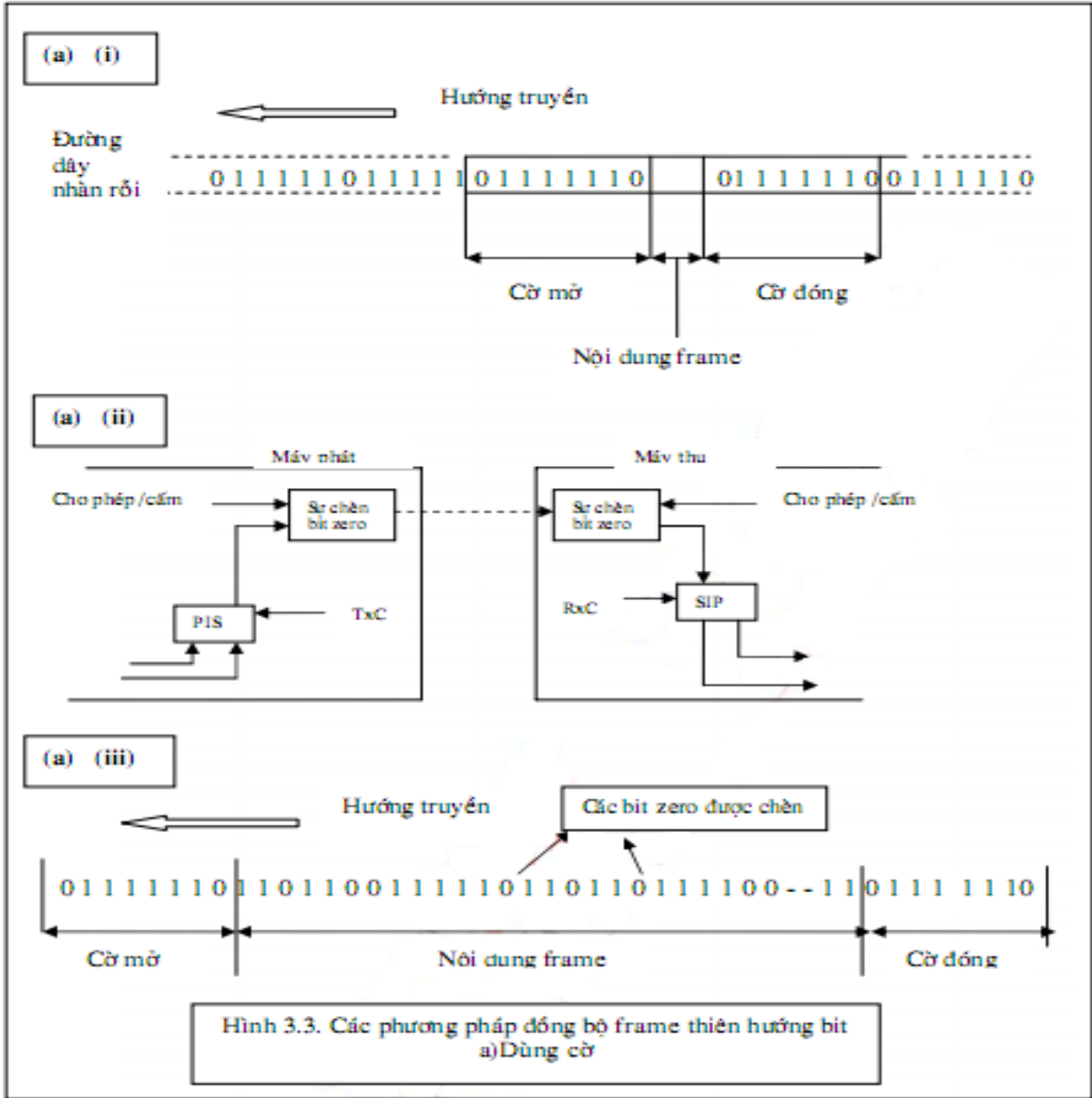
Việc dùng một cặp ký tự bắt đầu và kết thúc một frame để đồng bộ frame, cùng với việc thêm vào các ký tự DLE không hiệu quả cho việc truyền số liệu nhị phân. Hơn nữa, dạng của các ký tự điều khiển truyền thay đổi theo các bộ mã ký tự khác nhau, vì vậy chỉ có thể sử dụng với một bộ ký tự. Để khắc phục các vấn đề này người ta dùng lược đồ truyền đồng bộ thiên hướng bit. Lược đồ này được xem như lược đồ điều khiển dùng cho việc truyền các frame dữ liệu gồm dữ liệu in được và dữ liệu nhị phân. Ba lược đồ thiên hướng bit chủ yếu được trình bày trên hình 3.3. Chúng khác nhau chủ yếu ở phương pháp bắt đầu và kết thúc mỗi frame.

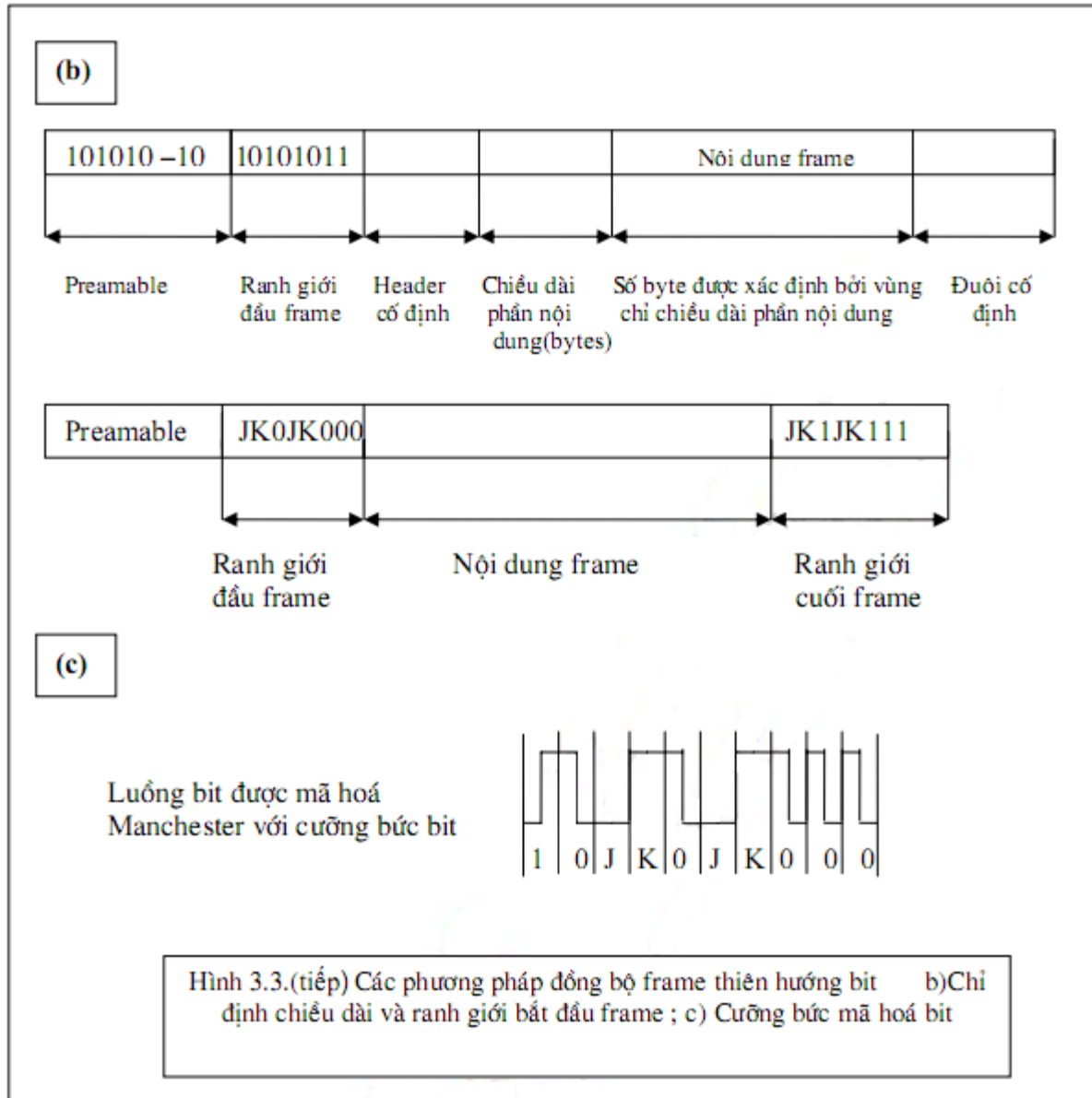
Lược đồ hình 3.3 (a) được dùng nhiều cho các liên kết điểm nối điểm. Bắt đầu và kết thúc một frame bằng một “cờ” 8 bit 01111110. Dùng thuật ngữ ‘thiên hướng bit’ vì luồng thu được dò theo từng bit. Do đó về nguyên lý nội dung của frame không nhất thiết phải là một bội số của bit.

Để cho phép máy thu tiếp cận và duy trì cơ cấu đồng bộ bit, máy phát phải gửi một chuỗi các byte idle (nhàn rỗi) 01111111 đứng trước cờ bắt đầu frame. Với NRZI mã hóa bit 0 trong idle cho phép DPLL tại máy thu tiếp cận duy trì sự đồng bộ đồng hồ. Khi nhận được cờ khởi đầu frame, nội dung của frame được đọc và dịch theo các khoảng 8 bit cho đến khi gặp cờ kết thúc frame.

Để đạt được tính trong suốt dữ liệu, cần đảm bảo cờ không được nhận làm trong phần nội dung. Vì lý do này người ta dùng kỹ thuật chèn bit 0 hay còn gọi là kỹ thuật “nhồi bit” (bit stuffing).

Mạch thực hiện chức năng này đặt tại đầu ra của thanh ghi PISO. Mạch này chỉ hoạt động trong quá trình truyền nội dung của frame. Khi có một tuần tự 5 bit 1 liên tục nó sẽ tự động chèn vào một bit 0. Bằng cách này sẽ không bao giờ có cờ trong phần nội dung truyền đi. Một mạch tương tự tại máy thu nằm ngay trước lối vào thanh ghi PISO thực hiện chức năng gỡ bỏ bit 0 theo hướng ngược lại.





Lược đồ trình bày trong hình 3.3 (b) được dùng trong một vài mạng LAN.Khi đó môi trường truyền là môi trường quảng bá và chia sẻ cho tất cả các DTE.Để cho phép tất cả các trạm khác nhau đạt được sự đồng bộ bit. Trạm truyền đặt vào trước nội dung frame một mẫu bit gọi là mẫu mở đầu \_preamble\_ bao gồm mười cặp 10. Một khi đã đồng bộ, máy thu dò từng dòng bit một cho đến khi tìm thấy byte khởi đầu khung 10101011.Một header cố định xác định phía sau bao gồm địa chỉ, thông tin chiều dài phần nội dung. Do đó, với lược đồ này máy thu chỉ cần đếm số byte thích hợp để xác định sự kết thúc mỗi frame.

Lược đồ trình bày trên hình 3.3 (c) cũng được dùng với LAN.Sự bắt đầu và kết thúc của mỗi frame được chỉ định bởi các mẫu mã vào bit không chuẩn. Ví dụ mã Manchester, thay cho truyền một tín hiệu tại giữa thời bit, mức tín hiệu duy trì tại

cùng mức như bit trước trong thời bit hoàn chỉnh (J) hay tại mức ngược (K). Một lần nữa, để phát hiện đầu và cuối frame, máy thu dò từng bit trước hết phát hiện JK0JK000 và sau đó phát hiện mẫu kết thúc JK1JK111. Vì các ký hiệu J, K là các mã bit không chuẩn, nên trong phần nội dung của frame sẽ không chứa các ký hiệu này, như vậy đạt được sự trong suốt dữ liệu.

### **3.4. Mạch điều khiển truyền số liệu**

#### **3.4.1. Khái quát**

Để thực hiện được các phương thức truyền một cách cụ thể, các nhà chế tạo đã cung cấp một loạt các IC chuyên dùng, các IC này chính là phần cứng vật lý trong một hệ thống thông tin, chúng hoạt động theo nguyên tắc của kỹ thuật số và vì vậy chế độ truyền đồng bộ hay bất đồng bộ phụ thuộc vào việc sử dụng đồng hồ chung hay riêng khi truyền tín hiệu số đi xa.

Các IC đều là các vi mạch có thể lập trình được. Đầu tiên lập trình chế độ hoạt động mong muốn bằng cách ghi một byte có nghĩa và thanh ghi chế độ mode register. Sau đó ghi tiếp byte điều khiển vào thanh ghi lệnh command register để vi mạch theo đó mà hoạt động.

Vì các giao tiếp truyền được dùng khá rộng rãi trong các thiết bị điện tử hiện đại, các vi mạch ngoại vi LSI đặc biệt đã được phát triển cho phép thực hiện các loại giao tiếp này. Tên tổng quát của hầu hết các IC này là:

- + UART (Universal asynchronous receiver transmitter).
- + USRT (Universal synchronous receiver transmitter): mạch này đồng bộ thiên hướng ký tự.
- + USART có thể hoạt động theo UART hay USRT tùy chọn.
- + BOPs (Bit-Oriented protocol circuits) mạch này đồng bộ thiên hướng bit.
- + UCCs (Universal communication control circuits) có thể lập trình cho cả 3 loại trên (UART, USRT hay BOPs).

Cả UART và USART đều có khả năng thực hiện nhu cầu chuyển đổi song song sang nối tiếp để truyền số liệu đi xa và chuyển đổi nối tiếp sang song song khi tiếp nhận số liệu. Đối với số liệu được truyền theo chế độ bất đồng bộ chúng cũng có



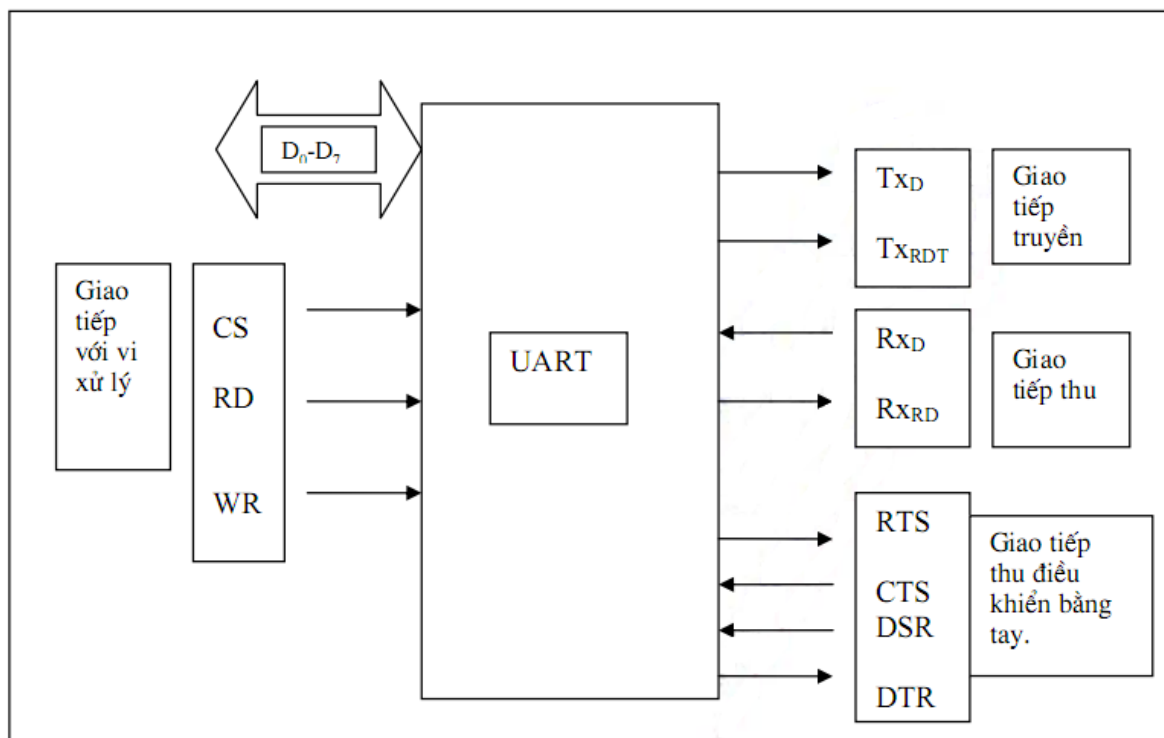
khả năng đóng khung cho ký tự một cách tự động với START bit, PARITY bit và các STOP bit thích hợp.

Hơn nữa, để tiếp nhận dữ liệu, UART và USART đều có khả năng kiểm tra các ký tự một cách tự động để phát hiện lỗi parity, và cả hai loại lỗi khác là lỗi định dạng frame (framing error) và lỗi chồng chập ký tự nhận (overrun error). Lỗi định dạng frame có nghĩa là sau khi phát hiện đầu ký tự với một START bit, máy thu không phát hiện được số STOP bit thích hợp. Điều này có nghĩa là ký tự truyền không được nhận một cách hoàn hảo và cần phải truyền lại. Lỗi chồng chập ký tự có nghĩa là ký tự được nhận nhưng không được bộ vi xử lý đọc ra khỏi thanh ghi dữ liệu thu của USART trước khi nhận tiếp một ký tự mới. Do đó, ký tự trước bị mất và sẽ phải truyền lại.

Một sơ đồ khối của UART được trình bày trên hình 3.4. Ở đây chúng ta thấy rằng nó có bốn giao tiếp tín hiệu chủ yếu: giao tiếp với bộ vi xử lý, giao tiếp truyền, giao tiếp thu và giao tiếp điều khiển bắt tay (handshake control interface).

Các LSI UART và USART không thể đứng một mình trong hệ thống truyền tin. Hoạt động của chúng được điều khiển bởi một bộ xử lý có ứng dụng tổng quát ví dụ như các bộ xử lý thông thường. Giao tiếp với bộ xử lý là giao tiếp được dùng để kết nối UART vào đơn vị xử lý trung tâm CPU (central processing unit). Xem hình 3.4, chúng ta thấy rằng giao tiếp này bao gồm một bus dữ liệu hai chiều 8 bit (D0-D7) và 3 đường điều khiển CS, RD và WR.

Tất cả dữ liệu truyền giữa UART và CPU diễn ra qua bus dữ liệu 8 bit này. Hai hoạt động có sử dụng bus này là nạp dữ liệu từ phân thu của UART vào và xuất hiện dữ liệu ra phân truyền của nó. Các loại thông tin khác cũng được chuyển qua giữa CPU và UART. Ví dụ các chỉ thị điều khiển chế độ, các chỉ thị lệnh điều hành, và các thông tin trạng thái.



Hình 3.4 Sơ đồ khối tổng quát của UART

Các LSI UART có thể được cấu hình cho các chế độ hoạt động khác nhau thông qua phần mềm. Các chỉ thị điều khiển chế độ là những gì phải được gửi đến UART để khởi động các thanh ghi điều khiển của nó tạo chế độ hoạt động mong muốn. Ví dụ như khuôn dạng của frame được dùng để truyền hay nhận dữ liệu có thể được cấu hình thông qua phần mềm. Các tùy chọn tiêu biểu gồm chiều dài ký tự thay đổi từ 5 đến 8 bit; kiểm tra chẵn lẻ hay không kiểm tra.

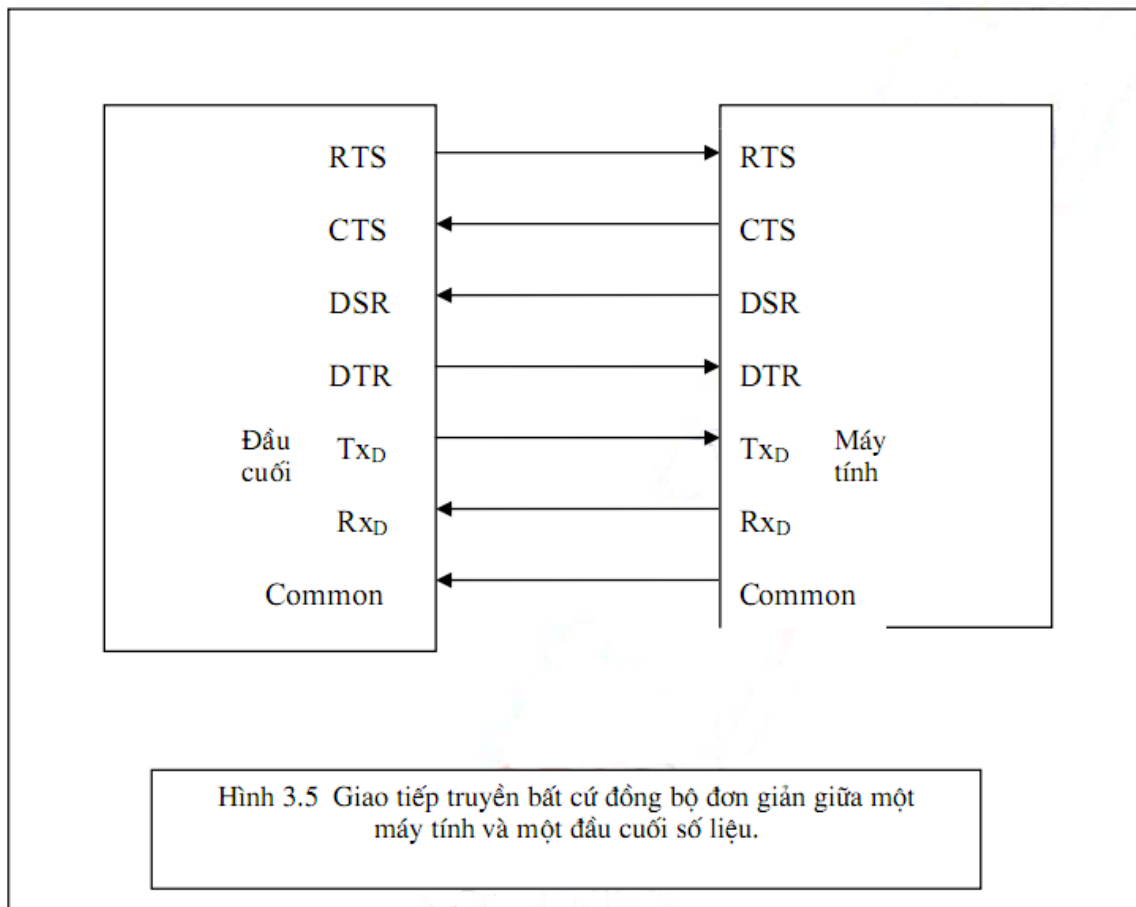
Chúng ta đã biết một UART không thể hiện được chức năng truyền tin. Thật vậy, tuần tự của các sự kiện cần thiết khởi động truyền và nhận được điều khiển bởi các lệnh của CPU gửi đến UART. Ví dụ CPU có thể bắt đầu yêu cầu truyền số liệu bằng cách ghi một lệnh vào UART khiến ngõ điều khiển hướng ra RTS được thiết lập ở mức tích cực (0). Mức tín hiệu tích cực 0 trên RTS báo cho hệ thống ở đầu bên kia của đường truyền (ví dụ DCE) chuẩn bị nhận dữ liệu tại đầu thu của đường truyền tin, CPU có thể chấp nhận sẵn sàng nhận gửi dữ liệu bằng cách gửi một lệnh cho UART của nó, làm cho tín hiệu điều khiển DTR xuống mức thấp (0).

Hầu hết các UART đều có thanh ghi trạng thái (status register) chứa thông tin liên quan đến trạng thái hiện hành của nó. Ví dụ có thể chứa các bit cờ (flag bit) biểu thị

trạng thái hiện hành của các đường tín hiệu như RTS và DTR. Điều này cho phép CPU kiểm tra các trạng thái logic của các đường dây này bằng phần mềm.

Ngoài các thông tin về mức logic của các đường điều khiển, thanh ghi trạng thái còn chứa các bit cờ biểu thị các điều kiện lỗi như parity, lỗi định dạng frame và lỗi chongchập ký tự. Sau khi nhận một ký tự, trước hết CPU đọc các bit này để chắc chắn rằng đã nhận được một ký tự hợp lệ, và nếu các bit này không ở mức tích cực (không lỗi) thì ký tự được đọc ra từ thanh ghi dữ liệu thu trong UART.

Phía bên phải của sơ đồ khối ở hình 3.4 chúng ta có thể thấy giao tiếp truyền và giao tiếp thu. Giao tiếp truyền có hai đường tín hiệu: transmit data (TxD) và transmit ready (TxRDY). TxD là đường mà qua đó bộ phận truyền của UART xuất ký tự nối tiếp ra đường truyền. Như trình bày trên hình 3.5, đường ra này được nối đến ngõ nhập dữ liệu thu (RxD) của bộ phận thu trong hệ thống đầu xa của đường truyền.



Thông thường bộ phận truyền của một LSI UART chỉ có thể giữ được một ký tự tại một thời điểm. Các ký tự này được giữ trong thanh ghi dữ liệu truyền (transmit data register) trong UART. Vì chỉ có một ký tự có thể được giữ trong UART, nên UART phải phát tín hiệu cho CPU mỗi khi nó hoàn thành truyền ký tự này. Đường TxRDY được cung cấp cho mục đích này. Ngay sau khi hoàn tất truyền ký tự trong thanh ghi dữ liệu truyền, bộ phận truyền chuyển TxRDY sang mức tích cực. Tín hiệu này sẽ gửi một ngắt (interrupt) vào CPU. Bằng cách này, sự xuất hiện của nó có thể khiến cho chương trình điều khiển qua chương trình phục vụ thích hợp và sẽ xuất các ký tự khác ra thanh ghi dữ liệu truyền và sau đó hoạt động truyền được khởi động trở lại.

Bộ phận thu tương tự như bộ truyền mà chúng ta mới mô tả. Tuy nhiên, ở đây đường dữ liệu thu (RxD) là đường nhập, nó chấp nhận các chuỗi bit ký tự nối tiếp được truyền từ bộ phận truyền của hệ thống ở đầu xa của đường truyền. Lưu ý rằng trong hình 3.5 đầu nhập dữ liệu nối đến đầu truyền dữ liệu (TxD) của bộ phận truyền trong hệ thống tại đầu xa. Ở đây tín hiệu hướng ra (RxRDY) được dùng như một ngắt gửi đến CPU, thông báo cho CPU biết đã nhận được một ký tự. Chương trình con phục vụ ngắt này được khởi động, trước hết nó phải xác định ký tự này có hợp lệ hay không và nếu hợp lệ, nó phải đọc ký tự này ra khỏi thanh ghi dữ liệu thu của UART.

Dùng các tín hiệu điều khiển bắt tay RTS, DTR và CTS, các loại giao thức truyền bất đồng bộ khác nhau có thể thực hiện được thông qua các giao tiếp này. Một giao tiếp truyền truyền bất đồng bộ dùng các đường điều khiển này được trình bày trên hình 3.5. Trong ví dụ, một giao thức có thể được thiết lập sao cho khi đầu cuối số liệu muốn gửi số liệu đến máy tính nó sẽ phát một yêu cầu qua đầu ra RTS của nó. Để làm điều này, CPU của đầu cuối số liệu một lệnh đến UART, lệnh này yêu cầu nó đưa đường tín hiệu RTS xuống mức tích cực (mức logic 0). Mức tích cực trên RTS của đầu cuối được áp vào đầu nhập DRS của máy tính. Bằng cách này, nó báo cho máy tính biết rằng đầu cuối số liệu muốn truyền số liệu vào máy tính.

Khi máy tính sẵn sàng nhận số liệu, nó chấp nhận yêu cầu này bằng cách kích hoạt ngõ ra DTR trên UART của nó. CPU trong máy tính thực hiện điều này bằng cách gửi một lệnh cho UART bảo nó chuyển DTR xuống mức tích cực (mức 0). Tín hiệu này áp vào đầu ra CTS của UART của đầu cuối số liệu và báo với UART trong đầu

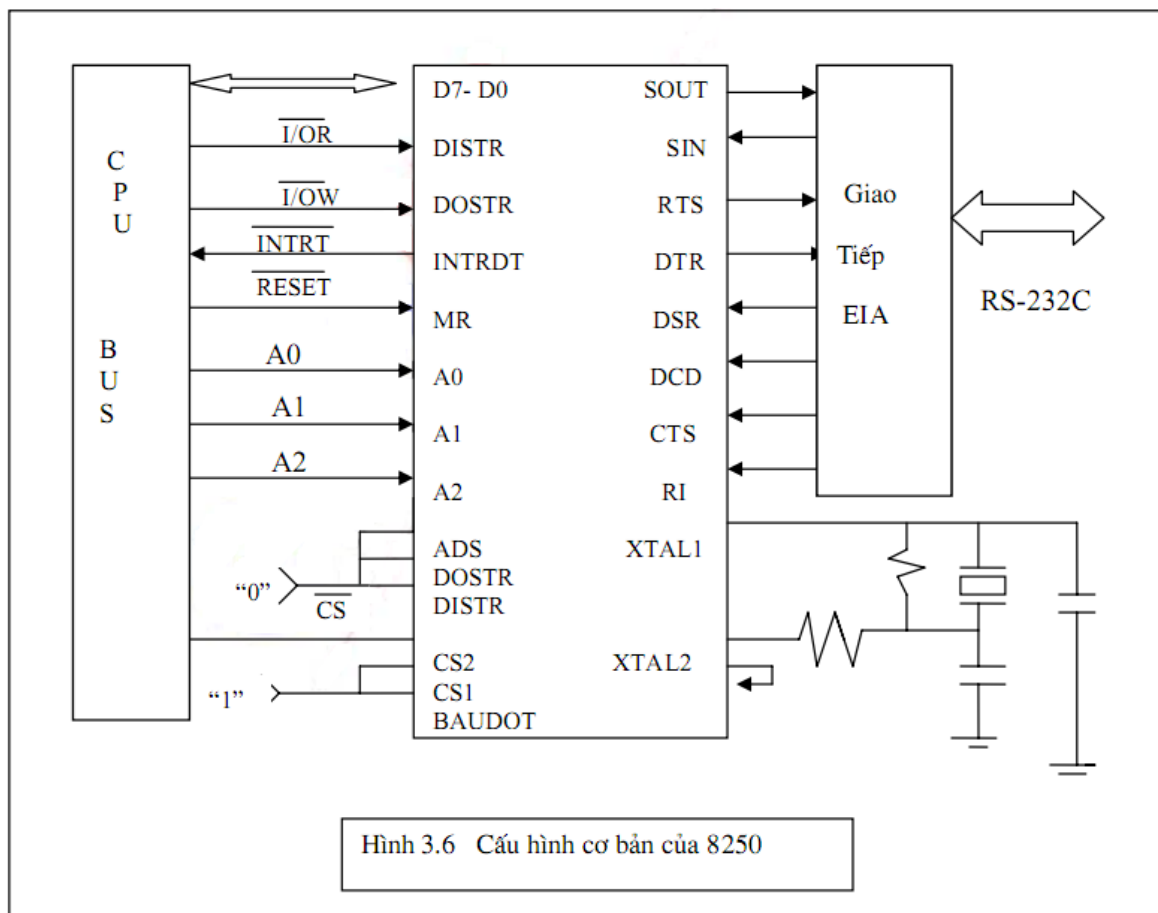
cuối số liệu biết có thể bắt đầu xuất số liệu lên TxD. Cùng lúc đó, bộ phận thu trong UART ở máy tính cũng bắt đầu đọc số liệu từ ngõ nhập RxD của nó.

### 3.4.2. Giao truyền có thể lập trình UART 8250 của Intel

Các hệ thống tin bất đồng bộ thường dùng các chip LSI giá thành rẻ như: Motorola 6850 ACIA (asynchronous communication interface adapters) dùng với họ vi xử lý 6800/68000 của motorola.

National 8250 UART dùng với họ vi xử lý 8088/80x86 của intel.

Hình 3.6 Mô tả cấu hình cơ bản của 8250 với ba phần giao tiếp chính là: giao tiếp với bus xuất/nhập IO của hệ thống, mạch định thời và giao tiếp RS-232.



Hình 3.6 Cấu hình cơ bản của 8250

#### 3.4.2.1. Giao tiếp Bus:

+ Đệm dữ liệu hai chiều 3 trạng thái (D0 – D7): là cửa ngõ trao đổi dữ liệu song song, các từ điều khiển, và từ trạng thái của CPU.

+ DISTR (Data input strobe): tín hiệu hướng vào chọn đọc thông tin từ 8250, sử dụng một trong hai đường.

+ DOSTR (Data output strobe): tín hiệu hướng vào chọn ghi thông tin ra 8250, dùng một trong hai đường.

+ A0, A1 và A2: tín hiệu nhập, là địa chỉ dùng để chọn các thanh ghi bên trong 8250. Sự phân bố các địa chỉ tương ứng được trình bày trong bảng 3.2.

+ CS0, CS1 và CS2: cho phép 8250 hoạt động khi CS0 =0, CS1=1 và CS2=0.

+ ADS (address strobe) khi ở mức logic 0 cho phép thiết đặt địa chỉ A0, A1, A2 và các CS, cho các tín hiệu này ổn định trước khi sử dụng.

+ MR (master reset): khi ở mức logic 1 đưa 8250 về trạng thái ban đầu.

+ INTRPT: là ngõ xuất yêu cầu ngắt quãng về CPU. Tín hiệu này lên mức logic 1 khi xảy ra một trong bốn loại ngắt quãng mà 8250 có thể phát ra: có cờ lỗi ở mức tích cực do số liệu nhị phân bị sai; nhận số liệu tốt; bộ đệm truyền không còn số liệu để truyền; có thay đổi trạng thái trên các đường tín hiệu điều khiển modem.

+ CSOUT (chip select output): khi ở mức logic 1 báo cho biết 8250 đã được chọn.

+ DDIS (driver disable): ở mức logic 0 khi CPU đang đọc 8250.

### **3.4.2.2. Xung đồng hồ và sự định thời gian**

Tần số xung đồng hồ của 8250 có thể được lấy từ một tín hiệu bên ngoài hoặc do một mạch dao động bên trong tạo ra nhờ nối với thạch anh. Các tần số này xác định ở chân XTAL1, sau đó qua một mạch chia tần (có thể lập trình được) để tạo ra một tần số tín hiệu đồng hồ chủ. Tần số này cao hơn tốc độ baud chọn 16 lần. Tín hiệu đồng hồ chủ được dùng để điều khiển mạch phát bên trong 8250 sao cho mạch phát và mạch thu có thể làm việc theo những tần số khác nhau.

Tần số tín hiệu đồng hồ chủ này được đưa ra ở chân BAUDOT, nếu chọn tần số đồng hồ khác cho mạch thu thì đưa vào các chân RCLK, còn nếu dùng cùng tần số

thì nối hai chân này lại với nhau. Cũng có thể xử lý tại tần số đồng hồ chủ để tạo ra tần số xung đồng hồ cho mạch thu.

### **3.4.2.3. Cấu trúc bên trong và hoạt động của 8250**

Hoạt động của 8250 được điều khiển bởi các thành phần điều khiển và hỗ trợ điều khiển gồm các thanh ghi: thanh ghi điều khiển đường truyền LCR (line control register), thanh ghi trạng thái đường truyền (line status register), thanh ghi nhận dạng ngắt quãng IIR (interrupt identification register), thanh ghi cho phép ngắt quãng IER (interrupt enable register), thanh ghi điều khiển modem MCR (modem control register), thanh ghi đệm truyền THR (transmitter holding register) thanh ghi đệm nhận.

## **3.5. Các thiết bị điều khiển truyền số liệu**

### **3.5.1. Khái quát**

Trong nhiều ứng dụng truyền dữ liệu có một yêu cầu chung là phải đáp ứng sự phân tán các đầu cuối thông tin, thí dụ như các máy tính cá nhân, tất cả các đầu cuối đều có nhu cầu truy xuất một dịch vụ tính toán trung tâm. Dịch vụ này có thể điều hành một dịch vụ thư điện tử trung tâm hay một cơ sở dữ liệu trung tâm. Nếu tất cả các đầu cuối đặt ở các vị trí khác nhau, chỉ có một giải pháp cung cấp một đường thông tin riêng biệt cho mỗi đầu cuối. Giả sử các đầu cuối được phân bố xung quanh nối trực tiếp vào máy tính trung tâm, còn nếu như các máy tính được phân bố xa trung tâm hầu hết đều phải dùng một Modem để thực hiện cầu nối chuyển mạch hay dùng đường dây thuê riêng. Trong các trường hợp có nhiều đầu cuối gần nhau có thể dùng một thiết bị gọi là bộ ghép kênh MUX (multiplexer) để tối thiểu số dây dẫn cần nối đến trung tâm. Các thiết bị này được dùng cùng với đường truyền dẫn có tốc độ cao hơn tốc độ của các thiết bị đầu cuối thành phần.

Có hai dạng thiết bị ghép kênh đó là: các bộ ghép kênh phân thời gian, và các bộ ghép kênh thống kê. Bộ ghép kênh thời gian phân phối cố định cho mỗi đầu cuối một phần khả năng truyền để cùng chia sẻ đường truyền tốc độ cao với các đầu cuối khác. Bộ ghép kênh thống kê chỉ phân phối khả năng truyền theo nhu cầu mang tính thống kê.

### **3.5.2. Bộ ghép kênh phân thời**

Để thực hiện hoạt động ghép kênh, vi xử lý dùng 2 bộ đệm 2 byte cho mỗi UART, một cặp cho truyền và một cặp cho nhận. Để truyền, mỗi byte nhận từ UART được lưu giữ đơn giản theo phương pháp lặp trong bộ đệm 2 byte. Đồng thời vi xử lý đọc nội dung hiện hành của mỗi bộ đệm 2 byte theo các đoạn 8 bit đồng bộ với tốc

độ bit của liên kết tốc độ cao. Thủ tục theo chiều ngược lại cũng được xúc tiến để tiếp nhận từ liên kết tốc độ cao dùng bộ đệm kia. Các bit điều khiển bắt tay được cài theo phương pháp đã thống nhất trước nhằm phản ánh trạng thái tương ứng của đường dây liên quan đến giao tiếp tương ứng.

### **3.5.3. Bộ ghép kênh thống kê**

Mỗi đầu cuối trong một bộ ghép kênh phân thời liên quan đến một khe ký tự cố định trong mỗi frame. Nếu đầu cuối hay máy tính không có dữ liệu truyền khi bộ xử lý quét qua UART tương ứng, vi xử lý phải chèn các ký tự NUL vào trong khe này, vì thế rất không hiệu quả trong việc sử dụng băng thông đường truyền sẵn có. Nếu liên kết dữ liệu thuộc sở hữu tư nhân thì điều này không cần bận tâm. Nhưng nếu là đường truyền công cộng thì nó có ảnh hưởng rất lớn. Phương pháp ghép kênh hiệu quả hơn là ghép kênh thống kê (statiscal multiplexing).

Bộ ghép kênh thống kê hoạt động theo nguyên lý tốc độ trung bình dữ liệu của ký tự nhập tại một đầu cuối thường thấp hơn nhiều so với khả năng truyền dẫn của đường dây. Nếu tốc độ dữ liệu của người dùng thay vì tốc độ của đường truyền thì tốc độ bit của liên kết dữ liệu chung thấp hơn nhiều và giá thành giảm đi đáng kể. Giả sử một vị trí ở xa có 8 đầu cuối cần nối đến một máy tính trung tâm ở xa qua đường truyền dẫn công cộng, giả sử đường truyền có tốc độ tối đa là 4800bps. Dùng một MUX cơ bản và một đường dây đơn, tốc độ hoạt động danh định của mỗi đầu cuối phải nhỏ hơn 600bps, giả sử là 300bps. Ảnh hưởng của giới hạn này là thời gian đáp ứng của máy tính đối với mỗi ký tự được gõ vào đầu cuối thường thấp hoặc một nếu một khối ký tự đang được truyền đến đầu cuối thì thời gian trễ có thể nhận thấy được. Dĩ nhiên nếu tốc độ dữ liệu trung bình đầu cuối là 300bps thì với bộ ghép kênh thống kê thì dữ liệu có thể được truyền bởi một đầu cuối với tốc độ tối đa có thể là 4800bps, do đó thời gian đáp ứng trung bình đối với mỗi ký tự gõ vào được cải thiện đáng kể. Vì các ký tự được truyền trên liên kết số liệu chung căn cứ theo thống kê thay cho sự phân phối trước, nên mỗi ký tự hay nhóm ký tự được truyền cũng phải mang thêm thông tin nhận dạng.

## **Chương 4: Các giao thức điều khiển liên kết số liệu**

### **4.1. Tổng quan**

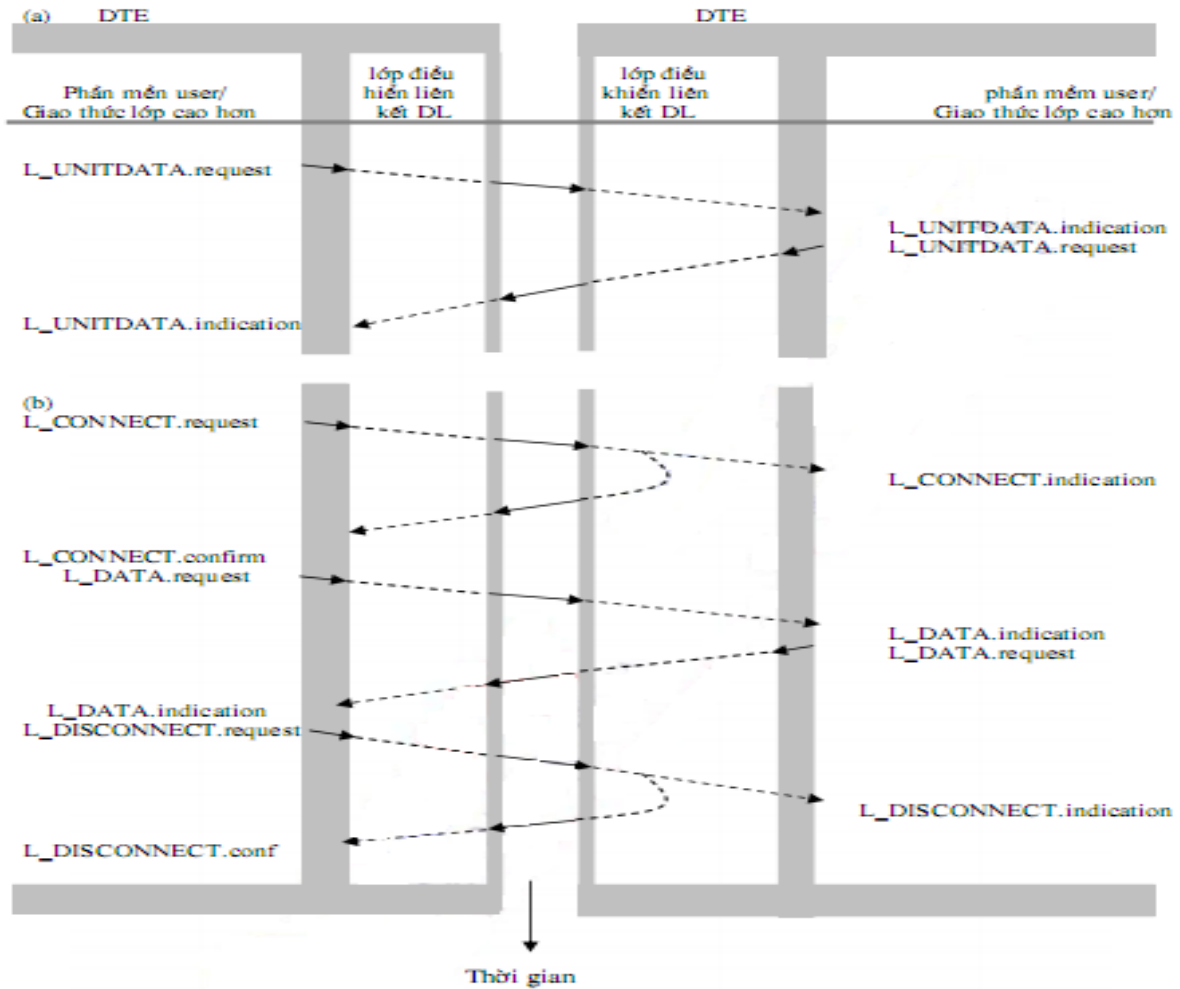
Lớp điều khiển số liệu liên quan đến việc chuyển thông tin số liệu qua một lớp liên kết số liệu nối tiếp. Liên kết số liệu có thể là một kênh vật lý điểm nối điểm (dùng cáp xoắn, cáp đồng trục hay cáp quang) hoặc một kênh vô tuyến như liên kết vệ tinh hoặc một liên kết vật lý hay logic qua các mạng chuyển mạch. Chế độ truyền có thể là bất đồng bộ và dựa trên giao thức điều khiển truyền thiên hướng bit hay thiên hướng ký tự. Do đó lớp điều khiển liên kết số liệu là nền tảng hoạt động của tất cả các ứng dụng truyền số liệu và thường gọi tắt là lớp liên kết số liệu.



Trong các ứng dụng điểm nối điểm đơn giản, lớp liên kết số liệu đóng vai trò là lớp ứng dụng trực tiếp.. Trong các ứng dụng phức tạp hơn, chẳng hạn như các ứng dụng thông qua các mạng chuyển mạch, lớp liên kết số liệu cung cấp một dịch vụ xác định cho tập hợp các giao thức mức cao hơn. Tùy thuộc vào ứng dụng, dịch vụ user được cung cấp bởi lớp liên kết số liệu có thể là dịch vụ không tạo cầu nối (connectionless) hay dịch vụ có tạo cầu nối (connection – oriented). Hai loại dịch vụ được trình bày trên sơ đồ tuần tự theo thời gian ở hình 4.1

Dịch vụ không tạo cầu nối có ý nghĩa là cho dù có các bit kiểm tra để phát hiện lỗi, nhưng nếu phát hiện bất kì frame nào bị lỗi thì thực thể giao thức lớp liên kết chỉ làm một thao tác đơn giản là loại bỏ frame này. Dịch vụ này cũng được xem là dịch vụ không báo nhận và chức năng truyền lại trở thành một chức năng hiển nhiên của một lớp giao thức cao hơn. Ví dụ, được thực hiện trong các ứng dụng dựa trên các mạng chuyển mạch trong đó tham số BER của các đường truyền rất thấp do đó xác suất truyền lại nhỏ, chẳng hạn như trong các mạng LAN và ISDN.

Nhớ lại rằng với loại dịch vụ này, giao thức liên kết số liệu dùng các thủ tục kiểm soát lỗi và điều khiển luồng để tạo ra các dịch vụ tin cậy. Do đó xác suất số liệu không lỗi, không trùng khá cao và các thông điệp sẽ được phân phối theo thứ tự giống như khi được nạp để truyền đi. Để đạt được điều này, trước khi truyền bất cứ một frame thông tin nào, một cầu nối logic giữa hai thực thể giao thức được thiết lập thông qua dịch vụ L\_CONNECT. Tất cả số liệu được chuyển giao nhờ vào giao thức điều khiển luồng và truyền lại thích hợp. Khi tất cả các số liệu đã được trao đổi, cầu nối logic bị xóa bằng dịch vụ L\_DISCONNECT.



Hình 4.1 Các hàm thực thể dịch vụ lớp điều khiển liên kết dữ liệu:

(a) Không tạo cầu nối (b) có tạo cầu nối

Bởi dải ứng dụng của liên kết số liệu khá rộng nên trước hết chúng ta sẽ xem xét vài môi trường ứng dụng khác nhau liên quan đến nó. Chúng ta sẽ xem xét hoạt động chi tiết của các giao thức khác nhau trong các mục tiếp theo.

## 4.2. Các môi trường ứng dụng

Một vài môi trường ứng dụng được trình bày trên hình 4.2. Chúng ta có thể thấy rằng, trong vài trường hợp các giao thức liên kết số liệu ở ngay trong hai đầu cuối thông tin (DTE), ví dụ như máy tính và tầm hoạt động của giao thức được xem như từ đầu cuối đến đầu cuối. Trong các trường hợp khác, giao thức hoạt động thông qua liên kết cục bộ, ví dụ liên kết nối DTE vào mạng. Trường hợp như vậy, ta nói giao thức chỉ có ý nghĩa cục bộ.

Trong hình 4.2 (a), liên kết số liệu là một kênh điểm nối điểm, nó có thể là một kết nối vật lý trực tiếp (dùng cáp xoắn đôi, cáp đồng trục hay cáp quang), một kênh được thiết lập qua mạng điện thoại công cộng dùng modem, một kênh thông qua

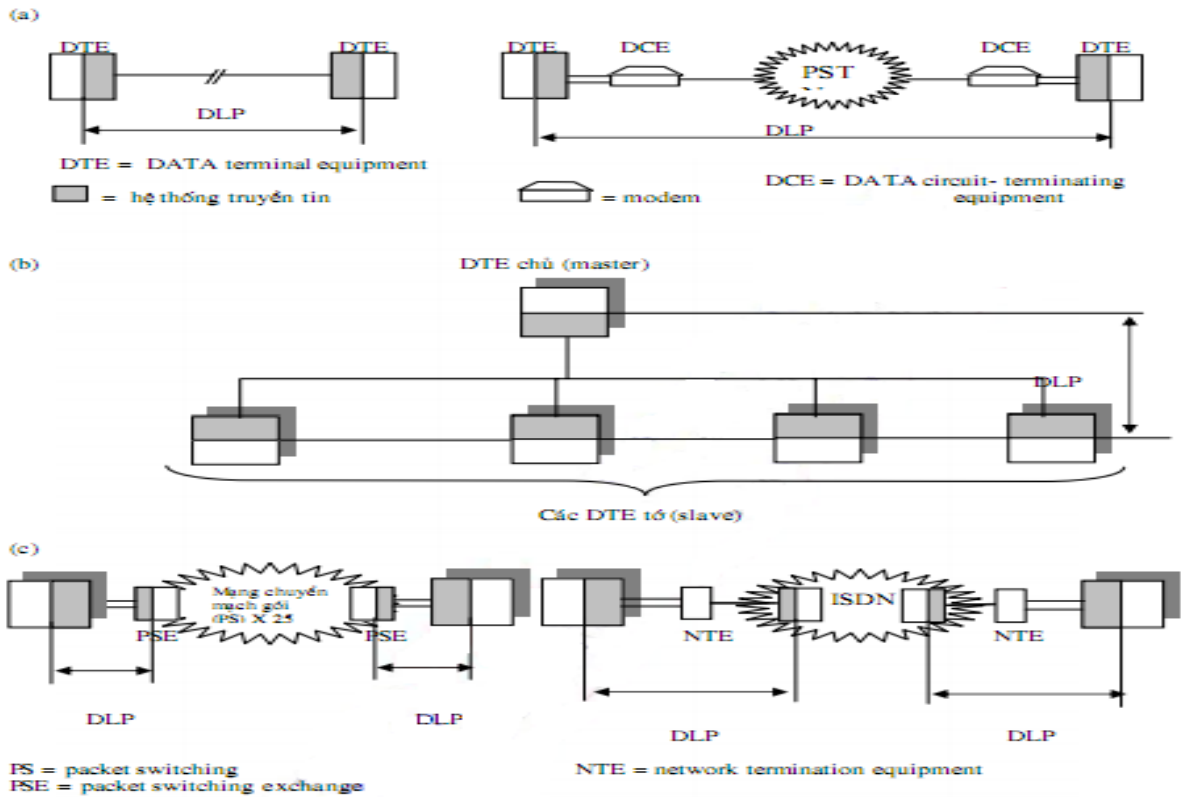
mạng ghép kênh tư nhân, hoặc một liên kết vô tuyến như liên kết vi ba mặt đất hay liên kết vệ tinh. Liên kết số liệu hoạt động trên cơ sở đầu cuối đến đầu cuối và trong nhiều áp dụng như vậy, nó phục vụ cho ứng dụng một cách trực tiếp. Do đó, thường dùng dịch vụ theo hướng kết nối tin cậy.

Loại giao thức liên kết số liệu được dùng tùy thuộc vào khoảng cách hai đầu cuối thông tin và tốc độ bit của liên kết. Đối với các liên kết tốc độ thấp như liên kết dùng modem, thì giao thức hướng ký tự idle RQ được dùng. Các giao thức loại này ví dụ như Kermit và X-modem cả hai là các giao thức truyền tập tin đơn giản được dùng để mở rộng truyền tin giữa các máy tính cá nhân. Chúng rất giống với giao thức idle RQ.

Đối với các liên kết tốc độ cao hơn và đặc biệt là các liên kết có cự li xa như liên kết vệ tinh hay các kênh xuyên qua các mạng ghép kênh tư nhân, một giao thức thuộc loại liên tục được gọi là HDLC (high level data link control) được dùng. Đây là giao thức thiên hướng bit phù hợp với nhiều chế độ khác nhau.

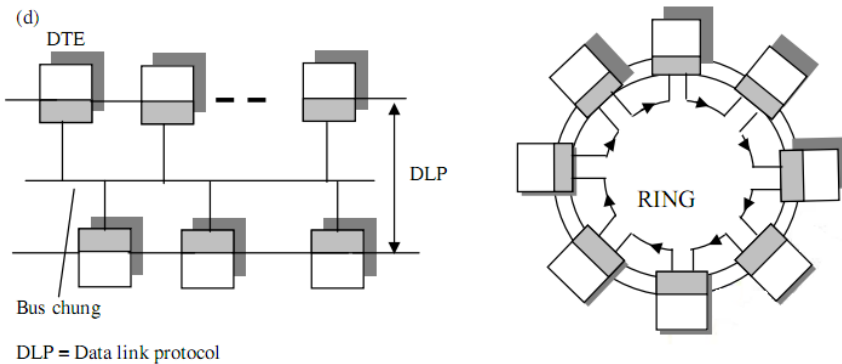
Kiến trúc ứng dụng được gọi là topo đa điểm. Như chúng ta thấy, có một đường dây truyền được gọi là bus được dùng để kết nối tất cả các máy tính lại với nhau. Do đó chúng ta phải đảm bảo rằng tất cả các hoạt động truyền đều được thực hiện theo một phương pháp có kiểm soát và không bao giờ có hai hoạt động truyền lại xảy ra đồng thời. Các kiến trúc như vậy thường được dùng trong các ứng dụng có liên quan đến mô hình thông tin máy tính chủ/tớ (master/slave), trong đó có một máy chủ (master) kết nối với một nhóm phân tán các máy tính tớ (slave). Ví dụ như máy tính chủ điều khiển một số các đầu cuối đặt phân tán tại các điểm bán hàng của một siêu thị hay máy tính quản lí trong một qui trình điều khiển một nhóm các trang thiết bị thông minh (dùng công nghệ máy tính) đặt phân tán trong một nhà máy. Tất cả các hoạt động truyền đều diễn ra giữa máy tính chủ và máy tính tớ đã chọn, vì vậy máy tính chủ điều khiển thứ tự của tất cả các hoạt động truyền.

Để điều khiển truy nhập vào môi trường truyền chia sẻ một cách bình đẳng, thường dùng một giao thức liên kết dữ liệu có tạo cầu nối. Các giao thức trước đây dùng cho các kiến trúc như vậy chủ yếu dựa vào sự phát triển của giao thức idle RQ thiên hướng ký tự được gọi là BSC (Binary Synchronous Control) hay bisync. Các hiện thực gần đây dựa vào một trong các chế độ hoạt động của giao thức HDLC thiên hướng bit được gọi là chế độ đáp ứng thông thường NRM (Normal Response Mode). Cả bisync và NRM đều hoạt động theo chế độ quét chọn (poll select); khi máy chủ muốn nhận dữ liệu từ một máy tớ, nó gửi cho máy tớ đó một thông điệp quét (poll message), và nếu nó muốn gửi dữ liệu đến cho máy tớ thì sẽ gửi cho máy tớ một thông điệp chọn (select message).



Hình 4.2 Các môi trường ứng dụng truyền giao thức liên kết dữ liệu

(a) Điểm – nối – điểm (b) đa điểm (c) các WAN



Hình 4.2 (d) các môi trường ứng dụng truyền giao thức liên kết dữ liệu các LAN

Hai kiến trúc được trình bày trên hình 4.2 (c) đều liên hệ đến các ứng dụng có liên quan đến cá mạng chuyển mạch diện rộng (WAN). Trong ví dụ đầu tiên, giao thức liên kết chỉ có ý nghĩa cục bộ và chỉ hoạt động giữa DTE và DCE, như trong trường hợp một mạng chuyển mạch gói X.25. Tập giao thức X.25 được dùng trong các mạng như vậy chỉ áp dụng cho liên kết cục bộ giữa DTE và DCE. Giao thức liên kết số liệu dùng với X.25 cũng dẫn xuất từ HDLC, được gọi là LAP-B (Link access procedure Balance).

Kiến trúc thứ hai được dùng với các mạng số liệu chuyển mạch (circuit-switched data networks) ví dụ như ISDN. Khi một mạch đã được thiết lập thông qua mạng, nó cung cấp một liên kết điểm nối điểm được xem như mạch ảo – cho cung đoạn chuyển dữ liệu. Giao thức này có thể tạo cầu nối hay không tạo cầu nối, được gọi tương ứng là chuyển mạch frame (frame switching) và tiếp frame (frame relay). Ngoài ra, thủ tục thiết lập cuộc gọi liên hệ với ISDN được thực hiện nhờ dùng liên kết riêng gọi là kênh báo hiệu hay kênh D. Thủ tục này dùng một giao thức liên kết là một dẫn xuất của HDLC được gọi là LAPD (link access procedure D-channel).

Sau cùng, hai cấu hình được trình bày trên hình 4.2 (d) liên quan đến ứng dụng trên mạng cục bộ (LAN). Một đặc trưng của các mạng này là dùng các liên kết có tỉ lệ lỗi bit thấp, cự li ngắn và hoạt động với tốc độ bit cao (xấp xỉ 10Mbps). Kết quả là lỗi hiếm khi xảy ra và thời gian chuyển frame giữa đầu cuối và đầu cuối diễn ra rất nhanh. Các mạng như vậy thường hoạt động theo chế độ không tạo cầu nối, trong chế độ này tất cả các hoạt động truyền lại và các chức năng điều khiển luồng được giao cho một lớp giao thức cao hơn trong hệ thống đầu cuối. Giao thức liên kết được dùng với các LAN là một lớp con của HDLC được gọi là LLC (logical link control).

Tóm lại, có một số dải các giao thức liên kết số liệu, mỗi giao thức được thiết kế để dùng cho một môi trường ứng dụng đặc biệt.

### **4.3. Các giao thức thiên hướng ký tự**

Các giao thức thiên hướng ký tự được dùng trong các ứng dụng điểm nối điểm và cả đa điểm. Đặc trưng của các giao thức này dùng các ký tự điều khiển truyền để thực hiện các chức năng điều khiển liên quan đến quản lý dữ liệu liên kết, đánh dấu đầu và cuối frame, kiểm soát lỗi và “trong suốt” dữ liệu. Trong suốt dữ liệu là chức năng đặc biệt nhằm ngăn chặn sự nhầm lẫn dữ liệu và thông tin điều khiển.

Trong khi đề cập đến các giao thức hướng ký tự, chúng ta đã xem xét một liên kết số liệu điểm nối điểm và một luồng frame đơn công (một chiều) để trình bày các khía cạnh khác nhau của các giao thức liên kết. Tuy nhiên, trong hầu hết các ứng dụng thực tế chúng ta phải mở rộng các khái niệm đã được giới thiệu để chấp nhận số liệu được trao đổi theo cả hai hướng. Tương tự, nếu như có nhiều hơn hai chủ thể truyền tham gia vào trong cấu hình đa điểm, chúng ta phải cần đến một phương pháp điều khiển truy nhập vào môi trường truyền chia sẻ. Chúng ta sẽ bàn đến các chủ điểm này khi khảo sát các giao thức khác nhau.

### 4.3.1. Các giao thức đơn công (simplex protocols).

Lớp giao thức này là đơn giản nhất vì nó chỉ cho phép chuyển số liệu theo một hướng từ máy tính (DTE) này đến một máy tính khác qua một liên kết số liệu điểm nối điểm. Nó được dùng với cấu hình trong hình 4.2 (a). Một ứng dụng tiêu biểu của truyền tập tin dữ liệu từ máy tính này đến máy tính khác. Một trong những giao thức được dùng rộng rãi nhất là Kermit. Kermit được dùng rộng rãi để truyền nội dung của một hay nhiều tập tin từ máy tính này tới máy tính kia thông qua một liên kết điểm nối điểm. Liên kết có thể là một kênh được thiết lập thông qua mạng điện thoại công cộng (chuyển mạch tương tự) sử dụng các modem hay một cặp dây xoắn đôi với các bộ điều khiển thu/phát thích hợp. Thường dùng truyền đồng bộ.

Một số phiên bản của Kermit cho phép nó truyền tập tin giữa hai máy tính cá nhân hoặc giữa một máy tính cá nhân với một máy tính Server hay mainframe. Cơ cấu truyền tập tin cơ bản trong mỗi phiên bản là giống nhau. Các khác biệt chủ yếu là cách thức mà user của máy tính nguồn dùng chương trình kermit để truy nhập vào chương trình kermit ở máy tính đích ở thời điểm khởi đầu. Trước hết chúng ta sẽ xem xét phiên bản được dùng để truyền các tập tin giữa hai máy tính cá nhân.

Một tập lệnh đơn giản sẵn sàng cho biết cả hai user sau khi chương trình đã được chạy ở cả hai hệ thống. Chúng được trình bày trong sơ đồ tuần tự theo thời gian ở hình 4.3.

Nếu đang dùng modem thì một modem phải được đặt ở chế độ gọi và modem kia phải đặt ở chế độ trả lời. Dĩ nhiên, cả hai modem phải được cài tốc độ hoạt động bằng nhau. Mỗi user chạy chương trình kermit và nhập lệnh CONNECT, lệnh này nếu thành công sẽ cho kết quả là một liên kết vật lý được thiết lập giữa hai hệ thống. Sau đó user trong hệ thống sẽ nhận tập tin nhập lệnh RECEIVE và user trong hệ thống truyền tập tin nhập vào lệnh SEND cùng với tên tập tin muốn truyền. Sau đó kermit trong hệ thống truyền sẽ chuyển các tập tin dưới dạng nguyên vẹn của chúng. Khi mỗi phân đoạn tập tin được truyền, mỗi thông báo được xuất ra màn hình của cả hai user. Sau khi tất cả các phân đoạn của tập tin đã được truyền, cả hai user đều thoát ra khỏi kermit và trở về hệ điều hành cục bộ bằng lệnh exit. Để truyền tập tin theo hướng ngược lại, thứ tự của các lệnh được đảo lại giữa hai máy.

Chúng ta có thể thấy rằng kermit không đơn giản là một giao thức liên kết số liệu vì nó thực hiện một số các chức năng thêm vào như đọc ghi tập tin cũng như phân đoạn và tái thiết tập tin. Nó cũng có các loại frame (cũng gọi là gói) liên quan đến mỗi chức năng này như chúng ta có thể thấy từ dạng frame chuẩn ở hình 4.4 (a).

Có hai khác biệt chính giữa dạng frame được dùng trong kermit và dạng frame được đề cập đến. Trước hết, một byte xác định chiều dài (length character) được dùng để chỉ chiều dài của mỗi frame thay vì dùng một ký tự điều khiển ETX. Khác biệt thứ hai là các I-frame, ACK-frame và NAK-frame đều có cùng dạng cơ

bản. Cũng có ký tự điều khiển dự phòng CR (carriage return) được dùng tại cuối của frame. Việc dùng ký tự chỉ chiều dài có lợi ích là nội dung frame có thể là dạng text hay dạng nhị phân vì máy thu chỉ làm công việc đơn giản là nhận và nối lại một số ký tự hay byte thích hợp (như đã được chỉ định trong phần header) khi tập tin đang được tải thiết lập. Thông thường user trong máy tính thu biết được dạng tập tin hay có thể suy ra nó từ tên của tập tin.

Nội dung của tập tin dạng text được truyền theo tuần tự các khối 80 ký tự, mỗi khối được kết thúc bởi cặp ký tự CR/LF (carriage return/line type). Tuy nhiên, các tập tin nhị phân được truyền dưới dạng đơn giản hơn gồm một chuỗi các byte 8 bit. Bất cứ ký tự điều khiển dạng nào nằm trong phần nội dung `_text` hay nhị phân\_ đều được mã hóa trước khi truyền nhằm đảm bảo không gây ảnh hưởng đến trạng thái của thiết bị thông tin trong khi truyền. Điều này là đặc trưng của hoạt động điều khiển luồng trong một số modem. Mỗi ký tự điều khiển được phát hiện và được đổi thành tuần tự của hai ký tự in được bao gồm một ký tự tiền tố điều khiển `_#` của ASCII\_ kèm theo một ký tự ASCII có thể in được nằm trong cùng một hàng và ở cột 4 hoặc cột 5 lần lượt tương ứng với cột 0 hoặc cột 1 trong bảng mã ASCII. Do đó Ctrl -A trở thành #A, CR trở thành #M và FS trở thành #\ . Khi xuất hiện bất kỳ ký tự # nào, đều phải thêm một # phía trước.

Tuần tự trao đổi các frame bởi các thực thể giao thức của kermit để truyền một tập tin. Frame được gửi trước tiên để khởi động truyền tập tin là frame gửi lời mời (S). Nó bao gồm một danh sách tham số liên quan đến giao thức, như chiều dài frame tối đa và khoảng thời gian bất khả dụng `_timeout_` được dùng để truyền lại. Máy thu phúc đáp bằng một frame chấp nhận (Y) với các tham số điều khiển truyền đã được thống nhất.

Kế tiếp máy phát xử lý truyền nội dung tập tin. Trước hết, một frame đầu tập tin có chứa tên tập tin được truyền, tiếp theo là tuần tự các frame dữ liệu (D) chứa nội dung của tập tin. Sau khi frame dữ liệu cuối cùng của tập tin đã được truyền, máy thu được thông báo bằng một thông báo kết thúc tập tin (Z). Sau đó, các tập tin khác có thể được truyền theo cách tương tự. Cuối cùng, khi tất cả các tập tin đã được truyền, máy thu gửi một frame kết thúc thao tác (B) cho máy thu.

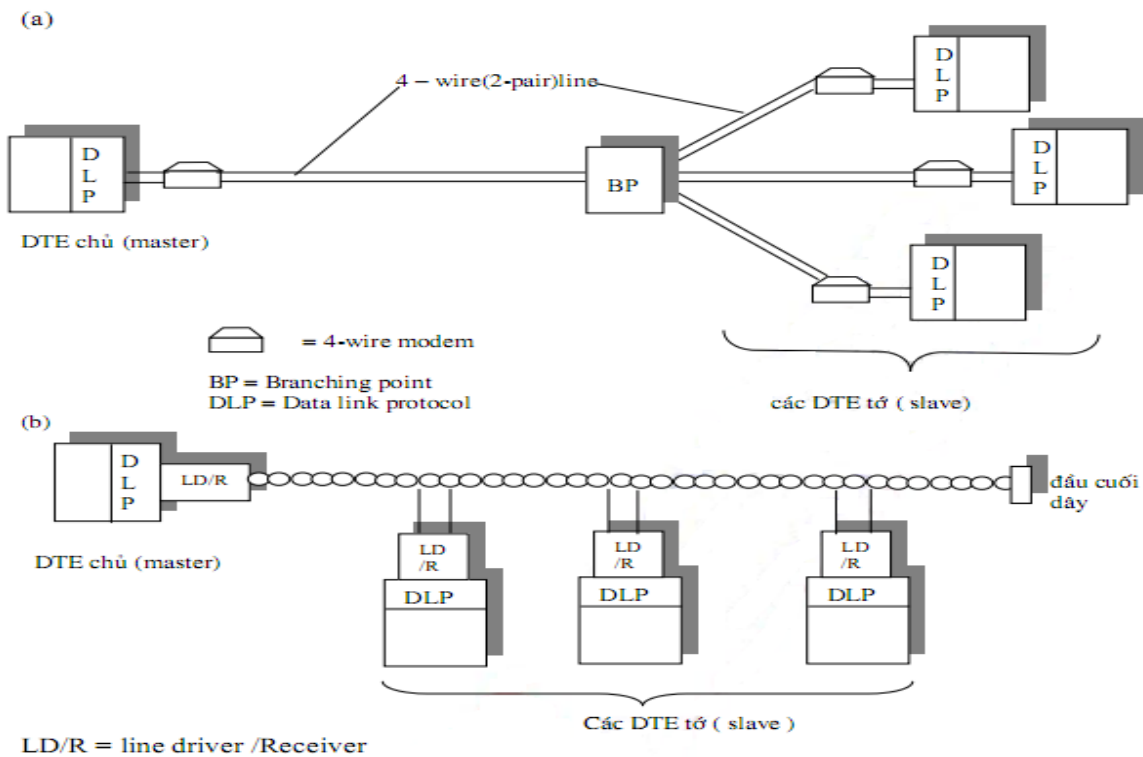
Kermit là một giao thức idle RQ. Do đó, sau khi truyền mỗi I-frame (I), máy thu phát đợi cho đến khi nhận được frame báo nhận (Y) kiểm tra tổng khối đúng hoặc một frame từ chối (N) BCC sai. Để dự phòng trường hợp các frame này bị hỏng, một bộ định thời được khởi động mỗi khi truyền một frame mới. Chỉ số tuần tự truyền trong mỗi I-frame tăng lên từng đơn vị theo modulo-64 và chỉ số tuần tự thu trong mỗi ACK-frame (Y) và NAK-frame (N) trùng với chỉ số tuần tự trong I-frame mà nó báo nhận hay từ chối.

Các đặc trưng mà chúng ta vừa thảo luận là đặc trưng tối thiểu liên quan đến kermit.

### 4.3.2. Các giao thức bán song công

Hầu hết các giao thức thiên hướng ký tự hoạt động theo idle RQ, bán song công. Nổi tiếng nhất là phiên bản được phát triển bởi IBM được gọi là điều khiển đồng bộ nhị phân, thường nói tắt là bisync hay BSC (binary synchronous control). Vì nó là nền tảng của giao thức thiên hướng ký tự của ISO gọi là chế độ cơ bản (basic mode), nên chúng ta sẽ dùng BSC như một ví dụ.

Như bao hàm trong tên gọi của nó, BSC thường được dùng trong các lược đồ điều khiển truyền đồng bộ. Nó là giao thức có tạo cầu nối (connection oriented) và được dùng chủ yếu trong các ứng dụng đa điểm, trong đó có một trạm (máy tính) chủ điều khiển tất cả các thông điệp truyền đến và đi từ một nhóm các trạm phụ thuộc (trạm tớ). Các trạm phụ thuộc được kết nối đến trạm chủ bằng các mạng đa điểm nếu tất cả các trạm đều tọa lạc tại những địa điểm cách xa nhau và dùng các modem, hoặc được kết nối đến trạm chủ thông qua mạng bus đa điểm nếu tất cả các trạm đều cùng ở một địa điểm và dùng các bộ thu/phát. Hai cấu hình được trình bày trên hình 4.3.



Hình 4.3 Các mạng thiên hướng ký tự (a) đa điểm (b) bus đa điểm

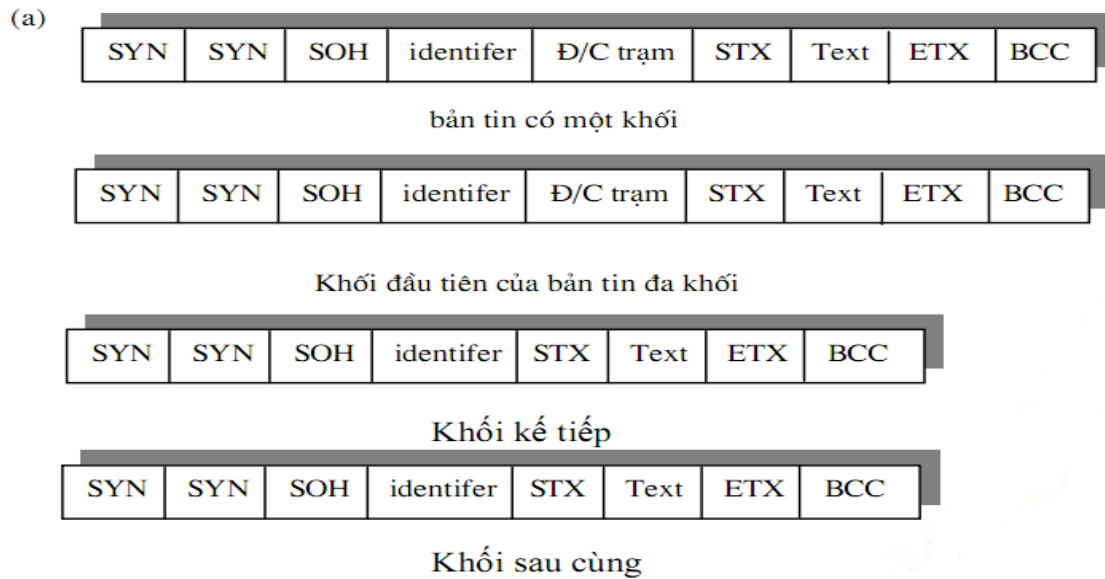
#### 4.3.2.1. Các dạng frame

Để thực hiện các chức năng khác nhau liên quan đến quản lý liên kết, cần dùng thêm các frame điều khiển bên cạnh các frame mang thông tin. Ngoài ra đối với



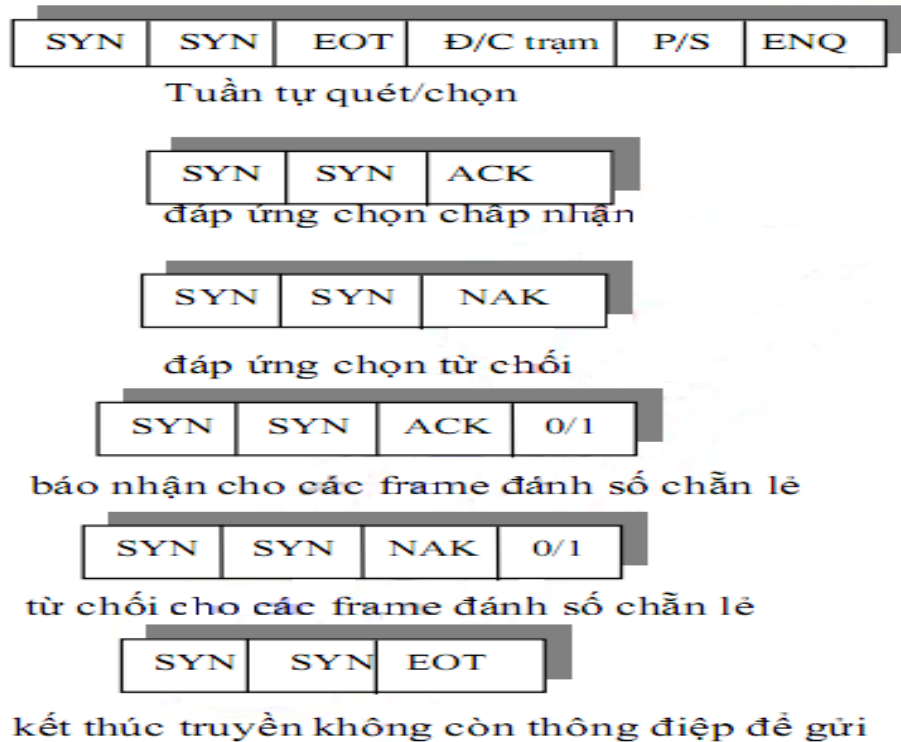
truyền đồng bộ thiên hướng ký tự, máy thu cần phải đạt cho được sự đồng bộ ký tự và đồng bộ frame.

Các kiểu frame thông tin khác nhau trong BSC được gọi là các khối dữ liệu (data block) được trình bày trên hình 4.4 (a).



Identifier : chỉ số tuần tự của khối

Hình 4.4 (a) Các dạng frame của BSC (a) dữ liệu (b)



Hình 4.4 (b) Các dạng frame của BSC (b) quản lý

Các frame điều khiển khác nhau liên quan đến giao thức BSC được trình bày trên hình 4.4 (c). Các ký tự điều khiển ACK và NAK có hai chức năng:

- + Thông báo trạng thái nhận: ACK hay ANK được máy thu gửi lại cho máy phát trong khi đáp ứng một khối dữ liệu được truyền đến trước đó và do đó có chứa một chỉ số tuần tự.

- + Phúc đáp cho một thông điệp điều khiển chọn: một ACK chỉ định rằng trạm được chọn có thể nhận một khối dữ liệu trong khi NK chỉ ra sự từ chối từ trạm đã chọn.

Ký tự điều khiển ENQ được dùng trong cả hai frame điều khiển quét (poll) và chọn (select). Theo sau địa chỉ trạm phụ thuộc (slave) được quét hay được chọn tương ứng là ký tự điều khiển P (poll) hay S (select), tiếp đến là ký tự ENQ.

Sau cùng là ký tự điều khiển EOT có hai chức năng:

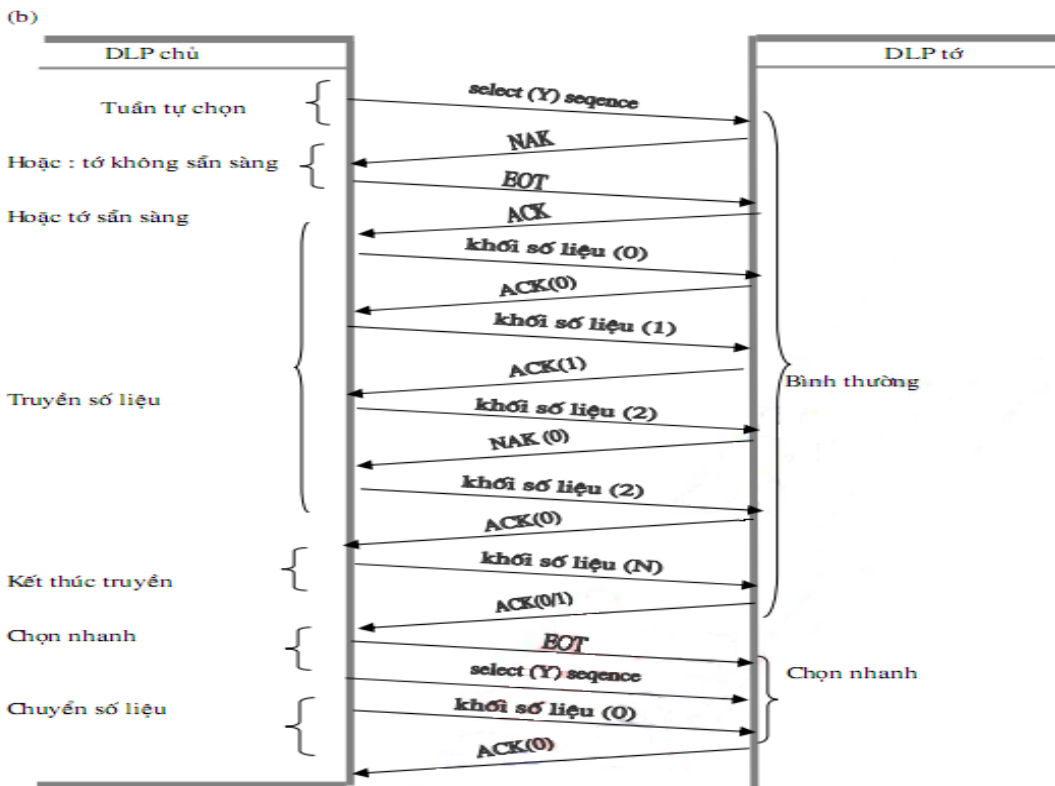
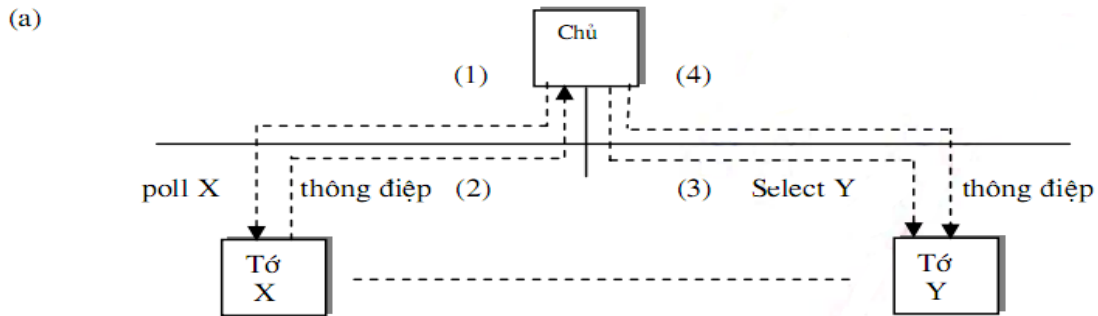
- + Đặt dấu hiệu kết thúc một tuần tự trao đổi bản tin hoàn chỉnh và xóa liên kết luận lý giữa hai chủ thể tham gia truyền tin.

- + Cung cấp một phương tiện để trả liên kết về trạng thái nhàn rỗi (reset).

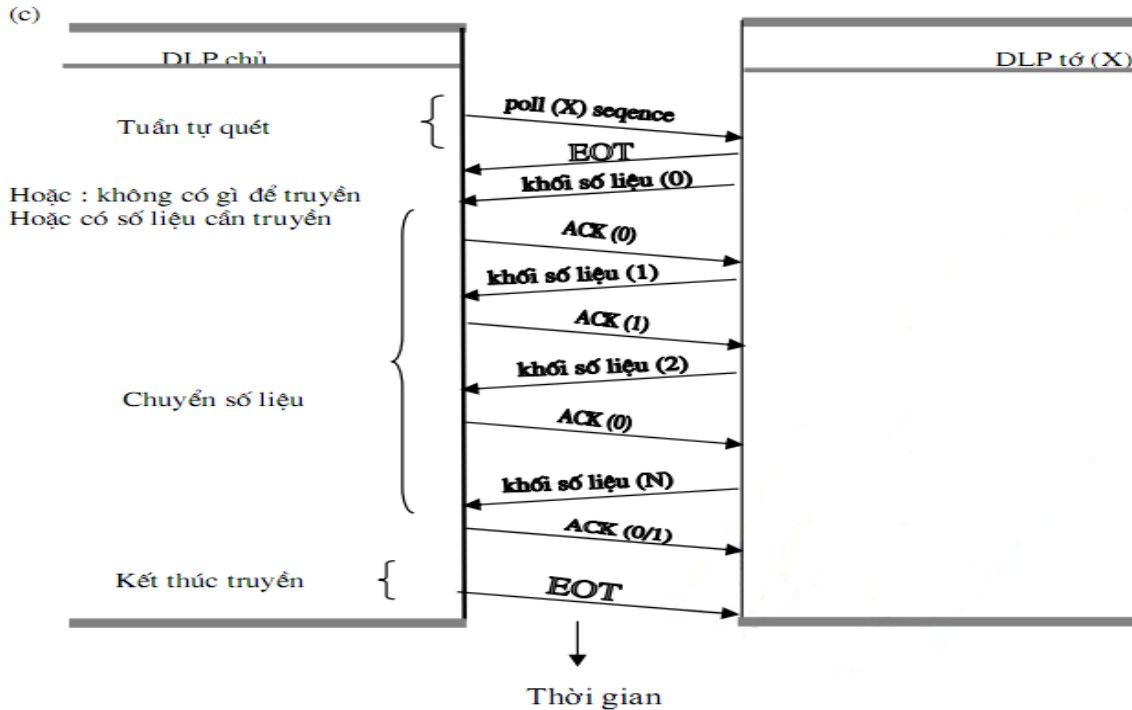
#### 4.3.2.2. Hoạt động của giao thức

Máy tính chủ yếu chịu trách nhiệm lập lịch cho tất cả các hoạt động truyền trên mỗi liên kết số liệu chia sẻ. Bản tin điều khiển quét được dùng để yêu cầu một máy

phụ thuộc nào đó gửi bất kỳ số liệu đang đợi nào mà nó có; bản tin điều khiển chọn dùng để hỏi máy phụ thuộc có sẵn sàng nhận số liệu hay không.



Hình 4.5 (a) (b) Các tuần tự frame của BSC (a) lược đồ quét chọn (b) chọn



Hình 4.5 (c) Các tuần tự frame của BSC (c) quét

Hình 4.5 (a) trình bày một tuần tự quét và chọn tiêu biểu. Một tuần tự của các frame trao đổi trên một đường dây đa nhánh được mô tả trên hình 4.5 (b) và 4.5 (c). Phần trình bày cả tuần tự thành công và không thành công liên quan đến hoạt động chọn (select), trong khi phần (c) mô tả tuần tự liên quan đến hoạt động quét (poll).

Trong vài trường hợp, khi chọn một trạm không nhất thiết phải đợi một báo nhận cho thông điệp ENQ trước khi gửi một bản tin. Ví dụ, nếu một trạm đã được chọn trước đó và cầu nối logic chưa bị xóa. Trong trường hợp như vậy máy chủ gửi bản tin ngay sau thông điệp điều khiển chọn, không cần phải đợi một ACK (hay NAK). Điều này được gọi là tuần tự chọn nhanh (fast select sequence).

Trong pha quét, trước hết trạm chủ gửi một thông điệp quét trong đó địa chỉ của trạm được quét ở trước ký tự ENQ. Sau đó, giả sử trạm được quét có một bản tin đang đợi truyền, nó đáp ứng bằng cách gửi bản tin này. Khi nhận khối dữ liệu, trạm chủ tính toán lại tuần tự kiểm tra, giả sử không có lỗi nó sẽ gửi thông điệp báo nhận (ACK). Cuối cùng, khi đã hoàn tất truyền bản tin và được báo nhận, cầu nối luận lý bị xóa bởi điều khiển EOT.

Hình 4.5 mô tả BSC là một giao thức idle RQ bởi sau khi gửi một khối dữ liệu, máy phát phải đợi một ACK hoặc NAK trước khi gửi khối kế tiếp, và nếu nhận được NAK thì phải truyền lại khối bị hỏng. Việc dùng thông điệp NAK đảm bảo rằng khối dữ liệu bị hỏng sẽ được truyền lại khi nhận thông điệp NAK thay vì phải đợi sau khoảng thời gian timeout. Như chúng ta đã đề cập đến, nếu khối dữ liệu

truyền bị hỏng hoàn toàn, một cơ cấu timeout được tăng cường nhằm đảm bảo cho sự truyền lại khối bị hỏng này. Dùng danh định hay chỉ số tuần tự giúp máy thu có thể phát hiện dễ dàng sự trùng khối dữ liệu.

#### **4.3.2.3. Hiệu suất của giao thức**

Chúng ta đã thảo luận nhiều hiệu suất liên kết đạt được đối với giao thức idle RQ. Tuy nhiên, ở đây chúng ta lại tiếp tục với đề tài này bởi mục tiêu chủ yếu trong việc sử dụng BSC là dùng cho các ứng dụng trong đó có trạm chủ gửi và nhận dữ liệu từ nhiều trạm phụ thuộc. Khi đó còn có một tham số đánh giá hiệu suất khá quan trọng nữa là thời gian trung bình để quét hoặc chọn tất cả các trạm phụ thuộc trên liên kết.

Trong thực tế, vì idle RQ có hiệu suất liên kết thấp hơn so với liên kết continuous RQ, nên giao thức idle RQ được dùng chủ yếu trong các liên kết đa nhánh (multidrop) hoạt động với tốc độ đến 64 kbps (giả sử). Trong các liên kết như vậy, thời gian cần truyền một bản tin sẽ là khoảng thời gian nào vượt trội trong tuần tự quét hay chọn. Ví dụ, nếu một bản tin trung bình là 1000 bit và tốc độ liên kết là 10 Kbps, thì thời gian cần truyền một bản tin là 0.1s. Ngược lại thông điệp điều khiển liên quan đến tuần tự quét hay chọn là nguồn (giả sử 30 bit), vì vậy thời gian cần truyền các thông điệp này cũng ngắn (0,003s đối với tốc độ 10Kbps). Ngay cả tính luôn khoảng thời gian 0,001s để xử lý các thông điệp này thì tổng thời gian cho mỗi tuần tự quét hay chọn (0,004s) cũng rất nhỏ so với thời gian truyền bản tin.

#### **4.3.3. Các giao thức song công hoàn toàn**

Có một giao thức thiên hướng ký tự hoạt động trong chế độ song công hoàn toàn (full – duplex). Để minh họa chúng ta sẽ xem xét giao thức liên kết số liệu dùng sớm nhất trong mạng ARPANET để điều khiển luồng frame thông tin xuyên qua các liên kết nối đến các node chuyển mạch trong một mạng. Các node chuyển mạch như vậy cũng được gọi là các bộ xử lý thông điệp giao tiếp viết tắt là IMP (interface message processor). Giao thức này hoạt động thông qua các liên kết song công điểm – nối – điểm kết nối hai node chuyển mạch với nhau.

Giao thức này giúp các frame thông tin theo cả hai hướng một cách đồng thời và dùng lược đồ điều khiển truyền continuous RQ cho cả hai hướng. Giao thức hoạt động hiệu quả với cửa sổ truyền  $K=8$  cho các liên kết mặt đất hoặc  $K=16$  cho các liên kết vệ tinh. Để đảm bảo một luồng frame liên tục cho phép 8 (hay 16 đối với vệ tinh) luồng thông tin dừng và chờ (stop and wait) riêng biệt tại bất cứ thời điểm nào trong tiến trình.

Để đạt được điều này, một liên kết vật lý được phép hoạt động như là 8 (hay 16) liên kết logic riêng biệt, luồng frame đi qua mỗi liên kết được điều khiển bởi cơ cấu giao thức dừng và chờ của nó. Chỉ số tuần tự truyền trong mỗi header của mỗi frame là hợp của hai field: một số tuần tự một bit-0 hay bit-1 là chỉ số tuần tự

truyền bình thường liên hệ với giao thức idle RQ, và chỉ số kênh logic LCN (logical channel number) chỉ định kênh logic mà frame được gắn vào đó.

#### 4.3.4. Ví dụ về các giao thức thiên hướng ký tự thường gặp

##### 4.3.4.1. Giao thức XMODEM

Giao thức XMODEM được sử dụng rộng rãi và trở thành một trong những giao thức truyền nhận tập tin chuẩn mà tất cả các chương trình truyền số liệu phải có.

Gói dữ liệu của XMODEM

Trong giao thức XMODEM tất cả các field ngoại trừ field thông tin, đều có độ dài là một byte như sau:

SOH	Chỉ số thứ tự	Bù 1 của số thứ tự	Thông tin	Kiểm tra
-----	---------------	--------------------	-----------	----------

Chỉ số thứ tự của gói truyền đầu tiên là 1 và các số tiếp theo được tăng dần, module với 256. Ngoài ra còn có field để chứa giá trị bù 1 của số thứ tự gói hiện hành trong field số thứ tự trước đó.

Vùng thông tin có độ dài cố định là 128 bytes, thông tin có thể ở dạng text hoặc nhị phân.

Vùng kiểm tra là một byte, dùng phương pháp kiểm tra kiểu tổng BSC và chỉ tính theo nội dung của vùng thông tin.

Sau này giao thức XMODEM-CRC sử dụng field kiểm tra có độ dài 2 byte và dùng phương pháp kiểm tra CRC với đa thức sinh theo CCITT là:  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ .

##### 4.3.4.2. Giao thức YMODEM

Giao thức YMODEM là được mở rộng của giao thức XMODEM, được đưa ra đầu tiên vào năm 1981 để chạy trên hệ điều hành CP/M.

YMODEM có điểm cải tiến so với XMODEM là nó cho phép truyền nhận các khối dữ liệu có độ dài 1024 bytes (gấp 10 lần khối dữ liệu của XMODEM). Nếu đường truyền không tốt, YMODEM tự động giảm độ dài khối xuống 128 bytes để giảm bớt số byte phải truyền lại khi phát hiện sai. Như vậy trong trường hợp xấu nhất thì độ dài và chất lượng truyền sẽ bằng giao thức XMODEM. Bên cạnh đó, YMODEM còn có một cải tiến nhằm giảm khả năng hư hỏng khi kết thúc truyền tập tin. Như đã biết XMODEM sẽ hủy bỏ việc truyền nhận một tập tin ngay khi nhận được mẫu bit của ký tự Ctrl-X (ký tự ASCII là CAN) mẫu bit này rất dễ được tạo ra bởi nhiễu trên đường truyền. Trong khi YMODEM yêu cầu phải có hai ký tự CAN liên tiếp mới được hủy bỏ việc truyền nhận tập tin.

YMODEM còn cung cấp 2 tính năng có ý nghĩa cho người sử dụng, đó là việc sử dụng phương pháp phát hiện và kiểm tra sai CRC và truyền các thông tin liên quan đến tập tin truyền cho máy thu. Các thông tin này gồm có tên tập tin, ngày, giờ và kích thước tập tin được truyền, các thông tin này ở trong khối đầu tiên khi bắt đầu việc truyền.

#### 4.3.4.3. Giao thức Kermit

Giao thức Kermit xuất phát từ trường đại học Columbia vào năm 1981. Giao thức Kermit không chỉ cho phép truyền và nhận tập tin giữa các máy tính nhỏ như giao thức XMODEM mà còn cho phép truyền và nhận tập tin giữa các hệ thống lớn như DOCSISTOM-20 và UBM-370. Do đó giao thức kermit rất phức tạp, kermit cũng sử dụng thủ tục idle RQ (dừng và chờ) như XMODEM, nhưng có một số điểm khác biệt quan trọng so với XMODEM như sau:

- + Kermit cho phép truyền và nhận nhiều tập tin cùng một lúc.
- + Kermit yêu cầu đối với kênh truyền rất tối thiểu, như kênh chỉ có thể truyền một ký tự mã ASCII, ký tự điều khiển SOH.
- + Gói dữ liệu của kermit có chiều dài thay đổi được.
- + Các tín hiệu trả lời của máy thu là những gói (trong khi XMODEM chỉ dùng các ký tự). Kermit cũng có thể dùng thủ tục continuous RQ nhờ trong gói ACK và NAK có vùng (field) chứa chỉ số thứ tự truyền (hay nhận) của gói.
- + Kermit có các gói “đưa tin” nhờ đó có thể mở rộng các chức năng của giao thức mà không ảnh hưởng đến hoạt động của các phiên bản trước, và có thể bỏ qua một số thông số quan trọng.

*Gói kermit tổng quát:*

MARK	LEN	SEQ	TYPE	DATA	CHK1	CHK2	CHK3
------	-----	-----	------	------	------	------	------

Gói của kermit bao gồm 6 trường (field): trường thông tin (data) có độ dài thay đổi tùy theo kiểu gói, các trường còn lại được gọi là trường điều khiển (hoặc là trường phục vụ). Kermit qui định dữ liệu truyền đều là các ký tự mã ASCII in được (từ 20H – 7EH) ngoại trừ vùng đánh dấu (MARK), như vậy đối với các vùng chứa giá trị số như vùng chỉ số thứ tự thì phải được chuyển đổi sang mã in được (printable character) trước khi truyền bằng cách cộng thêm 20H. Sau khi nhận được sẽ chuyển trở lại bằng cách trừ đi 20H. Như vậy giá trị số của các vùng này không được lớn hơn 94 (5EH), vì nếu nó bằng 5EH thì sau khi đổi sẽ trở thành 7FH là ký tự điều khiển DEL chứ không phải ký tự in được, còn nếu lớn hơn nữa thì sau khi đổi sẽ không còn ở trong phạm vi của bảng ASCII.

Điều này không thể áp dụng ở vùng thông tin vì byte dữ cần truyền có thể có giá trị bất kì. Nếu có các ký tự điều khiển trong thông tin, thì kermit sẽ chuyển đổi bằng cách:

- + Chèn thêm 1 ký tự in được ở phía trước (thường dùng ký tự #, mã ASCII là 23H).

- + EXOR ký tự điều khiển với 40H.

Đối với các hệ thống sử dụng ký tự dài 8 bit, thì những ký tự có bit có ý nghĩa lớn nhất (MSB bit) bằng 1 sẽ được kermit đổi sang mã ASCII in được bằng cách trước một ký tự (&).

Ý nghĩa vùng trong gói được mô tả như sau:

- + Trường đánh dấu (MARK): để đánh dấu bắt đầu của gói là ký tự SOH mã 01H.

- + Trường độ dài (LEN): số bytes trong gói tính từ sau byte này (tức là độ dài của gói trừ 2), giá trị tối đa là 94 như vậy độ dài tối đa một gói là 96 bytes.

- + Trường số thứ tự (SEQ): số thứ tự của gói, modul với 64. Gói truyền đầu tiên (gói S) sẽ có số thứ tự là 0, số thứ tự của gói kế tiếp sau gói có số thứ tự là 63 sẽ trở lại là 0.

- + Trường kiểu gói (TYPE): để phân biệt các kiểu gói khác nhau. Mỗi kiểu gói sẽ có nội dung và nhiệm vụ khác nhau.

- + Trường thông tin (DATA): nội dung của tập tin cần truyền được chứa trong gói 'D', còn trong gói 'F' chứa tên tập tin. Trong một số kiểu gói khác, trường này không chứa gì.

- + Trường kiểm tra (CHECK): có thể chọn vùng 1 byte tổng kiểm tra hoặc 2 byte tổng kiểm tra, hoặc 3 byte CRC. Giá trị kiểm tra được tính từ vùng độ dài (không tính vùng đánh dấu). Vì các byte này cũng phải được trao đổi ra ký tự in được, nhưng chúng lại có giá trị bất kì không thể giới hạn ở giá trị nhỏ hơn 5EH nên trước khi đổi thì 2 bit 6 và 7 sẽ được trích ra và cộng vào 6 bit thấp còn lại. Nhờ đó ở đầu thu có thể lấy lại được hai giá trị này, còn ở đầu phát sau khi biến đổi ta sẽ có hai bit 6 và 7 đều là 0.

#### 4.4. Các giao thức thiên hướng bit

Tất cả các giao thức liên kết số liệu mới đều là giao thức thiên hướng bit. Lưu ý rằng các giao thức như vậy được sử dụng các mẫu bit đã được định nghĩa thay cho các ký tự điều khiển truyền để đánh dấu mở đầu hay kết thúc một frame. Máy thu duyệt luồng bit thu theo từng bit một để tìm mẫu bit đầu và cuối frame. Ba phương pháp báo hiệu bắt đầu và kết thúc một frame được gọi là phân định danh giới frame (delimiting) được trình bày trên hình 4.11, gồm có:

Mẫu bit duy nhất không trùng với mẫu nào bắt đầu và kết thúc một frame được gọi là cờ (01111110), kết hợp với kỹ thuật nhồi các bit 0.



Mỗi mẫu bit duy nhất được đánh dấu frame, được gọi là danh giới đầu frame (10101011) và một byte chỉ chiều dài (đơn vị là byte) trong phần header của frame.

Mẫu xác định danh giới đầu và cuối frame duy nhất gồm các bit được tạo ra do cường bức mã hóa.

Nhìn chung, phương pháp đầu tiên được dùng với giao thức điều khiển liên kết số liệu mức cao (HDLC), trong khi đó hai phương pháp còn lại được dùng với giao thức LLC. Trong thực tế hầu hết các giao thức thiên hướng bit đều là dẫn xuất từ giao thức HDLC, do đó chúng ta sẽ bàn đến giao thức này trước tiên.

#### **4.4.1. Giao thức điều khiển liên kết số liệu mức cao HDLC (high-level data link control)**

Giao thức HDLC là một giao thức chuẩn hóa quốc tế đã được định nghĩa bởi ISO để dùng cho cả liên kết điểm nối điểm và đa điểm. Nó hỗ trợ hoạt động ở chế độ trong suốt, song công hoàn toàn và ngày nay được dùng một cách rộng rãi trong các mạng đa điểm và trong các mạng máy tính.

HDLC có 3 cơ chế hoạt động:

+ Chế độ đáp ứng thông thường NRM (normal response mode): chế độ này được dùng trong cấu hình không cân bằng. Trong chế độ này trạm thứ cấp chỉ có thể truyền khi nhận được chỉ thị đặc biệt của trạm sơ cấp. Liên kết này có thể là điểm nối điểm hay đa điểm, trường hợp đa điểm chỉ cho phép một trạm sơ cấp.

+ Chế độ đáp ứng bất đồng bộ ARM (Asynchronous response mode) chế độ này được dùng trong cấu hình không cân bằng. Nó cho phép một trạm thứ cấp xúc tiến một hoạt động truyền mà không cần sự cho phép từ trạm sơ cấp. Chế độ này thường được dùng trong các cấu hình điểm nối điểm và các liên kết song công và cho phép trạm thứ cấp truyền các frame một cách bất đồng bộ với trạm sơ cấp.

+ Chế độ cân bằng bất đồng bộ ABM (Asynchronous balanced mode): chế độ này được dùng chủ yếu trên các liên kết song công điểm nối điểm cho các ứng dụng truyền số liệu máy tính đến máy tính và cho các kết nối giữa máy tính và mạng số liệu công cộng (PSDN). Trong chế độ này mỗi trạm có trạng thái như nhau và thực hiện cả hai chức năng trạm sơ cấp và trạm thứ cấp. Nó là chế độ được dùng trong giao thức nối tiếng X.25

#### **4.4.2. Thủ tục truy xuất liên kết LAPB**

Thủ tục truy xuất liên kết phiên bản B còn được gọi là LAPB (link access procedure version B) là một tập con của HDLC, nó được dùng để điều khiển truyền các I-frame qua một liên kết số liệu song công điểm nối điểm nối giữa một máy tính với một mạng chuyên mạch gói công cộng (hay tư nhân). Các mạng như vậy trước đây thường là mạng X.25. Thực ra LAPB là một phiên bản mở rộng của

một tập con nổi tiếng của HDLC là thủ tục truy xuất liên kết phiên bản A hay còn gọi là LAPA.

LAPB được dùng để điều khiển các frame thông tin qua giao tiếp DTE-DCE cục bộ và được gọi là có ý nghĩa cục bộ.

LAPB dùng chế độ cân bằng bất đồng bộ trong đó DTE và DCE như là các trạm kết hợp (sơ cấp/thứ cấp) và tất cả các I-frame được xem như các frame lệnh. Giao thức LAPA trước đây dùng chế độ đáp ứng bất đồng bộ và không dùng các REI-frame hay RNR-frame như là các frame lệnh.

Bảng 4.1

Loại	LAPA		LAPB	
	Các lệnh	Các đáp ứng	Các lệnh	Các đáp ứng
Quản lý	RR	RR RNR REJ	RR RNR REJ	RR RNR REJ
Không đánh số	SARM DISC	UA CMDR	SABM DISC	UA DM FRMR
Thông tin	I		I	

Frame được dùng trong LAPA và LAPB được trình bày trong bảng 4.1. RR-frame và REJ-frame được dùng để kiểm soát lỗi và RNR được dùng để điều khiển luồng. Các frame này không hỗ trợ chiến lược truyền lại có chọn lựa (SREJ). Ví dụ về tuần tự frame được trình bày trong các hình trước đây liên quan đến HDLC đều đúng cho LAPB. Như chúng ta đã nói, truyền một frame thông tin (lệnh 0 với bit P được set thì kết quả là trạm sẽ đáp ứng một frame quản lý với bit F cũng được set. Cả hai trạm đều có thể thiết lập liên kết. Để phân biệt giữa hai trạm, các địa chỉ DTE và DCE được dùng theo bảng 4.2. Nếu một DTE không hoạt động về mặt logic mà tiếp nhận một frame yêu cầu xây dựng liên kết (SABM/SABME), nó phải phúc đáp bằng một DM.

Bảng 4.2

Hướng	Các địa chỉ	
	Các lệnh	Cá
DTE → DCE	01 HEX (B)	03 HEX (A)
DCE → DTE	03 HEX (A)	01 HEX (B)

Nhớ rằng trong chế độ SABM dùng một octet (8bit) cho fiel điều khiển. Còn các chỉ số tuần tự truyền và nhận, mỗi chỉ số chiếm 3 bit\_ có 8 chỉ số tuần tự \_ cho phép cửa sổ truyền và nhận tối đa là 7. Nếu dùng chế độ mở rộng (SABME), thì fiel điều khiển có 2 octet. Do đó các chỉ số tuần tự truyền và nhận được mở rộng đến 7 bit\_ có 128 số tuần tự\_ lúc đó cho phép kích thước tối đa của cửa sổ truyền là 127. Chế độ này được dùng cho các liên kết rất xa và các liên kết có tốc độ cao.

Ngày nay có sẵn các vi mạch tích hợp cỡ lớn (LSI) trong đó có thể thực hiện LAPB và ghi trong bộ nhớ đặc biệt, được gọi là phần mềm LAPB. Các vi mạch này thường được xem là các mạch X.25 mặc dù trong đó chỉ thực hiện LAPB thay vì thực hiện đầy đủ tập giao thức X.25. Sự xuất hiện các vi mạch này làm tăng đáng kể việc sử dụng LAPB trong các ứng dụng có sử dụng truyền tin giữa các máy tính.

#### 4.4.3. Thủ tục đa truy xuất

Chúng ta đã mô tả việc sử dụng HDLC để điều khiển truyền các frame số liệu qua một liên kết song công. Vì HDLC điều khiển truyền qua liên kết đơn như vậy nên còn được gọi là thủ tục liên kết đơn SLP (single link procedure). Tuy nhiên, trong một vài trường hợp, thông lượng có sẵn của một liên kết đơn như vậy không đủ đáp ứng nhu cầu của các ứng dụng, vì vậy chúng ta phải dùng đến đa liên kết. Để phục vụ điều này, một thủ tục mở rộng của LAPB đã được định nghĩa và được gọi là thủ tục đa liên kết MLP (Multiple procedure).

Một MLP hoạt động trên một tập các thủ tục liên kết và xem chúng đơn giản như một nhóm các liên kết có sẵn để truyền thông tin của user. Điều này có ý nghĩa là phần mềm user không hề biết có nhiều liên kết vật lý đang được dùng và cư xử như một giao tiếp liên kết logic trước đây.

MLP xem tập tin các thủ tục liên kết như là một nhóm liên kết mà qua đó sẽ truyền các frame của user. Nó hoạt động với tập các số tuần tự riêng và các thủ tục điều khiển luồng cũng như kiểm soát lỗi là độc lập trong từng SLP. Do đó nếu một

SLP tự dừng không hoạt động, thì MLP sẽ khởi động truyền lại các frame theo cách thông thường dùng tập liên kết có sẵn nhỏ hơn.

Để thực hiện lược đồ này, MLP thêm một field điều khiển vào đầu của mỗi frame mà nó tiếp nhận để truyền trước khi chuyển frame này cho một SLP. Vùng này được gọi là vùng điều khiển đa liên kết MLC (Multilink control) và khá trong suốt đối với một SLP. SLP xem phần MLC kết hợp và phần nội dung frame như là vùng thông tin thống nhất và xử lý thêm vùng địa chỉ (A) và vùng điều khiển (C). Các cơ cấu điều khiển luồng và kiểm soát lỗi liên hệ với MLP rất giống như những gì được dùng với LAPB.

Vùng MLC bao gồm hai octet và chứa một chỉ số tuần tự 12 bit. Điều này cung cấp 4096 (0 đến 4095) số tuần tự và do đó kích thước tối đa của cửa sổ truyền là 4095, cho phép một số lượng lớn liên kết đáng kể, mỗi liên kết có khả năng hoạt động với tốc độ cao.

#### **4.4.4. Thủ tục truy xuất liên kết LAPM**

Các modem có khả năng khắc phục lỗi ngày nay sử dụng một thủ tục được gọi là LAPM (Link access procedure for Modem). Thông qua thủ tục này chúng có thể chấp nhận số liệu được truyền bất đồng bộ từ DTE nhưng sẽ truyền số liệu đi theo chế độ đồng bộ thiên hướng bit (bit-oriented) và dùng một giao thức khắc phục lỗi dựa trên HDLC.

#### **4.4.5. Thủ tục truy xuất liên kết LAPD**

Thủ tục truy xuất liên kết kênh D gọi tắt là LAPD (Link access procedure D-channel) là một tập con của HDLC dùng cho ISDN. Nó được định nghĩa để điều khiển luồng I-frame liên quan mật thiết với kênh báo hiệu. Kênh báo hiệu được gọi là kênh D. LAPD còn được dùng dưới dạng mở rộng để điều khiển luồng I-frame qua một kênh thuê bao liên quan đến một dịch vụ được gọi là tiếp frame (frame relay).

Có hai loại dịch vụ đã được định nghĩa để dùng với LAPD. Một sơ đồ tuần tự theo thời gian mô tả hai tập hàm thực thể dịch vụ. Như chúng ta có thể thấy, cả hai loại dịch vụ có tạo cầu nối và không tạo cầu nối đều được hỗ trợ. Giống như PSTN analog, ISDN là mạng chuyển mạch-mạch (circuit-switching network) có nghĩa là cần thiết lập một mạch trước khi bất kỳ thông tin nào được truyền. Điều này được

thực hiện bằng cách dùng kênh báo hiệu kênh D có một tập giao thức riêng trong đó LAPD là một phần cấu thành.

Dịch vụ tạo cầu nối được dùng để truyền các thông điệp thiết lập gọi giữa một thiết bị đầu cuối và tổng đài cục bộ. Giao thức liên hệ có kết hợp với kiểm soát lỗi. Dịch vụ không tạo cầu nối được dùng để truyền các bản tin liên quan đến quản lý và giao thức liên quan dùng tiếp cận tổng lực (best-try, cách diễn tả khác của dịch vụ không tạo cầu nối) không báo nhận.

Chúng ta sẽ thấy, có đến 8 thiết bị đầu cuối có thể chia sẻ một cách truy xuất cơ bản (do đó cũng chia sẻ cùng kênh D) giữa một vị trí khách hàng và tổng đài nội bộ ISDN. Tuy nhiên, tất cả các bản tin thiết lập gọi đều được gửi đến thiết bị kết cuối đặc biệt được chỉ ra trong vùng địa chỉ LAPD. Điều này giống với nguyên lý địa chỉ hóa được dùng trong chế độ NRM, ngoại trừ LAPD không có máy chủ (master) và kiến trúc bus vật lý của nó cho phép các đầu cuối được nối vào truy xuất bus theo một phương thức bình đẳng.

Hai octet được dùng cho vùng địa chỉ. Chúng bao gồm hai địa chỉ thành phần: một danh định của điểm truy xuất dịch vụ SAPI (service access point identifier) và một danh định của thiết bị cuối TEI (terminal endpoint identifier). Về cơ bản, SAPI định danh một lớp dịch vụ mà đầu cuối liên hệ thoại, số liệu, vừa thoại vừa số liệu và TEI định danh duy nhất cho thiết bị cuối trong lớp dịch vụ đó. Cũng có một địa chỉ broadcast (tất cả các bit đều là 1) cho phép gửi thông điệp đến tất cả các đầu cuối trong một lớp). Ví dụ, có thể sử dụng để tất cả các máy điện thoại đều nhận một thông điệp yêu cầu thiết lập gọi được gửi đến.

#### **4.4.6. Điều khiển liên kết logic**

Điều khiển liên kết logic LLC (logical link control) là một dẫn xuất HDLC được dùng trong các mạng LAN. Nhưng tổ chức tổng quát của hai loại topo cơ bản là bus và ring.

Cả hai topo đều dùng một môi trường chia sẻ bus hay ring là nơi diễn ra tất cả các hoạt động truyền frame. Giống như một mạng đa điểm, chúng ta cần một phương thức điều khiển truyền frame có trật tự. Không giống như các mạng đa điểm, không có máy tính, vì vậy cần một giải thuật phân tán đảm bảo rằng môi trường được sử dụng theo một phương thức bình đẳng bởi tất cả các DTE kết nối vào đó. Đối với LAN, lớp liên kết số liệu bao gồm có hai lớp con: lớp con điều khiển truy xuất môi

trường MAC (Medium access control), ở đó hiện thực giải thuật điều khiển truy xuất phân tán, và lớp con LLC. Hoạt động chi tiết của các lớp MAC khác nhau, phần này chỉ tập trung vào hoạt động của lớp LLC. Lưu ý rằng đối với LAN, vì không có các tổng đài chuyên mạch trong mạng, nên lớp LLC hoạt động dựa theo giao tiếp ngang hàng (peer basis).

## **Chương 5: Xử lý số liệu truyền**

### **5.1. Mã hoá số liệu mức vật lý**

Số liệu cung cấp từ máy tính hoặc các thiết bị đầu cuối số liệu thường ở dạng nhị phân đơn cực (unipolar) với các bit 0 và 1 được biểu diễn cùng mức điện áp âm hoặc dương. Tốc độ truyền dẫn của chúng được tính bằng số bit truyền trong một giây.

Các số liệu này khi truyền đi sẽ được biến đổi sang dạng tín hiệu sẽ theo các kỹ thuật mã hóa khác nhau. Các tín hiệu này được đặc trưng bằng sự thay đổi mức điện, tốc độ truyền của chúng vì thế được xác định bằng tốc độ của sự thay đổi này, còn được gọi là tốc độ điều chế và được tính bằng baud.

Các phương pháp mã hóa thông dụng bao gồm:

- + Mã hóa NRZ.
- + Mã lưỡng cực.
- + Mã Miller.
- + Mã nhị phân đa mức.

Để so sánh các loại mã này người ta căn cứ vào các yếu tố như phổ tín hiệu, khả năng đồng bộ tín hiệu, khả năng phát hiện sai, khả năng chống nhiễu và giao thoa tín hiệu, độ phức tạp và tính khả thi. Phổ tần của tín hiệu sau khi mã hóa sẽ quyết định đến một số khía cạnh của việc truyền số liệu như độ rộng băng tần cần thiết, khả năng ghép nối với đường truyền liên quan đến tín hiệu có thành phần một chiều hay không, nhiều hay ít. Nếu tín hiệu không có thành phần một chiều thì sẽ có thể ghép bằng biến áp, nhờ đó cách ly đường truyền bên ngoài với máy thu phát bên trong, giảm sự giao thoa do ảnh hưởng của dòng điện một chiều. Khả năng đồng bộ tín hiệu liên quan đến đặc tính chuyển trạng thái của tín hiệu được mã hóa

giúp xác định thời điểm bắt đầu và kết thúc của mỗi bit chính xác và thuận lợi hơn. Tùy theo phương pháp mã hóa có thể cung cấp khả năng phát hiện sai đơn giản. Ta xem xét một số loại mã để làm thí dụ như sau:

### **5.1.1. Một số thí dụ**

#### **5.1.1.1. Mã lưỡng cực**

Phương pháp này thực hiện việc chuyển đổi '0' của tín hiệu nhị phân sang xung của mức '0' và '1' của tín hiệu nhị phân thành xung của 2 mức  $+A$  và  $-A$ . Đặc tính của loại mã này là không tồn tại thành phần một chiều và sử dụng luân phiên  $+A$ ,  $-A$  để có thể phát hiện lỗi. Nhược điểm của loại mã này là không có chức năng khử các mã 0 liên tục, đầu thu có nhiều khó khăn trong việc tách riêng tín hiệu thời gian. Để giải quyết vấn đề này một loại mã không có độ dài nhất định được chuyển sang các mãux đặc biệt dùng một mã lưỡng cực mật độ cao (như BNZS, HDBN).

#### **5.1.1.2. Mã BNZS (Mã lưỡng cực với sự thay thế N số 0)**

Phương pháp mã hóa này thực hiện việc chuyển đổi N số '0' liên tục của mã thành N số các mã đặc biệt có xung vi phạm quy tắc lưỡng cực. Về mặt thu nhận tin, sẽ tách các mã vi phạm lưỡng cực sau đó chuyển chúng thành số '0' để nhận được mã gốc. Các mã BNZS gồm các loại sau:

\*. Mã B6ZS: là các mã nhận được do chuyển đổi 6 chữ số 0 liên tục thành các mẫu OVBOVB. Các mã này được dùng bởi AT&T coi như tiêu chuẩn giao tiếp của hệ thống chuẩn mà ITU-T khuyến nghị cho việc báo hiệu ghép kênh cấp 2 (luồng 6,312 Mbps).

Ký hiệu:

- + B: xung lưỡng cực thông thường (cực thay đổi).
- + V: xung vi phạm.
- + O: xung mức 0.

\*. Mã B3ZS: với mã này, nếu số các xung ở giữa 3 số 0 liên tục và xung V ngay trước, các mã này được chuyển thành BOV và nếu lẻ nó được chuyển thành OOV. Tại Bắc Mỹ chúng được sử dụng ở hệ thống 44,736 Mbps.

\*. Mã B8ZS: đó là mã nhận được bởi chuyển đổi 8 số 0 liên tục thành mẫu OOVBOVB. Chúng được dùng ở hệ thống 1,544 Mbps của Bắc Mỹ.

### 5.1.1.3. Mã lưỡng cực mật độ cao HDBN

Đây là phương pháp chuyển đổi các mã số thành các chuỗi xung vi phạm lưỡng cực (V: violate) tại bit cuối cùng số (N+1) của các mã số 0 liên tục. Để giải mã loại bỏ được thành phần 1 chiều có thể được gây ra bởi các xung không liên tục thì số xung B giữa xung V và xung đi sau nó phải là số chẵn. Do sự phân cực của xung V luôn thay đổi nên các yếu tố một chiều bị triệt tiêu. Các dạng đặc biệt hiện có gồm BOO...V hoặc OOO...V ở đây vị trí bit đầu tiên được dùng để biến số xung B giữa các xung V thành số lẻ vị trí bit cuối cùng phải luôn luôn là V. Tất cả các vị trí còn lại phải là O. Ví dụ về mã lưỡng cực mật độ cao như sau:

+ HDB2.

+ HDB3.

## 5.2. Phát hiện lỗi và sửa sai

### 5.2.1. Tổng quan

Khi dữ liệu được truyền giữa 2 DTE, các tín hiệu hiện đại diện luồng bit truyền rất dễ bị thay đổi sai số đó do nhiều nguyên nhân: đường dây truyền, lưu lượng truyền, loại mã dùng, loại điều chế, loại thiết bị phát, thiết bị thu. Đặc biệt là do sự thâm nhập điện từ cảm ứng lên các đường dây từ các thiết bị điện gần đó. Nếu các đường dây tồn tại trong một môi trường xuyên nhiễu thí dụ như mạng điện thoại công cộng. Điều này có nghĩa là các tín hiệu đại diện cho bit 1 bị đầu thu dịch ra như bit nhị phân 0 và ngược lại. Để xác suất thông tin thu được bởi DTE đích giống thông tin đã truyền đạt được giá trị cao, cần phải có một vài biện pháp để nơi thu có khả năng nhận biết thông tin thu được có chứa lỗi hay không, nếu có lỗi sẽ có một cơ cấu thích hợp để thu về bản copy chính xác của thông tin.

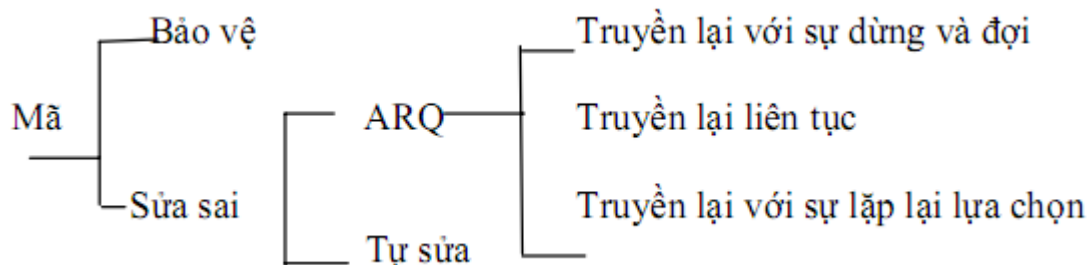
Để chống sai khi truyền số liệu thường có hai cách:

+ Dùng bộ giải mã có khả năng tự sửa sai.

+ Truyền lại một bộ phận của dữ liệu để thực hiện việc sửa sai, cách này gọi là ARQ – Automatic repeat request.



Mô hình minh họa việc bảo vệ và sửa sai như sau:



### 5.2.2. Phương pháp kiểm tra chẵn lẻ theo ký tự (parity bit)

Phương pháp thông dụng nhất được dùng để phát hiện lỗi của bit trong truyền không đồng bộ và truyền đồng bộ hướng ký tự là phương pháp parity. Với cách này máy phát sẽ thêm vào mỗi ký tự truyền một bit kiểm tra parity đã được tính toán trước khi truyền. Khi nhận được thông tin truyền, máy thu sẽ thực hiện các thao tác tính toán trên các ký tự thu được, và so sánh với bit parity thu được. Nếu chúng bằng nhau, được giả sử là không lỗi, ở đây ta dùng giả sử, bởi vì cách này có thể không phát hiện được lỗi trong khi lỗi vẫn tồn tại trong dữ liệu. Nhưng nếu chúng khác nhau thì chắc chắn một lỗi xảy ra.

Để tính toán parity bit cho một ký tự, số các bit trong mã ký tự được cộng module 2 với nhau và parity bit được chọn sao cho tổng số các bit 1 bao gồm cả bit parity bit là chẵn (event parity) hoặc là lẻ (odd parity).

Trong bộ mã ASCII mỗi ký tự có 7 bit và một bit kiểm tra.

Với kiểm tra chẵn giá trị của bit kiểm tra là 0 nếu số lượng các bit có giá trị 1 trong 7 bit là chẵn và có giá trị trong trường hợp ngược lại.

Với kiểm tra lẻ thì ngược lại. Thông thường người ta sử dụng kiểm tra chẵn và bit kiểm tra gọi là P. Giá trị kiểm tra đó cho phép ở đầu thu phát hiện những sai sót đơn giản.

Thí dụ:	kí tự	Mã ASCII	Từ mã phát đi	Bit kiểm tra P
	A	1000001	10000010	0
	E	1010001	10100011	1

Phương pháp parity bit chỉ phát hiện các lỗi đơn bit (số lượng bit lỗi là số lẻ) và không thể phát hiện các lỗi 2 bit (hay số bit lỗi là một số chẵn).

### 5.2.3. Phương pháp kiểm tra theo ma trận

Khi truyền đi một khối thông tin, mỗi ký tự được truyền đi sẽ được kiểm tra tính chẵn lẻ theo chiều ngang, đồng thời cả khối thông tin này cũng được kiểm tra tính chẵn lẻ theo chiều dọc. Như vậy cứ sau một số byte nhất định thì một byte kiểm tra chẵn lẻ cũng được gửi đi. Byte chẵn lẻ này được tạo ra bằng cách kiểm tra tính chẵn lẻ của khối ký tự theo cột. Dựa vào các bit kiểm tra ngang và dọc ta xác định được tọa độ của bit sai và sửa được bit sai này. Một frame coi như một khối ký tự sắp xếp có 2 chiều, mỗi ký tự có bit kiểm tra chẵn lẻ P. Nếu ta sắp xếp các bit của ký tự đúng vị trí tương ứng từ trên xuống thì ta có một khối các ký tự.

Tính theo chiều ngang, giá trị bit chẵn lẻ P của dòng thứ i sẽ là:

$$R_j = b_{1j} + b_{2j} + \dots + b_{nj} \text{ đây là phép cộng module 2}$$

Với  $R_j$ : bit kiểm tra thứ tự thứ j

$b_{ij}$ : bit thứ i của ký tự thứ j

n: số lượng bit trong một ký tự

Nếu tính theo chiều dọc ta có:

$$C_i = b_{i1} + b_{i2} + \dots + b_{im}$$

Với  $C_i$ : bit kiểm tra cột thứ i

M: số lượng ký tự trong một frame

Chúng ta có thể thấy rằng mặc dù các lỗi 2 bit trong một ký tự sẽ thoát khỏi kiểm tra parity theo hàng, nhưng chúng sẽ bị phát hiện bởi kiểm tra parity theo cột tương ứng. Dĩ nhiên điều này là đúng chỉ khi không có 2 lỗi bit xảy ra trong cùng một cột tại cùng thời điểm. Rõ ràng xác suất xảy ra trường hợp này nhỏ hơn nhiều so với xác suất xảy ra lỗi 2 bit trong một ký tự. Việc dùng kiểm tra theo ma trận cải thiện đáng kể các đặc trưng phát hiện lỗi của kiểm tra chẵn lẻ.

Tuy nhiên phương pháp này cũng không hoàn toàn hiệu quả. Giả sử bit thứ nhất và bit thứ 3 của ký tự thứ nhất bị sai kiểm tra hàng sẽ không bị sai, nhưng kiểm tra chẵn lẻ của cột sẽ phát hiện bit thứ nhất và thứ 3 bị sai, ta biết quá trình truyền bị sai nhưng không biết sai ở vị trí nào. Bây giờ ta lại giả thiết rằng bit thứ nhất và bit thứ 3 của ký tự thứ 5 cũng bị sai đồng thời với bit thứ nhất và bit thứ 3 của ký tự thứ nhất, lúc đó ta không phát hiện được cột bị sai, kết quả thu được bị sai nhưng ta không phát hiện được.

#### 5.2.4. Phương pháp mã dư thừa CRC

Một từ mã được viết dưới dạng một đa thức:

$$C(x) = (C_n X^n + C_{n-1} X^{n-1} + \dots + C_1 X + C_0)$$

Phương pháp kiểm tra tín hiệu bằng mã vòng được thực hiện như sau:

Tín hiệu cần phát đi trong khung gồm k bit sẽ được bên phát thêm vào n bit nữa để kiểm tra được gọi là Frame Check Sequence (FCS). Như vậy tín hiệu phát đi bao gồm (k+n) bit. Bên thu khi nhận được tín hiệu này sẽ đem chia cho một đa thức được gọi là đa thức sinh đã biết trước (bên phát và bên thu đều cùng chọn đa thức này). Nếu kết quả chia không dư coi như tín hiệu nhận được là đúng.

Vấn đề được đặt ra là n bit thêm vào sẽ được xác định như thế nào khi đã biết khung tin cần truyền đi, biết đa thức sinh đã được chọn?

N bit thêm vào đó được gọi là CRC (Cyclic redundancy check). Phương pháp tạo ra CRC bao gồm việc dịch thông báo sang trái c bit (c chính là bậc của đa thức đã chọn trước) sau đó thực hiện phép chia cho đa thức được chọn này. Kết quả dư lại của phép chia chính là CRC. Bên thu sau khi nhận được thông báo cũng đem chia cho hàm biết trước như bên phát. Nếu kết quả bằng 0 quá trình truyền không sai số.

Tính FCS gồm 4 bước:

Bước 1: chuyển thông báo nhị phân thành đa thức  $M(x)$ . Chọn hàm cho trước  $G(x)$  có bậc là c,  $G(x) = x^c + 1$  (c chính là độ dài của CRC).

Bước 2: nhân  $M(x)$  với  $x^c$ .

Bước 3: thực hiện phép tính  $M(x) \cdot x^c / G(x)$  ta được phần nguyên và số dư:

$$Q(x) + R(x)/G(x)$$

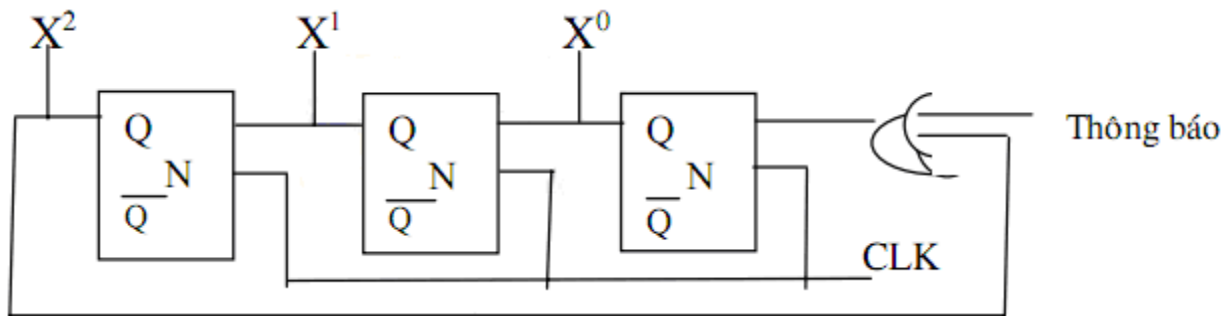
R(x): chính là CRC

Bước 4: thành lập FCS chính là thông báo cần truyền đi

$$FCS = x^c .M(x) + R(x)$$

Mạch tạo CRC

Để tạo mã CRC có thể dùng phần mềm để tính CRC cho từng gói dữ liệu, hoặc tính toán sẵn lưu vào bảng giá trị CRC cho 256 byte, sau đó khi tính CRC cho từng byte thì tra bảng. Tuy nhiên trong thực tế để nhanh và giảm thời gian hoạt động của bộ vi xử lý người ta thường dùng phần cứng để tạo CRC và kiểm tra. Người ta có thể tạo mã CRC dài 12 bit, 16 bit và 32 bit. Mạch điện sẽ bao gồm các bộ ghi dịch và các bộ cộng module 2, số lượng cột của bộ ghi dịch phụ thuộc vào giá trị C đã chọn của hàm sinh G(x).



Hình 5.1 Mạch tạo CRC dùng ghi dịch với  $G(x) = x^3 + 1$

### 5.3. Mật mã hoá số liệu.

#### 5.3.1. Khái quát.

Đường truyền số liệu trong một số trường hợp cần phải được bảo mật, thí dụ như quốc phòng, ngân hàng, vv... Như vậy ngoài các biện pháp xử lý số liệu cần thiết để truyền thành công và hiệu quả, số liệu còn được mật mã hóa bằng phương pháp nào đó, theo một khóa mã nào đó mà chỉ máy phát và máy thu mới biết được.

Quá trình mật mã hóa và giải mật thường được thực hiện ở mức liên kết số liệu (Data link). Tuy nhiên cũng có nhưng vi mạch cỡ lớn chuyên thực hiện mật mã và giải mật mã số liệu. Các chip cho phép người sử dụng thay đổi các giải thuật mật

mã phức tạp với rất nhiều khóa khác nhau để lựa chọn. Ngày nay mật mã hóa mức vật lý cũng được quan tâm nhiều, đặc biệt là mật mã hóa theo đường công nghệ, một số phương pháp lợi dụng công nghệ cao để tiến hành mật mã nó, thám mã muốn biết bản gốc phải đạt được trình độ công nghệ tương đương mới có thể thực hiện được.

### 5.3.2. Mật mã hóa cổ điển.

Bản gốc sẽ được mã hóa bằng một khóa được xác định trước để tạo ra một bản mã. Bản mã chính là bản được truyền lên kênh. Khi thâm nhập vào kênh, đối phương có thể thu trộm được bản mã nhưng vì không biết khóa mã nên khó tìm ra được bản gốc.

Về mặt toán học có thể mô phỏng mật mã cổ điển như sau:

Một hệ thống mã là một tập có 5 thành phần (P, C, K, E, D) trong đó:

P: là tập hợp hữu hạn các bản gốc có thể.

C: là tập hợp hữu hạn các mã gốc có thể.

K: là tập hợp khóa có thể. Đối với mỗi  $k \in K$  có một luật mật mã  $e_k : P \rightarrow C$ ;  $e_k \in E$  và một luật giải mã tương ứng  $d_k : C \rightarrow P$ ,  $d_k \in D$ . Mỗi  $e_k$  và  $d_k$  là những ánh xạ sao cho  $d_k(e_k(x)) = x$  và với mọi  $x \in P$ .

Giả sử thông tin cần truyền là một chuỗi  $x_1, x_2, \dots, x_n$  với  $n$  là một số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1. Mỗi ký hiệu  $x_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) được mật mã bằng luật  $e_k$  với khóa  $K$  đã thống nhất với bên thu. Nơi phát sẽ xác định các  $y$  theo  $y = e_k(x_i)$  và bản mã sẽ phát lên kênh là  $y = y_1, y_2, \dots, y_n$ . Ở phía thu hợp lệ, sẽ tìm ra bản gốc bằng cách dùng ánh xạ  $d_k(y_i) = x_i$ , chú ý  $e_k$  và  $d_k$  phải là các ánh xạ 1-1, nghĩa là với  $x_1 \neq x_2$  thì  $y_1 \neq y_2$ .

Có nhiều phương pháp mật mã cổ điển sau đây chúng ta xét một phương pháp mã dịch vòng. Phương pháp này có cơ sở là phép toán module. Để minh họa ta xét việc mật mã hóa trên bộ chữ cái tiếng anh gồm 26 chữ cái. Dùng phép module 26 như sau:

$$e_k(x) = x + K \text{ module } 26.$$

$$d_k(x) = x - K \text{ module } 26.$$

Bảng 5.1 Sự tương ứng của các chữ cái và các số theo module 26 như sau:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

Thí dụ:

Giả sử khóa mã dịch vòng này là 9 và bản gốc là: Gonewththewind

Tiến hành mật mã như sau:

Trước hết chúng ta biến đổi bản gốc thành chuỗi các số nguyên theo phép lấy tương ứng trên bảng 5.1 ta được:

6    14    13    4    22    19    7  
 19    7    4    22    8    13    3

Sau đó cộng thêm 9 vào mỗi giá trị rồi module 26 ta được:

15    23    22    13    5    2    16  
 2    16    13    5    17    22    12

Từ chuỗi giá trị trên lấy các giá trị tương ứng trong bảng 5.1 ta được bản mã sẽ truyền đi là: pxwnfcqcqnrfrm. Khi thu được bản mã này, máy thu sẽ tiến hành biến đổi thành dãy các giá trị tương ứng trong bảng 5.1. Lấy giá trị trừ bớt đi 9 rồi module 26, đổi giá trị của kết quả thành ký tự cuối cùng sẽ được bản gốc.

### 5.3.3. Mật mã khóa công khai.

Một trong những phương pháp mật mã hóa hiện đại là mật mã khóa công khai. Phương pháp mật mã này ứng dụng tính chất đặc biệt của các hàm lũy thừa một chiều để tăng độ khó và gây cản trở hoạt động của thám mã. Hệ mật mã khóa công khai dựa trên logarit rời rạc được dùng khá phổ biến và được gọi là hệ mật

mã Elgamal. Để minh họa hệ mật mã Elgamal sau đây sẽ trình bày một cách hình thức các bước. Trước hết bản gốc  $x$  sẽ được đánh dấu bằng cách nhân với  $\beta^k$  để tạo ra  $y_2$ . Giá trị  $\alpha^k$  cũng được gửi đi như một phần của bản mã nơi thu hợp lệ biết được  $a$  sẽ suy diễn ra  $\beta^k$  từ  $\alpha^k$  sau đó sẽ chia  $y_2$  cho  $\beta^k$  để được  $x$ .

Thí dụ cho  $p = 2579$ , cho  $\alpha = 2$ ,  $a = 765$ . Khi đó  $\beta = 2^{765} \bmod 2579 = 949$  Giả sử muốn gửi bản tin  $x = 1299$  chọn ngẫu nhiên  $k = 853$

$$y_1 = 2^{853} \bmod 2579 = 435$$

$$y_2 = 1299 \cdot 949^{853} \bmod 2579 = 2396$$

Ở đầu thu khi nhận được bản mã  $y = (435, 2396)$  sẽ tiến hành tính ra bản gốc

$$X = 2396 \cdot (435^{765})^{-1} \bmod 2579 = 1299$$

## 5.4. Nén số liệu.

### 5.4.1. Khái quát.

Chúng ta vẫn giả thiết rằng nội dung thông tin truyền đi bao gồm dữ liệu gốc dưới dạng chuỗi ký tự có chiều dài cố định. Cho dù đây là trường hợp của nhiều ứng dụng truyền số liệu, vẫn còn có những trường hợp khác, trong đó dữ liệu được nén trước khi truyền đi, nén dữ liệu là một việc làm thiết yếu trong các dịch vụ truyền dẫn công cộng, ví dụ truyền qua mạng PSTN, vì trong các mạng như vậy việc tính cước dựa vào thời gian và cự ly truyền.

Ví dụ chúng ta truyền dữ liệu qua mạng PSTN dùng tốc độ 4800bps, thời gian truyền hết dữ liệu là 20 phút. Rõ ràng nếu dùng nén dữ liệu chúng ta có thể giảm một nửa số lượng dữ liệu truyền, và có thể tiết kiệm 50% giá tiền. Điều này tương đương với việc dùng tốc độ truyền 9600 bps nhưng không nén.

Trong thực tế chúng ta có thể dùng một loạt các giải thuật nén khác nhau, mỗi giải thuật sẽ phù hợp với một loại dữ liệu. Vài modem thông minh sẽ cung cấp đặc trưng nén thích nghi tự động thực hiện các giải thuật nén phù hợp với loại dữ liệu đang được truyền.

### **5.4.2. Nén nhờ đơn giản mã cho các chữ số (Packed decimal).**

Khi các frame chỉ bao gồm các ký tự số học đang được truyền, chúng ta có thể tiết kiệm đáng kể bằng cách giảm số bit trên mỗi ký tự từ 7 xuống 4 thông qua mã BCD, thay cho mã ASCII.

### **5.4.3. Nén theo mã hóa quan hệ.**

Một phương pháp khác được sử dụng khi truyền dữ liệu số học kế tiếp chỉ khác nhau phần nhỏ về giá trị là chỉ gửi lượng khác nhau giữa các giá trị này cùng với một giá trị tham khảo. Điều này được gọi là mã hóa quan hệ và nó có thể đem lại hiệu quả đặc biệt trong các ứng dụng ghi nhận dữ liệu.

Thí dụ nếu giám sát từ xa mực nước của dòng sông thường đọc mức nước theo các khoảng thời gian định trước. Để tối thiểu thời gian cần truyền thay vì truyền giá trị chỉ mực nước tuyệt đối, chúng ta chỉ cần truyền đi các giá trị khác nhau.

### **5.4.4. Nén bằng cách bỏ bớt các ký tự giống nhau.**

Thông thường khi các frame gồm các ký tự có thể in đang được truyền thường xuất hiện chuỗi lặp lại các ký tự giống nhau. Thiết bị điều khiển tại máy phát sẽ quét nội dung của frame trước khi truyền nếu gặp một chuỗi ký tự liên tiếp giống nhau thì chúng sẽ được thay thế bởi tuần tự số và ký tự.

### **5.4.5. Nén theo mã hóa thống kê.**

Không phải tất cả các ký tự trong một frame truyền đều có cùng một tần suất xuất hiện. Các ký tự nào có tần suất xuất hiện lớn thì được mã hóa với số lượng bit ít hơn các ký tự có tần suất xuất hiện thấp. Do đó số bit trên mỗi ký tự thay đổi nên chúng ta phải dùng phương pháp truyền đồng bộ thiên hướng bit.

## **5.5. Kỹ thuật truyền số liệu trong mạng máy tính cục bộ**

### **5.5.1. Tổng quan.**

Các mạng số liệu cục bộ thường được gọi đơn giản là mạng cục bộ và gọi tắt là LAN. Chúng thường được dùng để liên kết các đầu cuối thông tin phân bố trong một tòa nhà hay một cụm công sở nào đó. Thí dụ có thể dùng LAN liên kết các máy trạm phân bố ở các văn phòng trong một cao ốc hay trong khuôn viên của trường đại học, cũng có thể liên kết các trang thiết bị mà nền tảng cấu tạo của chúng là máy tính phân bố xung quanh một nhà máy hay một bệnh viện. Vì tất cả các thiết bị



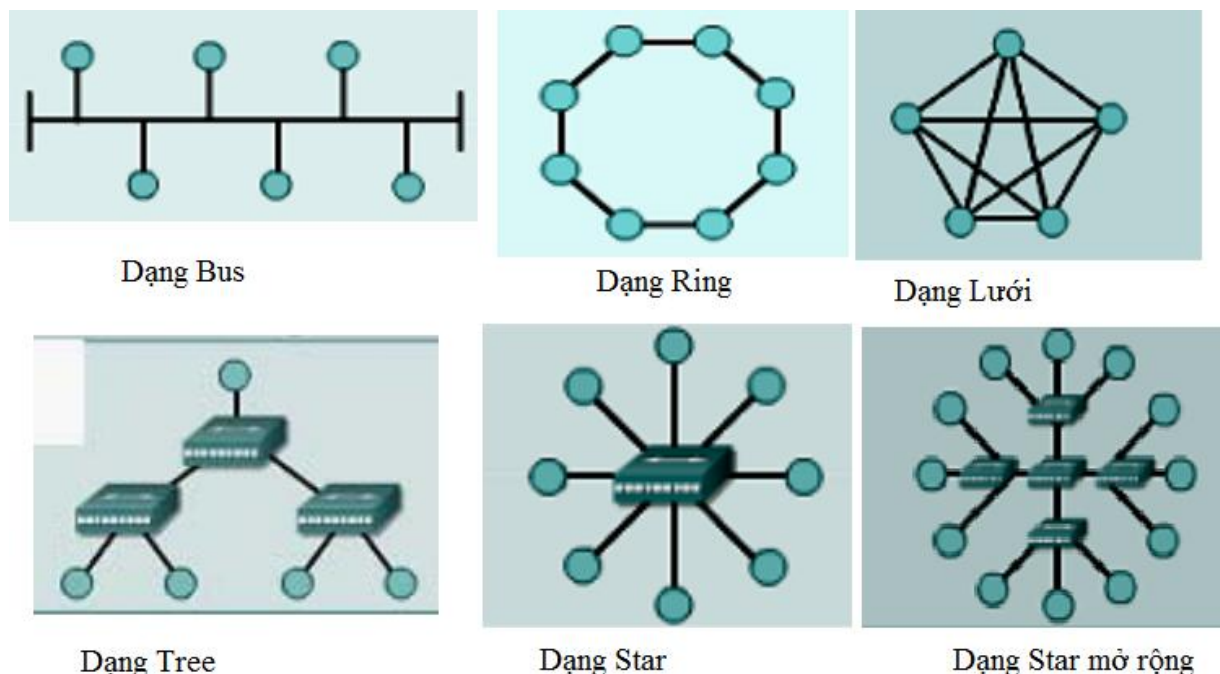
đều được lắp đặt trong một phạm vi hẹp nên các LAN thường được xây dựng và quản lý bởi một tổ chức nào đó. Chính vì lý do này mà các LAN được xem là các mạng dữ liệu tư nhân, điểm khác biệt chủ yếu giữa một đường truyền thông tin được thiết lập bằng LAN và một cầu nối được thực hiện thông qua mạng số liệu công cộng là một LAN thường cho tốc độ truyền số liệu nhanh hơn do đặc trưng phân cách về mặt địa lý và cự ly ngắn. Trong ngữ cảnh của mô hình tham chiếu OSI thì khác biệt này chỉ tự biểu lộ tại các lớp phụ thuộc mạng. Trong nhiều trường hợp các lớp giao thức cấp cao hơn trong mô hình tham chiếu giống nhau trong cả LAN và mạng số liệu công cộng. Có hai loại LAN hoàn toàn khác nhau: LAN nối dây và LAN không nối dây như bao hàm trong tên của từng loại, LAN nối dây dùng các dây nối cố định thực như cáp xoắn, cáp đồng trục để làm môi trường truyền dẫn trong khi đó các LAN không dây dùng sóng vô tuyến hay sóng ánh sáng để làm môi trường truyền dẫn, cách tiếp cận với hai loại là khác nhau.

### **5.5.2. Mạng LAN nối dây**

Trước khi nghiên cứu cấu trúc và hoạt động của các kiểu LAN nối dây ta cần chú ý đến các yếu tố cần chọn lựa trong xây dựng LAN

#### **5.5.2.1. Topo**

Hầu hết các mạng diện rộng WAN, thí dụ như mạng điện thoại công cộng PSTN (public switching telephone network), dùng topo dạng lưới, tuy nhiên do đặc thù phạm vi vật lý giới hạn của các thuê bao (DTE) trên LAN nên cho phép dùng các topo đơn giản hơn. Có 4 topo thông dụng là: star, bus, ring và tree. Hình 5.1



Hình 5.1 Các topo thông dụng

Tổng đài PABX là một dạng star topo. Một cầu nối được thiết lập xuyên qua một tổng đài PABX analog truyền thống bằng nhiều phương pháp giống với một cầu nối được thực hiện qua mạng PSTN analog, trong đó tất cả các con đường xuyên qua mạng đều được thiết kế chỉ để mang tín hiệu thoại có băng thông giới hạn. Do đó muốn truyền số liệu phải dùng các modem, tuy nhiên hầu hết các PABXX hiện đại dùng kỹ thuật chuyển mạch số và do đó cũng được gọi là tổng đài số cá nhân PDX (private digital exchange). Với sự xuất hiện của các IC giá rẻ thực hiện các chức năng chuyển đổi analog digital và ngược lại, làm cho việc mở rộng chế độ làm việc digital thuê bao nhanh chóng trở thành hiện thực. Điều này có nghĩa những đường chuyển mạch 64 Kbps thường được dùng cho điện thoại số sẽ luôn có sẵn tại mỗi kết cuối thuê bao, do đó có thể được dùng cho cả thoại và số liệu. Tuy nhiên ứng dụng chủ yếu của PDX là cung cấp một đường truyền dẫn chuyển mạch cho phiên thông tin cục bộ giữa các đầu cuối tích hợp thoại và số liệu, phục vụ trao đổi thư điện tử, truyền tập tin... Hơn thế nữa, kỹ thuật số trong PDX cho phép cung cấp các dịch vụ như voice store and forward và teleconferencing.

Các topo thích hợp hơn với các LAN đã được thiết kế để thực hiện chức năng của các mạng truyền số liệu nhỏ nhằm liên kết với máy tính cục bộ, đó là topo dạng

BUS và dạng RING, thông thường trong topo dạng Bus cáp mạng được dẫn qua các vị trí có DTE cần nối vào trong mạng, và một kết nối vật lý được thực hiện tại đó để cho phép các DTE truy xuất các dịch vụ mạng. Tiếp đó là một mạch điều khiển truy xuất và các giải thuật được dùng để chia sẻ băng thông truyền dẫn có sẵn cho nhóm DTE được nối vào mạng.

Với topo Ring cáp mạng đi từ một DTE đến một DTE khác cho đến khi các DTE được nối thành với nhau thành một vòng. Đặc trưng của Ring là một liên kết điểm nối điểm trực tiếp với mỗi DTE láng giềng hoạt động theo một chiều... Cần một giải thuật thích hợp làm nhiệm vụ chia sẻ việc sử dụng Ring giữa các user trong nhóm.

Tốc độ truyền dữ liệu được dùng trong Bus và Ring vào khoảng từ 1 đến 100 Mbps, điều đó khá phù hợp với việc liên kết nhóm các thiết bị cục bộ dựa trên nền máy tính chẳng hạn như các workstation trong các văn phòng hay các bộ điều khiển thông minh xung quanh một hệ xử lý nào đó.

### **5.5.2.2. Môi trường truyền dẫn**

Môi trường truyền dẫn để tạo ra các đường liên kết vật lý các nút mạng có thể là cáp đồng trục, cáp sợi quang, cáp xoắn đôi, radio... Mỗi loại môi trường truyền dẫn đều chỉ phù hợp với tình trạng kết nối mạng và yêu cầu tốc độ truyền dữ liệu giữa các nút mạng. Cáp xoắn, cáp đồng trục, cáp quang là môi trường truyền dẫn của chủ yếu của mạng LAN.

#### **a). Cáp xoắn đôi (twisted-pair cable)**

Loại cáp này gồm 2 đường dây dẫn đồng được xoắn vào nhau nhằm giảm nhiễu điện từ gây ra bởi môi trường xung quanh và gây ra bởi bản thân chúng với nhau. Có 2 loại cáp xoắn đôi được dùng là cáp có vỏ bọc kim STP (shield twisted pair) và cáp không có vỏ bọc kim UTP.

\*. STP: lớp vỏ bọc kim bên ngoài cáp xoắn đôi có tác dụng chống nhiễu điện từ. Có nhiều loại STP có loại chỉ gồm 1 đôi dây xoắn ở trong vỏ bọc kim, nhưng cũng có loại gồm nhiều đôi dây xoắn. Tốc độ truyền trên cáp này là 155 Mbit/s, khoảng cách là 100 m.

\*. UTP: tính năng tương tự như STP, chỉ kém hơn ở khả năng chống nhiễu và suy hao do không có vỏ bọc. Có 5 loại thường dùng là:

+ UTP loại 1 và 2: sử dụng thích hợp cho truyền thoại và số liệu tốc độ thấp (dưới 4 Mbit/s).

+ UTP loại 3: thích hợp cho việc truyền dữ liệu tốc độ lên đến 16 Mbit/s.

+ UTP loại 4: thích hợp cho việc truyền dữ liệu tốc độ lên đến 20 Mbit/s.

+ UTP loại 5: thích hợp cho việc truyền dữ liệu tốc độ lên đến 100 Mbit/s.

Trên phần lớn các tuyến thuê bao, cáp đôi được dùng một cách phổ biến vì dễ dùng và kinh tế, những sợi cáp đôi này được cách điện cẩn thận bằng polyvinyl hoặc poliethylene, được xoắn vào một sợi cáp, 10 đến 2400 chiếc cáp đôi được nhóm lại để tạo thành nhiều loại cáp khác nhau để tăng thêm các đặc tính kỹ thuật, PVC hoặc PE được dùng và sau đó lớp vỏ bọc cáp sẽ được phủ bên ngoài các dây cáp. Để tránh hư hỏng vì bị ẩm ướt/ ngắt mạch điện người ta dùng băng nhôm hoặc đồng vào giữa các vỏ. Một cách tổng quát với các loại cáp địa phương các dây điện lõi có đường kính 0,4 0,5 0,65 và 0,9 mm được sử dụng một cách rộng rãi.

#### b). Cáp đồng trục (coaxial cable)

Cáp đồng trục được chế tạo bằng một sợi dây dẫn đồng chất được bao quanh bằng một dây trung tính gồm nhiều sợi dây nhỏ bện lại, giữa 2 dây này có một lớp cách ly bên ngoài có một lớp vỏ bảo vệ. Có 2 hệ thống truyền khác nhau được dùng với cáp đồng trục:

##### + Băng tần cơ sở (baseband)

Hệ truyền trên băng tần cơ sở nhận tín hiệu số đến từ máy tính và truyền trực tiếp tín hiệu ấy qua cáp đến trạm thu, truyền đơn kênh, tốc độ truyền đạt tới 10 Mbit/s, khoảng cách tối đa là 4000 m.

##### + Băng rộng (broadband).

Hệ truyền băng rộng đổi tín hiệu số thành tín hiệu tương tự có một tần số vô tuyến (RF) và truyền nó đến trạm thu, tại đó tín hiệu có tần số vô tuyến được đổi lại thành tín hiệu số. Một bộ giải điều biến đảm nhận việc đó, mỗi trạm phải có một modem riêng để dùng với băng tần rộng, cáp đồng trục băng tần rộng là môi trường truyền đa kênh, tốc độ truyền tối đa 5 Mbit/s, khoảng cách truyền khoảng 50 Km.

Các loại cáp đồng trục sau đây thường hay được dùng:

- + RG-8 và RG 11 có trở kháng 50 ôm.
- + RG-59 có trở kháng 75 ôm.
- + RG- 62 có trở kháng 93 ôm.
- + Cáp đồng trục có độ suy hao nhỏ so với các loại cáp đồng khác.

c). Cáp sợi quang (fiber optic cable).

Cáp sợi quang là công nghệ mới nhất được dùng trong các mạng. Một chùm tia sáng được rọi xuyên suốt sợi thủy tinh luôn dọc theo dây cáp, bộ phận điều biến sẽ điều khiển tia sáng ấy để thành tín hiệu.

Do dùng chùm tia sáng để truyền tin nên hệ thống này chống được nhiễu điện từ bên ngoài, bản thân cáp không tự gây nhiễu nên có thể truyền dữ liệu với tốc độ cực nhanh và không hề sai sót. Cáp sợi quang cũng là môi trường đa kênh (multichannel medium). Thông lượng của cáp sợi quang rất lớn. Dùng cáp sợi quang có những khó khăn: đắt tiền, khó hàn nối, khó mắc rẽ nhánh vào các trạm bổ xung.

Cáp sợi quang có thể hoạt động ở một trong 2 chế độ: single mode (chỉ một đường dẫn quang duy nhất) hoặc multi mode (có nhiều đường dẫn quang). Căn cứ vào đường kính lõi sợi quang, đường kính lớp áo bọc và chế độ hoạt động hiện nay có 4 loại cáp sợi quang hay được dùng, đó là:

- + Cáp có đường kính lõi sợi 8,3 micro/đường kính lớp áo 125 micro/single mode.
- + Cáp có đường kính lõi sợi 50 micro/đường kính lớp áo 125 micro/single mode.
- + Cáp có đường kính lõi sợi 62,5 micro/đường kính lớp áo 125 micro/single mode.
- + Cáp có đường kính lõi sợi 100 micro/đường kính lớp áo 125 micro/single mode.

Ta thấy đường kính lõi sợi rất nhỏ nên rất khó khăn khi phải đấu nối cáp sợi quang, cần phải có công nghệ đặc biệt đòi hỏi chi phí cao.

Giải thích cho cáp sợi quang có thể đạt tới 2 Gb/s. Độ suy hao trong cáp sợi quang rất thấp. Tín hiệu truyền trên cáp sợi quang không bị phát hiện và bị thu tru, an toàn thông tin trên mạng được bảo đảm.

### 5.5.2.3. ATM LAN

Mạng LAN được phân chia thành 3 thể hệ:

+ Thể hệ thứ nhất tiêu biểu là CSMA/CD LAN (carrier sense multiple – access with collision detection) – đa truy xuất cảm nhận sóng mang có phát hiện đụng độ và Token ring LAN (dùng Token đó là một frame nhỏ được gọi là thẻ bài chạy vòng trên mạng khi tất cả các trạm đều rảnh rỗi, bất cứ khi nào các trạm muốn truyền phải đợi cho đến khi nó phát hiện một token chuyển qua nó. Trạm truyền sẽ bắt lấy token thông qua thao tác sửa một bit trong đó chuyển nó từ một token thành một tuần tự bit đánh dấu đầu frame của một số frame dữ liệu. Sau đó trạm này thêm và truyền phần còn lại của các trường cần thiết để xây dựng một frame dữ liệu hoàn chỉnh. Thể hệ thứ nhất cung cấp kết nối terminal-to-host và hỗ trợ các kiến trúc client/server với tốc độ vừa phải.

+ Thể hệ thứ hai tiêu biểu là FDDI, thể hệ thứ hai đáp ứng nhu cầu cho các LAN đường trục và hỗ trợ cho các máy trạm có tốc độ cao.

+ Thể hệ thứ ba tiêu biểu là các ATM LAN, thể hệ thứ ba được thiết kế để cung cấp khả năng phối hợp thông lượng và bảo đảm truyền tải theo thời gian thực, đáp ứng cho các ứng dụng đa phương tiện.

Các yêu cầu thông thường đối với LAN thể hệ thứ ba gồm có:

+ Hỗ trợ nhiều lớp dịch vụ tin cậy, thí dụ dịch vụ video trực tuyến có thể yêu cầu cầu nối tin cậy có tốc độ 2 Mbps, để chất lượng dịch vụ có thể chấp nhận được, trong khi chuyển tập tin chỉ cần dùng một lớp dịch vụ cơ bản.

+ Cung cấp thông lượng dải rộng, có khả năng mở rộng dung lượng trên từng host (để cho phép các ứng dụng cần lượng dữ liệu xuất/nhập lớn trên một host) và cả trên dung lượng phối hợp (để cho phép cài đặt mở rộng từ vài host đến vài trăm host tốc độ cao).

+ Làm phương tiện liên kết mạng giữa kỹ thuật LAN và WAN.

ATM rất lý tưởng cho việc đáp ứng các yêu cầu ở trên nhờ vào các đường dẫn ảo và các kênh ảo, rất dễ tích hợp các lớp đa dịch vụ. Theo kiểu kết nối cố định hay chuyển mạch, ATM rất dễ mở rộng bằng cách thêm nhiều node chuyển mạch và dùng tốc độ cao hơn (hay thấp hơn) cho các thiết bị kết nối vào. Sau cùng, với việc tăng cường sử dụng phương pháp vận chuyển bằng tế bào (cell) trong xây dựng mạng diện rộng, thì việc dùng ATM trong một mạng đầu cuối cho phép xóa dần ranh giới giữa LAN và WAN.

Các loại ATM LAN gồm có:

- + Gateway to ATM LAN đó là một chuyển mạch ATM đóng vai trò như một router và bộ tập trung tải để liên kết một mạng đầu cuối vào ATM WAN.

- + Backbone ATM switch: là một chuyển mạch ATM đơn hay một chuyển mạch ATM cục bộ liên kết các LAN khác nhau.

- + Workgroup ATM: là các trạm đa phương tiện chất lượng cao và các hệ thống đầu cuối khác được kết nối trực tiếp vào một chuyển mạch ATM.

Trên đây là ba cấu hình thuần nhất. Trong thực tế một hỗn hợp của hai hay cả ba loại cũng có thể được dùng để tạo ra ATM LAN.

### **5.5.3. Các LAN không dây**

#### **5.5.3.1. Khái quát**

Các loại LAN có dây hầu hết đều dùng cáp đồng trục hay cáp xoắn đôi để làm môi trường vật lý truyền. Giá thành chủ yếu liên quan đến LAN chính là chi phí lắp đặt đường cáp vật lý. Hơn thế nữa, nếu kiến trúc sơ đồ kết nối các máy tính thay đổi thì chi phí để thực hiện tương đương với chi phí lắp đặt từ đầu khi thay đổi kế hoạch nối dây. Đây chính là một trong các lý do để LAN không dây phát triển. Các LAN không dây là các LAN không dùng các đường dây nối vật lý làm môi trường truyền dẫn chính.

Lý do thứ hai là sự xuất hiện thiết bị đầu cuối là máy tính xách tay. Khi kỹ thuật càng trở nên tiên tiến thì các thiết bị như vậy nhanh chóng so sánh được với máy tính cố định. Mặc dù lý do chính để dùng các thiết bị này là tính di động, chúng thường phải thông tin liên lạc với các máy tính khác. Các máy tính khác có thể là máy tính xách tay (di động) hoặc phổ biến hơn là các máy tính được vào mạng

LAN nối dây. Ví dụ như các thiết bị đầu cuối trong siêu thị liên hệ với máy tính lưu trữ ở xa để cập nhật cơ sở dữ liệu của kho hàng, hoặc trong bệnh viện, một y tá với một máy tính xách tay có thể truy xuất vào hồ sơ của bệnh nhân được lưu giữ trong cơ sở dữ liệu tại máy chủ.

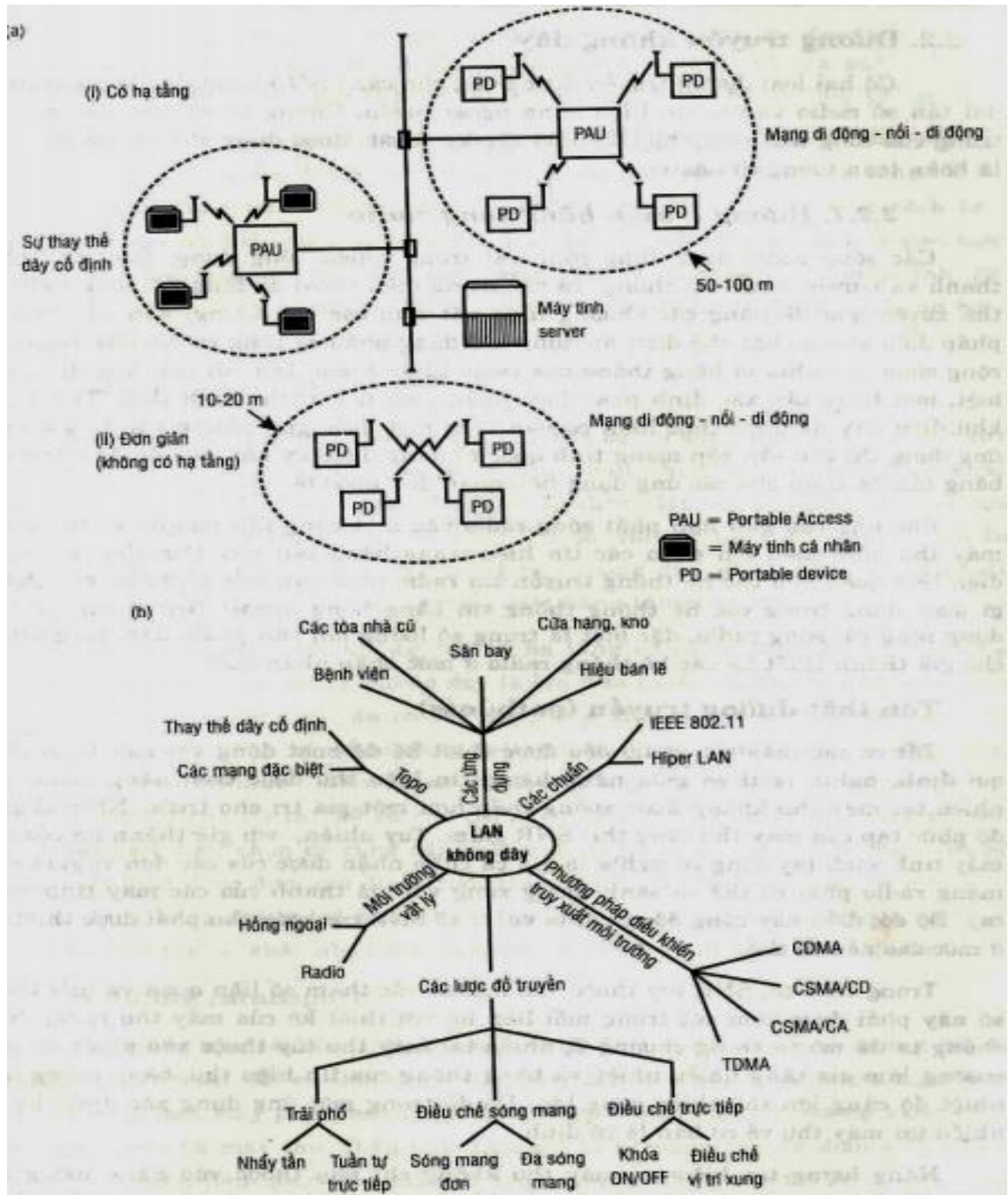
Một tập các chuẩn LAN không dây đã được phát triển bởi tổ chức IEEE gọi là IEEE 802.11. Thuật ngữ và vài thuộc tính đặc biệt của 802.11 là duy nhất đối với chuẩn này và không bị ảnh hưởng trong tất cả các sản phẩm thương mại. Đặc tính của nó tượng trưng cho các năng lực mạng được yêu cầu đối với LAN không dây.

Một sơ đồ minh họa hai ứng dụng của LAN không dây được trình bày trên hình 5.2.

Trong ứng dụng thứ nhất để truy xuất vào máy tính server đang được nối vào LAN có dây cần dùng một thiết bị trung gian được gọi là đơn vị truy xuất di động PAU (Portable access unit) thông thường vùng phủ sóng của PAU là từ 50 đến 100 mét và trong một dự án lắp đặt lớn có nhiều đơn vị như vậy phân bố xung quanh một điểm. Tập hợp các đơn vị này cung cấp khả năng truy xuất vào LAN có dây và do đó truy xuất vào các máy tính server cho các máy tính xách tay, hay máy tính cố định, mỗi thiết bị đầu cuối này có thể ở bất cứ nơi nào xung quanh điểm này. Loại ứng dụng này được gọi là LAN không dây có hạ tầng cơ sở.

Trong ứng dụng thứ hai một tập các máy tính di động có thể thông tin với nhau hình thành một LAN không dây đơn giản hay LAN không dây không có hạ tầng cơ sở. Ví dụ điều này có thể trong phòng hội thảo hay sân bay.





Hình 5.2 Các LAN không dây

a) Các topo ứng dụng

b) Các khía cạnh kỹ thuật

### **5.5.3.2. Đường truyền không dây.**

Có hai loại đường truyền được dùng trong LAN không dây là sóng trong dải tần số radio và các tín hiệu hồng ngoại tuyến.

#### **5.5.3.2.1. Đường truyền bằng sóng radio**

Cả sóng radio được dùng rộng rãi trong phát thanh truyền hình đại chúng và các mạng điện thoại di động. Vì sóng radio có thể xuyên qua trường ngại vật, nên các phương pháp điều khiển chặt chẽ được áp dụng khi dùng phổ của sóng radio. Dải ứng dụng rộng cũng có nghĩa là băng thông của radio là khan hiếm. Đối với một ứng dụng đặc biệt, một băng tần xác định phải được phân phối một cách chính thức. Trước đây điều này đã được thực hiện cơ bản trên một quốc gia, nhưng với tốc độ gia tăng ứng dụng thì các sắp xếp mang tính quốc tế đang được ký kết, qua đó để riêng các băng tần đã chọn cho các ứng dụng liên quan đến quốc tế.

Các nhu cầu giới hạn phát sóng radio vào một băng tần nào đó và trong các máy thu liên quan chỉ chọn các tín hiệu trong băng tần này làm cho các mạch điện liên quan đến các hệ thống truyền tin radio phức tạp hơn nhiều so với hệ thống truyền hồng ngoại. Tuy nhiên, việc sử dụng rộng rãi sóng radio, đặc biệt là trong số lượng lớn sản phẩm dân dụng khiến cho giá thành thiết kế hệ thống radio ở mức chấp nhận được.

Radio chiếm giải tần từ 10 kHz đến 1 GHz trong đó có những băng tần như:

- + Sóng ngắn.
- + VHF (very high frequency).
- + UHF (ultra high frequency).

#### *Tổn thất đường truyền*

Tất cả các máy thu radio đều được thiết kế để hoạt động với một tỷ số SNR quy định nghĩa là tỷ số năng lượng tín hiệu thu được trên năng lượng của nhiễu tại máy thu không được thấp hơn một giá trị cho trước, nhìn chung độ phức tạp của máy thu tăng thì SNR giảm, tuy nhiên với giá thành hạ của các máy tính xách tay cũng có nghĩa là giá cả chấp nhận được của các đơn vị giao tiếp mạng radio phải có thể so sánh tương xứng với giá thành của các máy tính xách tay. Do đó điều này cũng đồng nghĩa với tỷ số SNR của máy thu phải được thiết kế ở mức cao nếu có thể.

Năng lượng thu được ở máy thu không chỉ phụ thuộc vào năng lượng tín hiệu đã phát đi mà còn phụ thuộc vào khoảng cách giữa máy thu và máy phát. Trong không gian tự do, năng lượng của tín hiệu radio suy giảm tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách tính từ nguồn. Ngoài ra trong môi trường bị bao phủ bởi văn phòng công sở, sự suy giảm còn tăng hơn nữa.

Do đó để cho máy thu hoạt động được với một SNR có thể chấp nhận được, nó phải hoạt động trong hệ thống có mức năng lượng càng cao càng tốt và với một vùng phủ sóng có giới hạn. Trong thực tế, với các máy tính xách tay, năng lượng của tín hiệu được phát bị giới hạn bởi sự tiêu thụ tại đơn vị giao tiếp mạng radio, điều này làm gia tăng một lượng tải đối với nguồn của máy tính. Đó cũng là lý do vì sao vùng phủ sóng của LAN đơn giản không hạ tầng cơ sở lại ngắn hơn LAN có hạ tầng cơ sở.

### *Nhiều xuyên kênh*

Vì sóng radio lan truyền xuyên qua hầu hết các chướng ngại vật với mức suy giảm vừa phải, điều này có thể tạo ra sự tiếp nhận nhiễu từ các máy phát khác cũng đang hoạt động trong cùng băng tần và được đặt trong phòng kế cận của cùng tòa nhà. Do đó với LAN đơn giản, vì nhiều LAN như vậy có thể được thiết lập trong các phòng gần nhau, nên các kỹ thuật phải theo là cho phép vài user trong cùng một băng tần cùng tồn tại.

Trong một LAN không dây có hạ tầng cơ sở, vì topo đã biết và tổng diện tích vùng phủ sóng của mạng không dây nhiều, tương tự như LAN có dây thì băng thông có sẵn có thể được chia thành một số băng con sao cho vùng phủ sóng của các băng kề nhau dùng một tần số khác nhau. Điều này tạo ra một hiệu suất sử dụng băng thông tốt hơn và đảm bảo cho tất cả các cell kề nhau mỗi cell dùng một tần số khác nhau nên mức nhiễu xuyên kênh được giảm tối đa.

### *Đa đường*

Các tín hiệu radio chịu ảnh hưởng bởi đa đường, nghĩa là tại bất cứ thời điểm nào máy thu đều nhận tín hiệu xuất phát từ cùng một máy phát, mỗi tín hiệu được dẫn theo một con đường khác nhau giữa máy phát và máy thu. Điều này gọi là sự phân tán đa đường và khiến cho các tín hiệu liên quan đến mẫu/bít trước xuyên nhiễu các tín hiệu liên quan đến mẫu/bít kế tiếp. Điều này được gọi là nhiễu xuyên

mẫu. Rõ ràng tốc độ bit càng cao, khoảng thời gian bit càng ngắn thì xuyên nhiễu mẫu càng lớn.

Ngoài ra còn một suy giảm gọi là fading gây ra bởi sự thay đổi chiều dài đường đi của các tín hiệu thu khác nhau, nó làm gia tăng khoảng dịch pha tương quan giữa chúng, có thể tạo ra các tín hiệu phản xạ khác nhau làm suy giảm đáng kể tín hiệu trên tuyến trực tiếp, và trong một giới hạn nào đó có thể khử lẫn nhau. Hiện tượng này gọi là Rayleigh fading. Để khắc phục hiện tượng này, hai anten thường được dùng với khoảng cách vật lý giữa chúng bằng  $\frac{1}{4}$  bước sóng, các tín hiệu thu được từ cả hai anten được kết hợp lại thành một tín hiệu thu thống nhất. Kỹ thuật này được gọi là phân tập không gian (Space diversity).

Một giải pháp khác là dùng kỹ thuật được gọi là cân bằng (equalization). Các ảnh hưởng suy giảm và trễ của tín hiệu trực tiếp (tương đương như tín hiệu phản xạ đa đường) bị loại trừ khỏi tín hiệu thu thực sự. Vì các tín hiệu phản xạ thay đổi theo các vị trí khác nhau của máy phát và máy thu nên quá trình này phải thích nghi. Do đó mạch điện được dùng ở đây được gọi là bộ cân bằng thích nghi (adaptive equalizer).

#### **5.5.3.2.2. Đường truyền bằng sóng hồng ngoại**

Sóng hồng ngoại có tần số rất cao hơn sóng radio (hơn  $10^{14}$  Hz), các thiết bị được phân loại theo chiều dài bước sóng của tín hiệu hồng ngoại thu được thay vì dùng tần số, chiều dài bước sóng đo lường theo nm ( $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ ). Hai bước sóng được dùng phổ biến nhất là 800 nm và 1300 nm.

Một ưu điểm của dùng sóng hồng ngoại là không có một quy định nào về việc dùng nó. Sóng hồng ngoại có bước sóng tự như ánh sáng nhìn thấy được và do đó có biểu hiện như nhau: ví dụ như phản xạ từ các bề mặt nhẵn bóng, nó thường xuyên qua thủy tinh, nhưng không xuyên qua được bức tường hay các vật thể mờ đục khác, do đó sóng hồng ngoại bị giới hạn trong một căn phòng, từ đó làm giảm mức nhiễu xuyên kênh trong các ứng dụng LAN không dây. Một điểm khác cũng cần chú ý là nhiễu do ánh sáng của môi trường xung quanh như ánh sáng mặt trời, ánh sáng đèn điện, các nguồn huỳnh quang, tất cả đều chứa một mức đáng kể tia hồng ngoại. Lượng ánh sáng hồng ngoại này được thu từ bộ thu quang cùng với lượng hồng ngoại từ nguồn phát chính, điều này có nghĩa là mức nhiễu có thể cao, dẫn đến nhu cầu phát tín hiệu phải cao để đạt được tỷ số SNR chấp nhận được. Trong

thực tế tổn thất đường truyền đối với hồng ngoại có thể cao. Ngoài ra các bộ phát sóng hồng ngoại có hiệu suất thấp khi biến đổi năng lượng từ điện sang quang. Để giảm mức nhiễu, trong thực tế thường chuyển hỗn hợp tín hiệu thu được qua bộ lọc băng gốc (optical bandpass filter), bộ lọc này làm suy giảm các tín hiệu nằm ngoài băng tần gốc của tín hiệu đã được truyền.

### **III. TÀI LIỆU HỌC TẬP**

**- Tài liệu tham khảo:**

**[1]. Michael Duck, Peter Bishop, Richard Read. Data communication, Addison-Wesley 1996.**

**[2]. Đỗ Trung Tá. Công nghệ ATM - giải pháp cho mạng viễn thông băng rộng 1998**

**[3] Nguyễn Hồng Sơn, Hoàng Đức Hải. Kỹ thuật truyền số liệu. Nhà xuất bản Lao động 2002.**

**[4] William Stallings, Data and computer communications, Prentice Hall, 2004**

# Chương 1: MẠNG ĐIỆN THOẠI DI ĐỘNG

## Bài 1: Giới thiệu mạng Điện thoại di động GSM

**Nội dung:** Định nghĩa GSM, Các mạng GSM ở Việt Nam, Công nghệ của mạng GSM, Công nghệ CDMA, Cấu trúc cơ bản của mạng di động, Băng tần GSM 900MHz, Băng tần 1800MHz, Phương pháp tái sử dụng tần số phát .

### Định nghĩa GSM

GSM là viết tắt của từ "The Global System for Mobile Communication" - Mạng thông tin di động toàn cầu.

- GSM là tiêu chuẩn chung cho các thuê bao di động di chuyển giữa các vị trí địa lý khác nhau mà vẫn giữ được liên lạc .

### Các mạng điện thoại GSM ở việt nam

Ở Việt Nam và các nước trên Thế giới, mạng điện thoại GSM vẫn chiếm đa số, Việt Nam có 3 mạng điện thoại GSM đó là :

- Mạng Vinaphone : 091 => 094...
- Mạng Mobiphone : 090 => 093...
- Mạng Viettel 098...

### Công nghệ của mạng GSM

Các mạng điện thoại GSM sử dụng công nghệ TDMA. TDMA là viết tắt của từ " Time Division Multiple Access " - Phân chia các truy cập theo thời gian .

**Giải thích:** Đây là công nghệ cho phép 8 máy di động có thể sử dụng chung 1 kênh để đàm thoại, mỗi máy sẽ sử dụng 1/8 khe thời gian để truyền và nhận thông tin.

### Công nghệ CDMA .

Khác với công nghệ TDMA của các mạng GSM là công nghệ CDMA của các mạng như

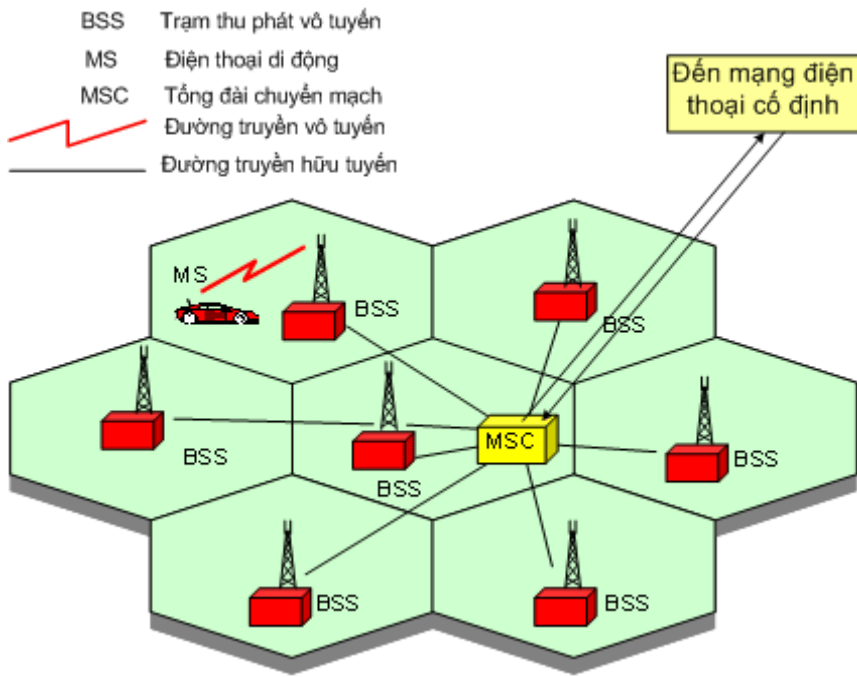
- Mạng Sphone 095...
- Mạng EVN.Telecom 096...
- Mạng HTL 092...

- CDMA là viết tắt của " Code Division Multiple Access" - Phân chia các truy cập theo mã .

**Giải thích:** Công nghệ CDMA sử dụng mã số cho mỗi cuộc gọi, và nó không sử dụng một kênh để đàm thoại như công nghệ TDMA mà sử dụng cả một phổ tần (nhiều kênh một lúc) vì vậy công nghệ này có tốc độ truyền dẫn tín hiệu cao hơn công nghệ TDMA

### Cấu trúc cơ bản của mạng di động

Mỗi mạng điện thoại di động có nhiều **Tổng đài chuyên mạch MSC** ở các khu vực khác nhau (Ví dụ như tổng đài miền Bắc, miền Trung, miền Nam) và mỗi Tổng đài lại có nhiều **Trạm thu phát vô tuyến BSS**



### Băng tần GSM 900 MHz

- Nếu bạn sử dụng thuê bao mạng Vinaphone, Mobiphone hoặc Viettel là bạn đang sử dụng công nghệ GSM.

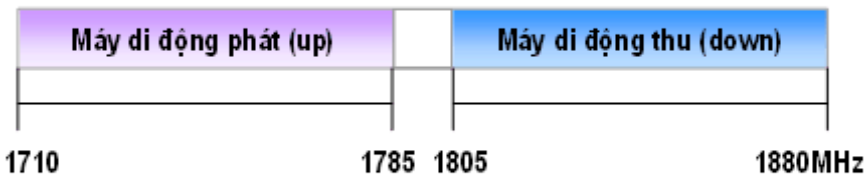
Công nghệ GSM được chia làm 3 băng tần

- Băng tần GSM 900MHz
- Băng tần GSM 1800MHz
- Và băng tần GSM 1900MHz

Tất cả các mạng điện thoại ở Việt Nam hiện đang phát ở băng tần 900MHz, các nước trên Thế giới sử dụng băng tần 1800MHz, Mỹ sử dụng băng tần 1900MHz .

### Băng tần GSM 1800 MHz

## GSM 1800



**Khoảng cách đường lên và đường xuống: 95Mhz**

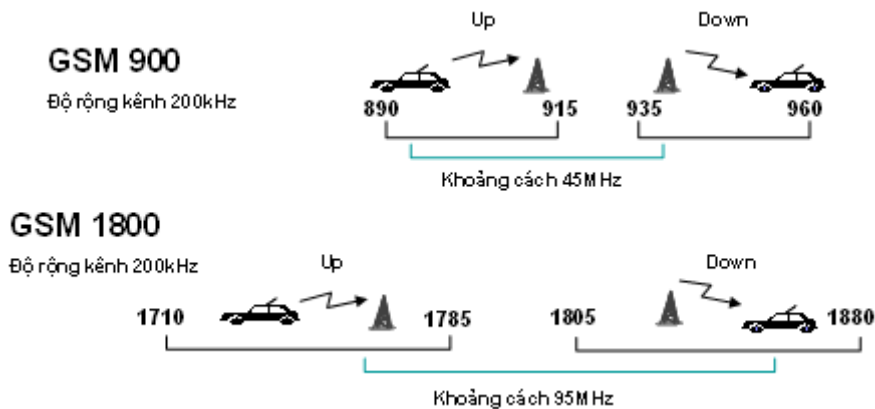
**Độ rộng kênh tần: 200kHz**

*Băng tần GSM 1800 MHz*

Ở băng 1800M, Điện thoại di động thu ở dải sóng 1805MHz đến 1880MHz và phát ở dải sóng 1710MHz đến 1785MHz

Khi điện thoại dd thu từ đài phát trên một tần số nào đó (trong giải 1805MHz đến 1880MHz) nó sẽ trừ đi 95MHz để lấy ra tần số phát, khoảng cách giữa tần số thu và phát của băng GSM 1800 là 95MHz .

## So sánh 2 băng tần



Băng tần GSM 900MHz và băng tần GSM 1800MHz

## Tái sử dụng tần số

Tái sử dụng tần số là gì?

Vì sao phải tái sử dụng tần số

- Bởi vì nguồn tài nguyên tần số cho mạng di động là rất giới hạn.
- Các thuê bao khác nhau phải sử dụng cùng một tần số tại các vị trí khác nhau.
- Tuy nhiên, chất lượng của đường truyền phải được đảm bảo.

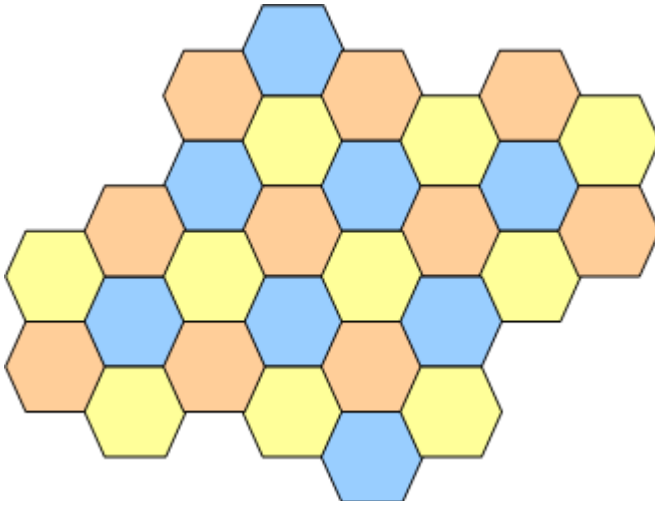
Toàn bộ dải tần phát cho mạng GSM 900M chỉ có từ 890MHz đến 915MHz tức là có 25MHz, mỗi kênh chiếm một khe tần số 200KHz => như vậy có khoảng 125 kênh thoại có thể sử dụng một lúc, mỗi kênh thoại được chia thành 8 khe thời gian trong đó 1/8 thời gian giành cho tín hiệu điều khiển, 7/8 khe thời gian còn lại dành cho 7 thuê bao và như vậy tổng số thuê bao có thể liên lạc trong một thời điểm là  $125 \times 7 = 875$ .

875 thuê bao có thể liên lạc đồng thời trong một thời điểm cho một mạng di động, đây là con số quá ít không đáp ứng được nhu cầu sử dụng, vì vậy tái sử dụng tần số là phương pháp làm tăng số thuê bao di động có thể liên lạc trong một thời điểm lên tới con số hàng triệu.

## Phương pháp tái sử dụng tần số

- Người ta chia một Thành phố ra thành nhiều ô hình lục giác => gọi là Cell, mỗi ô có một trạm BTS để thu phát tín hiệu, các ô không liền nhau có thể phát chung một tần số ( như hình dưới thì các ô có cùng màu xanh hay màu vàng có thể phát chung tần số )
- Với phương pháp trên người ta có thể chia toàn bộ giải tần ra làm 3 để phát trên các ô không liền kề như 3 màu dưới đây, và như vậy mỗi ô có thể phục vụ cho  $875 / 3 =$  khoảng 290 thuê bao .
- Trong một Thành phố có thể có hàng trăm trạm thu phát BTS vì vậy nó có thể phục vụ được hàng chục ngàn thuê bao có thể liên lạc trong cùng một thời điểm .





Thành phố được chia thành nhiều ô hình lục giác, mỗi ô được đặt một trạm thu phát BTS

### Phát tín hiệu trong mỗi ô

Tín hiệu trong mỗi ô được phát theo một trong hai phương pháp

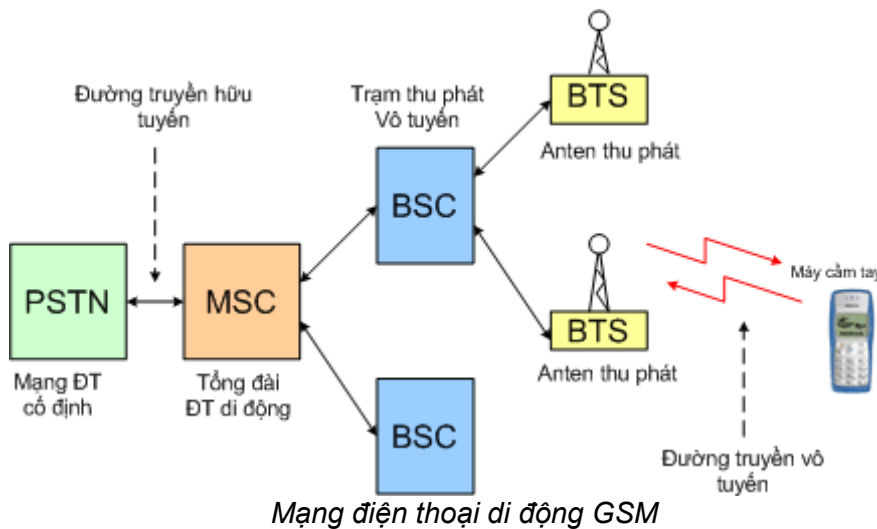
- Phát đẳng hướng
- Phát có hướng theo góc 120o



## Bài 2: Các thành phần của mạng Điện thoại di động

**Nội dung:** Mạng điện thoại di động GSM, Máy cầm tay MS, Ý nghĩa số IMEI, Ý nghĩa số SIM, Hệ thống tổng đài, Kênh đàm thoại và kênh điều khiển .

### Mạng Điện thoại di động GSM



### Máy cầm tay MS ( Mobile Station )

Trong mỗi máy di động cầm tay khi liên lạc, nhà quản lý điều hành mạng sẽ quản lý theo hai mã số.

- Số SIM đây là mã nhận dạng di động thuê bao Quốc tế, dựa vào mã số này mà nhà quản lý có thể quản lý được các cuộc gọi cũng như các dịch vụ gia tăng khác .
- Số IMEI đây là số nhận dạng di động Quốc tế, số này được nạp vào bộ nhớ ROM khi điện thoại được xuất xưởng, mỗi máy điện thoại có một số IMEI duy nhất, ở các nước trên thế giới - số IMEI được các nhà cung cấp dịch vụ quản lý, vì vậy ở nước ngoài nếu một điện thoại di động bị đánh cắp thì chúng cũng thể sử dụng được
- Với các công nghệ tiên tiến ngày nay, nếu bạn bật máy điện thoại lên, người ta có thể biết bạn đang đứng ở đâu chính xác tới phạm vi 10m<sup>2</sup> đó là công nghệ định vị toàn cầu.

## **MS=ME+SIM**

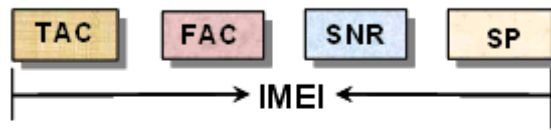
**ME** (Mobile Equipment) - International Mobile Equipment Identity (**IMEI**)  
 Nhận dạng Thiết bị Di động Quốc tế

**SIM** Subscriber Identity Module - International Mobile Subscriber Identity (**IMSI**)  
 Nhận dạng Thuê bao Di động Quốc tế



### Ý nghĩa số IMEI

## IMEI: Số Nhận dạng Thiết bị Di động Quốc tế



**TAC:** Type Approval Code. Kiểm soát bởi trung tâm kiểm soát thiết bị quốc tế.

**FAC:** Final Assembly Code. Do nhà sản xuất ấn định

**SNR:** Serial Number: Số SN của máy.

**SP:** SPare : Không sử dụng.

## Ý nghĩa số SIM

Số Nhận dạng Thiết bị Di động Quốc tế - IMSI được lưu trữ trong SIM card.

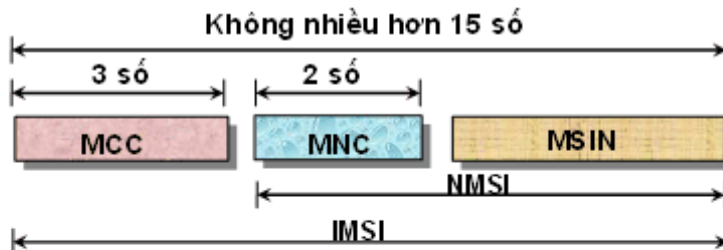
Việc thực hiện cuộc gọi được thông qua số IMSI.

Chip lưu giữ số IMSI và các thông tin khác

SIM Card GSM



## Số thuê bao IMSI



**MCC:** Mobile Country Code, Mã di động quốc gia, bao gồm 3 số. Ví dụ: MCC của Việt nam là "452".

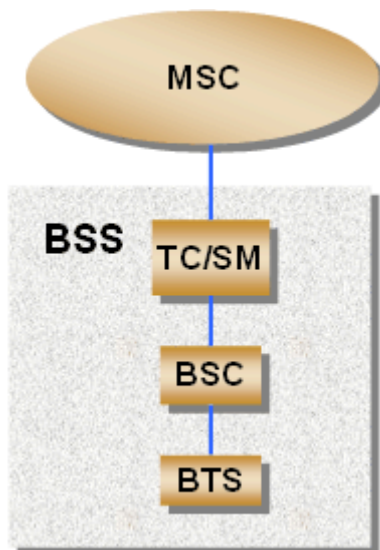
**MNC:** Mobile Network Code, Mã mạng di động, bao gồm 2 số. Ví dụ: MNC của Vinaphone là "09"

**MSIN:** Mobile Subscriber Identification Number. Số thuê bao di động. Ví dụ 13361818

**NMSI:** National Mobile Subscriber Identification. Số điện thoại trong nước đầy đủ do MNC và MSIN tạo thành. Ví dụ 09-13361818

## Hệ thống tổng đài

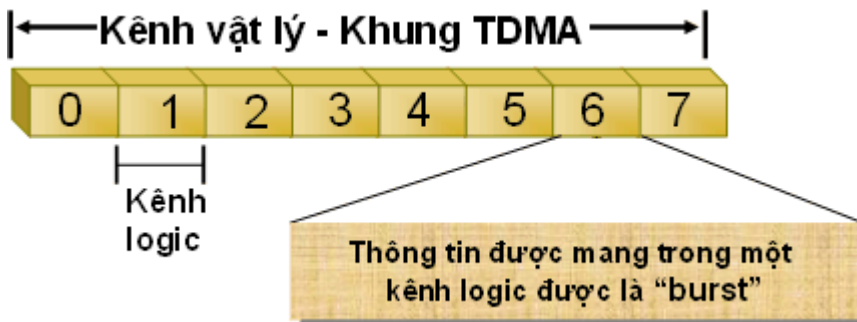
MSC - Tổng đài di động  
 BSC - Trạm điều khiển thu phát.  
 BTS - Trạm thu phát vô tuyến  
 TC/SM - Bộ trộn multiplexer



### Các giao diện vô tuyến

#### Kênh vật lý và kênh Logic

Kênh vật lý là kênh tần số dùng để truyền tải thông tin. Ví dụ: Kênh tần số 890MHz là kênh vật lý. Kênh logic là kênh do kênh vật lý chia tách. Trong GSM, một kênh vật lý được chia ra làm 8 kênh logic.



*Một kênh Logic chiếm 1/8 khe thời gian của kênh vật lý  
 Kênh vật lý là kênh có tần số xác định, có dải thông 200KHz*

#### Kênh đàm thoại

Lưu lượng kênh đàm thoại sẽ được truyền đi trên các kênh Logic, mỗi kênh vật lý có thể hỗ trợ 7 kênh đàm thoại và một kênh điều khiển .

#### Kênh điều khiển

Mỗi kênh vật lý sử dụng 1/8 thời gian làm kênh điều khiển, kênh điều khiển sẽ gửi từ Đài phát đến máy thu các thông tin điều khiển của tổng đài .

### Bài 3: Các công nghệ xử lý tín hiệu

**Nội dung:** Các kỹ thuật điều chế tín hiệu, Điều khiển công suất phát của máy di động, Thu tín hiệu ngắt quãng, Khi thuê bao di chuyển .

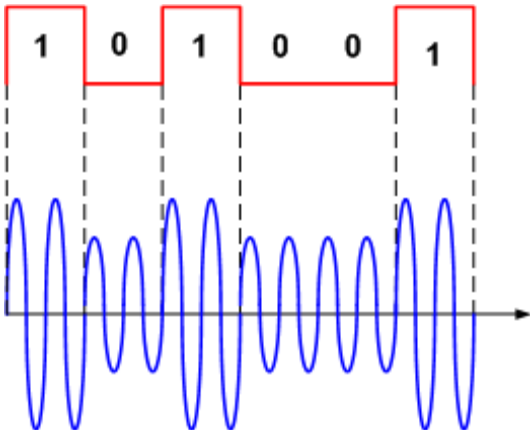
## Các kỹ thuật điều chế tín hiệu

Điều biên - Amplitude Modulation (AM)

Điều tần - Frequency Modulation (FM)

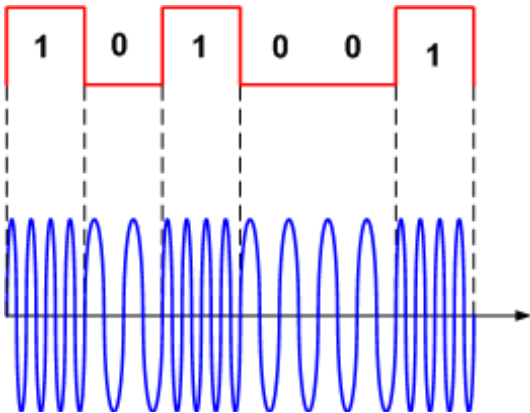
Điều pha - Phase Modulation (PM)

**Kỹ thuật điều biên:**



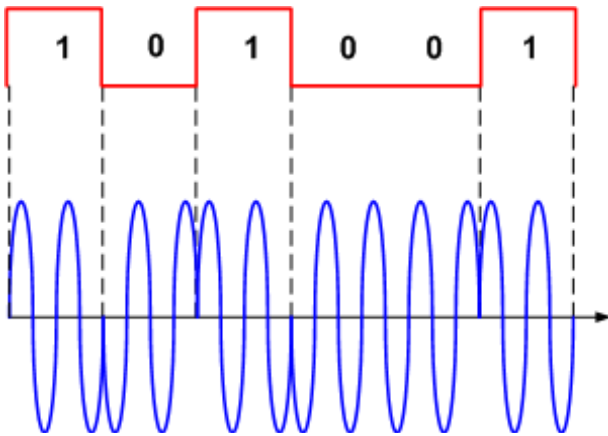
*Kỹ thuật điều biên làm thay đổi biên độ tín hiệu theo tín hiệu số*

**Kỹ thuật điều tần**



*Kỹ thuật điều tần làm thay đổi tần số tín hiệu theo tín hiệu số*

**Kỹ thuật điều pha**



Kỹ thuật điều pha làm thay đổi pha tín hiệu theo tín hiệu số  
 Công nghệ di động sử dụng kỹ thuật điều pha, đây là kỹ thuật thường được sử dụng cho mạch điều chế số .

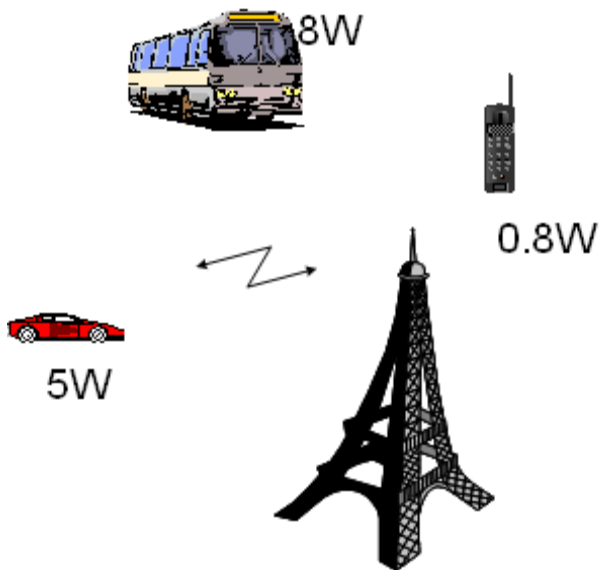
**Điều khiển công suất phát của máy di động .**

Vì sao phải điều khiển công suất phát của máy di động?

=> Để giảm công suất phát của máy di động khi không cần thiết để tiết kiệm năng lượng tiêu thụ cho pin.

=> Giảm được nhiều cho các kênh tần số lân cận

=> Giảm ảnh hưởng sức khỏe cho người sử dụng .

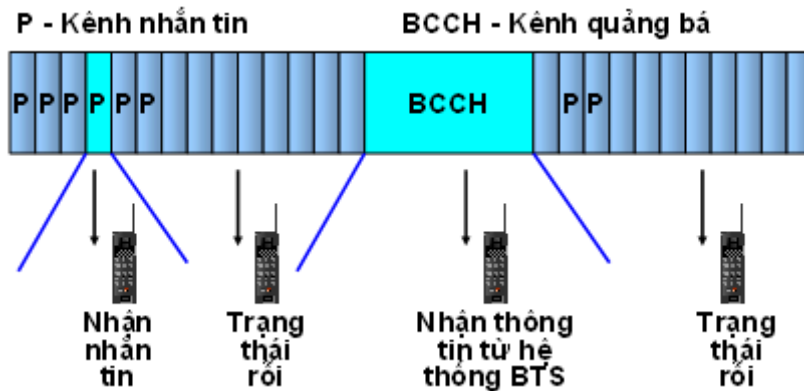


Khi ta bật nguồn Mobile, kênh thu sẽ thu tín hiệu quảng bá của đài phát, tín hiệu thu được đối chiếu với dữ liệu trong bộ nhớ SIM để Mobile có thể nhận ra mạng chủ của mình, sau đó Mobile sẽ phát tín hiệu điều khiển về đài phát (khoảng 3-4 giây), tín hiệu được thu qua các trạm BTS và được truyền về tổng đài MSC, tổng đài sẽ ghi lại vị trí của Mobile vào trong Data Base.

Sau khi phát tín hiệu điều khiển về tổng đài, Mobile của bạn sẽ chuyển sang chế độ nghỉ ( không phát tín hiệu ) và sau khoảng 15 phút nó mới phát tín hiệu điều khiển về tổng đài 1 lần.

**Thu tín hiệu ngát quãng**

Đài phát phát đi các tín hiệu quảng bá nhưng tín hiệu này cũng phát xen kẽ với các khoảng thời gian rỗi và thời gian phát tin nhắn.



Khi không có cuộc gọi thì điện thoại sẽ thu được tín hiệu ngắt quảng đủ cho điện thoại giữ được sự liên lạc với tổng đài.

### Khi thuê bao di chuyển giữa các ô ( Cell )

Khi bạn đứng trong Cell thứ nhất, bạn bật máy và tổng đài thu được tín hiệu trả lời tự động từ điện thoại của bạn => tổng đài sẽ lưu vị trí của bạn trong Data Base.

Khi bạn di chuyển sang một Cell khác, nhờ tín hiệu thu từ kênh quảng bá mà điện thoại của bạn hiểu rằng tín hiệu thu từ trạm BTS thứ nhất đang yếu dần và có một tín hiệu thu từ một trạm BTS khác đang mạnh dần lên, đến một thời điểm nhất định, điện thoại của bạn sẽ tự động phát tín hiệu điều khiển về đài phát để tổng đài ghi lại vị trí mới của bạn .

Khi có một ai đó cầm máy gọi cho bạn, ban đầu nó sẽ phát đi một yêu cầu kết nối đến tổng đài, tổng đài sẽ tìm dấu vết thuê bao của bạn trong cơ sở dữ liệu, nếu tìm thấy nó sẽ cho kết nối đến trạm BTS mà bạn đang đứng để phát tín hiệu tìm thuê bao của bạn.

Khi tổng đài nhận được tín hiệu trả lời sẵn sàng kết nối ( do máy của bạn phát lại tự động ) tổng đài sẽ điều khiển các trạm BTS tìm kênh còn rỗi để thiết lập cuộc gọi => lúc này máy của bạn mới có rung và chuông.

## Chương II

# PHÂN TÍCH TÍN HIỆU

XEM LẠI CHUỖI FOURRIER.

PHỔ VẠCH.

BIẾN ĐỔI FOURRIER.

CÁC HÀM KỶ DỊ: ( SINGNLARITY FUNCTIONS ).

PHÉP CHỒNG (CONVOLUTION).

PHÉP CHỒNG ĐỒ HÌNH ( GRAPHICAL CONVOLUTION ).

ĐỊNH LÝ PARSEVAL.

NHỮNG TÍNH CHẤT CỦA BIẾN ĐỔI FOURRIER.

ĐỊNH LÝ VỀ SỰ BIẾN ĐIỆU.

CÁC HÀM TUẦN HOÀN.



## XEM LẠI CHUỖI FOURRIER.

### 1. Một hàm bất kỳ $S(t)$ có thể được viết: ( dạng lượng giác ).

$$S(t) = a_0 \cos(0) + \sum_{n=1}^{\infty} [ a_n \cos 2\pi n f_0 t + b_n \sin 2\pi f_0 t ] \quad (2.1)$$

$$\text{Với } t_0 < t < t_0 + T; \quad T \triangleq \frac{1}{f_0}$$

Số hạng thứ nhất là  $a_0$  vì  $\cos(0) = 1$ .

Việc chọn các hằng  $a_n$  và  $b_n$  theo các công thức sau:

$$\text{- Với } n = 0; \quad a_0 = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) dt \quad (2.2)$$

$$\text{- Với } n \neq 0; \quad a_n = \frac{2}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) \cos 2\pi n f_0 t dt \quad (2.3)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) \sin 2\pi n f_0 t dt \quad (2.4)$$

Hệ thức (2.2) có được bằng cách lấy tích phân 2 vế của (2.1).

Hệ thức (2.3) và (2.4) có được bằng cách nhân cả 2 vế của (2.1) cho hàm sin và lấy tích phân.

2. Dùng công thức EULER, có thể đưa dạng  $s(t)$  ở trên về dạng gọn hơn ( dạng hàm mũ phức ).

$$\text{EULER} \rightarrow e^{j2\pi n f_0 t} = \cos 2\pi n f_0 t + j \sin 2\pi n f_0 t \quad (2.5)$$

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{j2\pi n f_0 t} \quad (2.6)$$

Tròn đó  $n$ : Số nguyên; dương hoặc âm. Và  $C_n$  được định bởi:

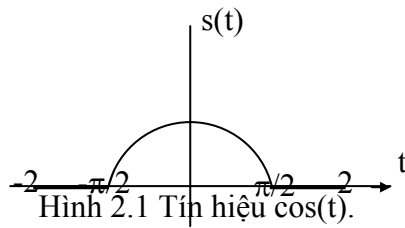
$$C_n = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} s(t) e^{-j2\pi n f_0 t} dt \quad (2.7)$$

Điều này dễ kiểm chứng, bằng cách nhân hai vế của (2.5) cho  $e^{-j2\pi n f_0 t}$  và lấy tích phân hai vế.

Kết quả căn bản mà ta nhận được = một hàm bất kỳ theo thời gian có thể được diễn tả bằng tổng các hàm sin và cos hoặc là tổng của các hàm mũ phức trong một khoảng.

Nếu  $s(t)$  là một hàm tuần hoàn, ta chỉ cần viết chuỗi Fourier trong một chu kỳ, chuỗi sẽ tương đương với  $s(t)$  trong mọi thời điểm.

Ví dụ 1: Hãy xác định chuỗi Fourier lượng giác của  $s(t)$  như hình vẽ. Chuỗi này cần áp dụng trong khoảng  $-\pi/2 < t < \pi/2$ .



Hình 2.1 Tỉ lệ hiệu  $\cos(t)$ .

Ta dùng chuỗi Fourier lượng giác, với  $T = \pi$  và  $f_0$   
 $= \frac{1}{T} = \frac{1}{\pi}$  như vậy chuỗi có dạng:

$$s(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [ a_n \cos 2nt + b_n \sin 2nt ]$$

Trong đó:  $a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} \cos t \cdot dt = \frac{2}{\pi}$

và  $a_n = \frac{2}{\pi} \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} \cos t \cdot \cos 2nt \cdot dt = \frac{2}{\pi} \left[ \frac{(-1)^{n+1}}{2n-1} + \frac{(-1)^n}{2n+1} \right]$

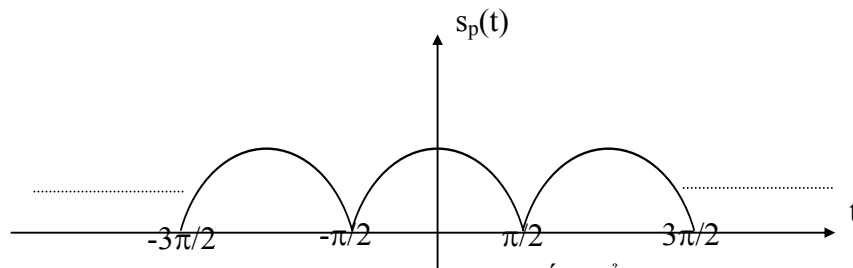
Ta định giá  $b_n$  như sau:

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-\pi/2}^{+\pi/2} s(t) \cdot \sin 2nt \cdot dt$$

Vì  $s(t)$  là một hàm chẵn theo thời gian, nên  $s(t) \cdot \sin 2nt$  là một hàm lẻ và tích phân từ  $-\pi/2$  đến  $\pi/2$  là zero. Vậy  $b_n = 0$  với mọi  $s(t)$  lẻ. Chuỗi Fourier được viết :

$$s(t) = \frac{2}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\pi} \left[ \frac{(-1)^{n+1}}{2n-1} + \frac{(-1)^n}{2n+1} \right] \cos 2nt \tag{2.8}$$

**Lưu ý:** Chuỗi Fourier cho bởi phương trình trên đây có cùng khai triển như của hàm tuần hoàn  $s_p(t)$  như hình dưới đây:



Hình 2.2 Ảnh của  $s(t)$  trong biến đổi Fourier.

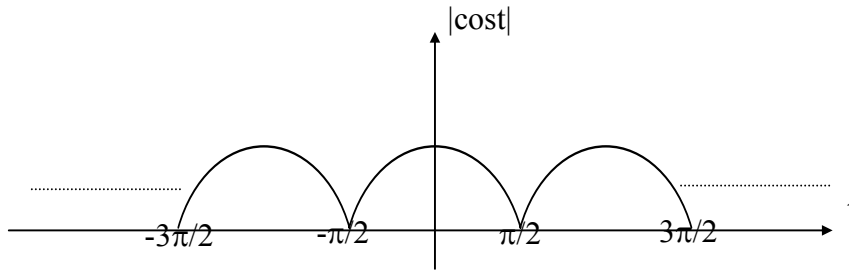
**Phổ vẠch**

Trong lúc tìm sự biểu diễn chuỗi Fourier phức của 1 hàm theo thời gian, ta dùng một thừa số trọng lượng phức  $C_n$  cho mỗi trị của  $n$ . Thừa số  $C_n$  có thể được vẽ như là hàm của  $n$ . Vậy cần đến 2 đường biểu diễn. Một để biểu diễn cho suất của  $n$  và một để biểu diễn pha.

Đường biểu diễn này thì rời rạc. Nó chỉ khác zero đối với những trị gián đoạn của trục hoành. ( Ví dụ:  $C_{1/2}$  thì không có ý nghĩa ).

Đường biểu diễn  $C_n$  đối với  $nf_0$  gọi là phổ Fourier phức. Trong đó  $nf_0$  là lượng tương ứng với tần số của hàm mũ phức mà đối với nó  $C_n$  là một hệ số trọng lượng.

Ví dụ 2: Tìm phổ Fourier phức của sóng cosin được chỉnh lưu toàn sóng,  $s(t) = |\cos t|$ , như hình vẽ dưới đây.



Hình 2.3 Tín hiệu  $|\cos(t)|$ .

Trước hết ta phải tìm khai triển chuỗi Fourier theo dạng hàm mũ phức.

Với  $F_0 = \frac{1}{\pi}$ , ta tính trị giá  $C_n$  từ (2.6) và tìm chuỗi Fourier trực tiếp.

Tuy nhiên ở ví dụ 1, ta đã khai triển chuỗi Fourier dưới dạng lượng giác rồi, nên có thể khai triển hàm  $\cos$  để đưa về dạng hàm mũ phức bằng cách dùng công thức Euler:

$$s(t) = \frac{2}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{\pi} \left[ \frac{(-1)^{n+1}}{2n-1} + \frac{(-1)^n}{2n+1} \right] \cos 2nt$$

Với  $\cos 2nt = \frac{1}{2} [e^{j2nt} + e^{-j2nt}]$

Vậy chuỗi Fourier dạng hàm mũ:

$$\begin{aligned} s(t) &= \frac{2}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{2} e^{j2nt} + \sum_{n=-\infty}^{-1} \frac{a_n}{2} e^{-j2nt} \\ &= \frac{2}{\pi} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{2} e^{j2nt} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_{-n}}{2} e^{j2nt} \end{aligned} \tag{2.9}$$

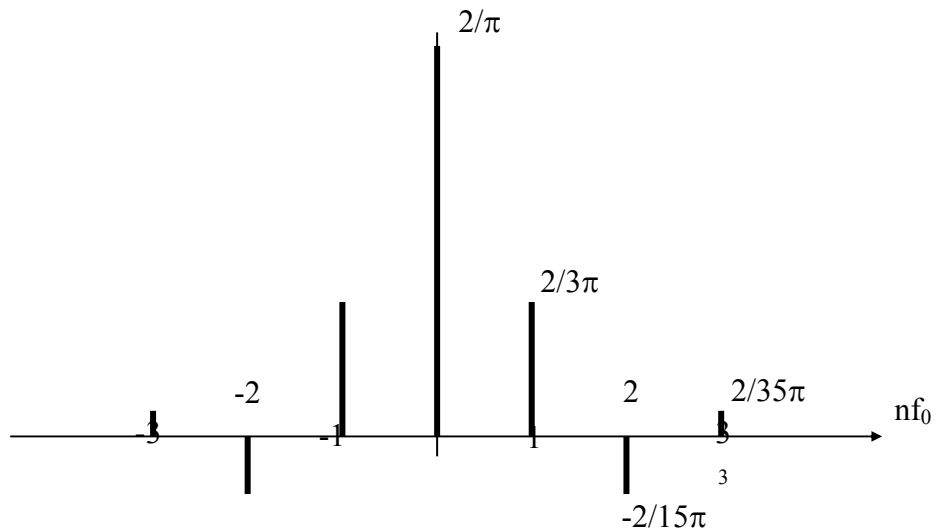
Ta đã đổi biến số ở số hạng sau. Vậy  $C_n$  liên hệ với  $a_n$ :

$$C_n = \frac{a_n}{2} \quad \text{Với } n > 0$$

$$C_n = \frac{a_{-n}}{2} \quad \text{Với } n < 0$$

$$C_n = \frac{2}{\pi}$$

Trong trường hợp này,  $C_n$  là số thực. Nên chỉ cần vẽ một đồ hình.



Hình 2.4: Phổ vạch của ví dụ 2 .

**Biến đổi Fourier:**

Một tín hiệu không tuần hoàn được xem như là trường hợp giới hạn của một tín hiệu tuần hoàn, trong đó chu kỳ T của tín hiệu tiến đến ∞. Nếu chu kỳ tiến đến ∞, tần số căn bản F<sub>0</sub> tiến đến 0. Các họa tần khít lại với nhau và, trong giới hạn, tổng chuỗi Fourier biểu diễn cho s(t) sẽ trở thành một tích phân.

$$F [s(t)] = S(f) \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt \tag{2.10}$$

F [.] kí hiệu cho biến đổi Fourier của [.]

Nó còn được gọi là phổ - hai - phía ( Two - Side - Spectrum ) của s(t), vì cả hai thành phần tần số dương và âm đều thu được từ (2.10). Giả sử s(t) là một hàm thực (vật lý).

Một cách tổng quát, S(f) là một hàm phức theo tần số. S(f) có thể phân làm hai hàm thực X(f) và Y(f) :

$$S(f) = X(f) + jY(f) \tag{2.11}$$

Dạng trên gọi là dạng Cartesian, vì S(f) có thể được biểu diễn trong một hệ trục tọa độ Descartes. Cũng có thể biểu diễn S(f) trong một hệ trục cực. Khi đó, cặp hàm thực sẽ trình bày suất và pha.

$$S(f) = |S(f)| e^{j\theta(f)} \tag{2.12}$$

Với :

$$|S(f)| = \sqrt{X^2(f) + Y^2(f)} \tag{2.13}$$

và:

$$\theta(f) = \tan^{-1} \left( \frac{Y(f)}{X(f)} \right) \tag{2.14}$$

Dạng trên đây còn gọi là dạng cực ( Polar form ).

Để xác định những tần số nào hiện hữu, ta khảo sát phổ của xuất  $|S(f)|$ . ( Đôi khi gọi tắt là ” Phổ “ ).

Phổ của một dạng sóng ( dòng hay thế ) có thể thu được từ những phép tính toán học. Nó không xuất hiện một cách vật lý trong các mạch điện thực tế. Tuy nhiên có thể dùng Spectrum Analyser để quan sát một cách gần đúng.

\* Để phục hồi lại  $s(t)$  từ biến đổi Fourier của nó, ta tính tích phân sau:

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(f) e^{j2\pi ft} dt = F^{-1} [S(f)] \tag{2.15}$$

Phương trình này thường gọi là biến đổi ngược của  $S(f)$ . Hai hàm  $s(t)$  và  $S(f)$  tạo thành một **cặp biến đổi Fourier**. Trong đó,  $s(t)$  diễn tả trong phạm vi thời gian, còn  $S(f)$  diễn tả trong phạm vi tần số.

Ký hiệu cho một cặp biến đổi Fourier :

Hoặc 
$$\begin{matrix} S(f) \leftrightarrow s(t) \\ s(t) \leftrightarrow S(f) \end{matrix} \tag{2.16}$$

Nếu tín hiệu hoặc nhiễu được mô tả trong phạm vi này, thì sự mô tả tương ứng trong phạm vi kia sẽ được biết nhờ cách dùng (2.10) hoặc (2.15).

Dạng sóng  $s(t)$  có thể biến đổi Fourier được nếu nó thỏa các điều kiện Dirichelet. Tuy nhiên, tất cả các dạng sóng vật lý trong kỹ thuật đều thỏa các điều kiện đó.

Ví dụ 3: Phổ của một xung expo.

Đặt  $s(t)$  là một xung expo tắt ( Decaying Exponential Pulse ) bị ngắt ( Switched ) tại  $t = 0$ .

$$s(t) = \begin{cases} e^{-t} & , t > 0 \\ 0 & , t < 0 \end{cases} \tag{2.16}$$

Phổ của xung này có được bằng dùng phép biến đổi Fourier.

$$S(f) = \int_0^{\infty} e^{-t} e^{-j2\pi ft} dt$$

$$S(f) = \frac{1}{1 + j2\pi f} \tag{2.17}$$

Phổ của  $S(f)$  có thể tính bằng cách hữu tỷ hóa mẫu số (2.17)

$$X(f) = \frac{1}{1 + (2\pi f)^2} \quad \text{và} \quad Y(f) = \frac{-2\pi f}{1 + (2\pi f)^2}$$

Và dạng cực:

$$|S(f)| = \sqrt{\frac{1}{1+(2\pi f)^2}} \quad ; \quad \theta(f) = \tan^{-1}(2\pi f)$$

Cặp Fourier trong ví dụ trên:

$$\begin{cases} e^{-t} & , t > 0 \\ 0 & , t < 0 \end{cases} \leftrightarrow \frac{1}{1+j2\pi f} \quad (2.18)$$

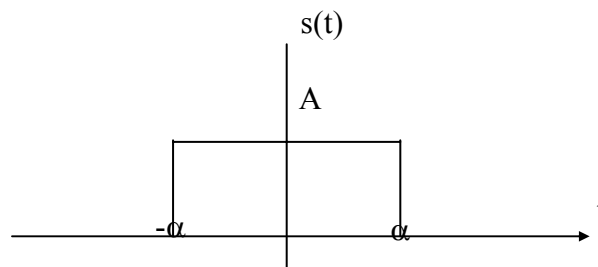
Các hàm kỳ dị: ( Singularity Functions ).

Ta phải đưa vào một loại hàm mới trước khi nói đến những ứng dụng của lý thuyết Fourier. Loại hàm này nổi lên bất cứ lúc nào ta phân giải các loại hàm tuần hoàn. Đó là một phần của nhóm các hàm kỳ dị. Chúng có thể những chuyên hóa của hàm nấc đơn vị.

1. Ví dụ 4. Biến đổi Fourier của hàm cổng ( Gating Function ):

Tìm biến đổi của s(t), trong đó:

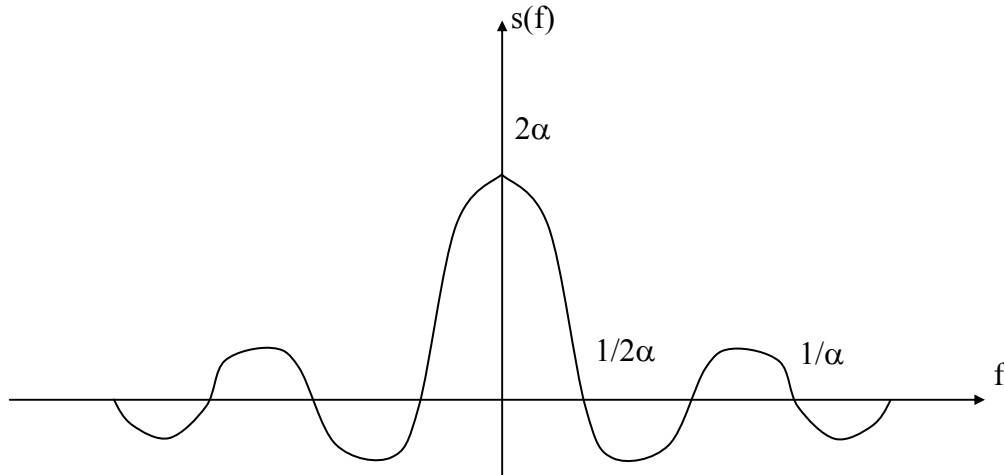
$$s(t) = \begin{cases} A & , |t| < \alpha \\ 0 & , \text{Phải khác} \end{cases} \quad (2.19)$$



Hình 2.5 Tín hiệu s(t).

\* Từ định nghĩa của biến đổi Fourier.

$$\begin{aligned} S(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt \\ &= \int_{-\alpha}^{\alpha} A \cdot e^{-j2\pi ft} dt = -A \frac{e^{j2\pi ft}}{j2\pi f} \Big|_{-\alpha}^{\alpha} \\ &= A \frac{e^{j2\pi f\alpha} - e^{-j2\pi f\alpha}}{j2\pi f} \\ &= A \frac{\sin 2\pi f\alpha}{\pi f} \end{aligned} \quad (2.20)$$



Hình 2.6 Ảnh của s(t) trong biến đổi Fourier.

Những hàm thuộc loại trên đây rất phổ biến trong kỹ thuật thông tin. Để tránh lặp lại hàm này ta định nghĩa hàm Sa(x) như sau:

$$Sa(x) \triangleq \frac{\sin x}{x} \tag{2.21}$$

Khi đó (2.20) được viết lại:

$$S(f) = 2A\alpha \cdot Sa(2\pi f\alpha) \tag{2.22}$$

## 2. Hàm xung lực ( Impulse ).

Bây giờ ta muốn tìm biến đổi Fourier của 1 hằng,  $s(t) = A$ , với mọi t. Ta có thể xem nó là giới hạn của xung g(t) khi  $\alpha \rightarrow \infty$ . Ta cố gắng theo cách quanh co này, vì kỹ thuật trực tiếp thất bại trong trường hợp này.

Khi áp  $s(t) = A$  vào tích phân định nghĩa, ta có:

$$S(f) = \int_{-\infty}^{\infty} A e^{-j2\pi ft} dt \tag{2.23}$$

Tích phân này không hội tụ. Từ (2.6), ta thấy khi  $\alpha \rightarrow \infty$ , biến đổi Fourier tiến đến vô cực tại gốc và những điểm cắt trục zero trở nên cách nhau vô cùng lớn. Như vậy, trong giới hạn, chiều cao của biến đổi Fourier tiến đến vô cực, còn bề rộng thì đến zero. Điều này nghe buồn cười ! Nhưng nó không phải là một hàm thực sự với mọi lúc vì nó không được xác định tại  $f = 0$ . Nếu ta có nói bất cứ điều gì về biến đổi Fourier của một hằng, ta phải thay đổi cách nghĩ.

Sự thay đổi đó bắt đầu bằng cách định nghĩa một “ hàm “ mới đặt tên là xung lực ( mà nó không phải là một hàm thực sự tại mọi lúc ). Ký hiệu là  $\delta(t)$ .

Định nghĩa của xung lực được tạo bởi 3 quan sát đơn giản. Hai trong số đó đã nói đến rồi, đó là:

$$\begin{aligned} \delta(t) &= 0 & , t \neq 0 \\ \delta(t) &\rightarrow \infty & , t = 0 \end{aligned} \tag{2.24}$$

Tính chất thứ 3 là diện tích tổng dưới dạng xung lực là đơn vị:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1 \tag{2.25}$$

Vì tất cả diện tích của  $\delta(t)$  tập trung tại một điểm, những giới hạn trên tích phân có thể chuyển về gốc mà không làm thay đổi giá trị của tích phân. Vậy:

$$\int_a^b \delta(t) dt = 1 \quad a < 0 ; \quad b > 0 \tag{2.26}$$

Ta có thể thấy rằng tích phân của  $\delta(t)$  là  $u(t)$ , hàm nấc đơn vị:

$$\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau = \begin{cases} 1 & , t > 0 \\ 0 & , t < 0 \end{cases} = u(t) \tag{2.27}$$

Bây giờ ta tính tích phân của một hàm bất kỳ với  $\delta(t)$ .

$$\int_{-\infty}^{\infty} s(t)\delta(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} s(0)\delta(t) dt \tag{2.28}$$

Ở (2.28) ta đã thay  $s(t)$  bởi một hàm không đổi, bằng với  $s(0)$  mà không làm thay đổi tích phân. Ta nhớ rằng vì  $\delta(t) = 0$  với mọi  $t \neq 0$ . Vì thế tích của  $\delta(t)$  với một hàm bất kỳ chỉ phụ thuộc trị giá của hàm đó tại  $t = 0$ . Với hàm không đổi ( theo thời gian ) được chọn, ta có thể đem nó ra ngoài dấu tích phân.

$$\int_{-\infty}^{\infty} s(t)\delta(t) dt = s(0) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = s(0)$$

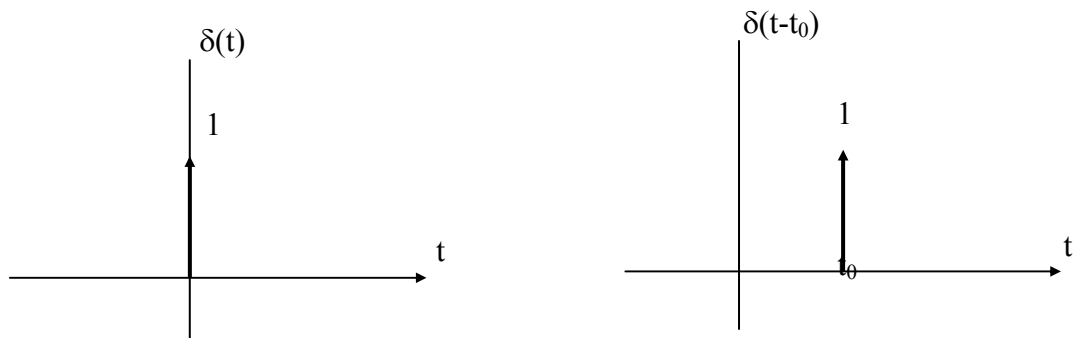
(2.29)

Đây là một kết quả có ý nghĩa, và nó được xem như là **đặc tính mẫu** ( Sampling Property ) của xung lức.

Nếu đổi các biên số, sẽ có một xung bị dời ( Shifted Impules ) với đặc tính mẫu tương tự.

$$\int_{-\infty}^{\infty} s(t)\delta(t-t_0) dt = \int_{-\infty}^{\infty} s(k+t_0)\delta(k) dk = s(t_0)$$

(2.30)



Hai hình vẽ trên trình bày  $\delta(t)$  và  $\delta(t - t_0)$ . Mũi tên hướng lên để chỉ trị giá tiến đến vô cực. Số 1 bên cạnh mũi tên để chỉ diện tích toàn phần của xung lức.



Ví dụ 5: Tính các tích phân sau:

$$a) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) [t^2 + 1] dt$$

$$b) \int_{-1}^2 \delta(t-1) [t^2 + 1] dt$$

$$c) \int_3^5 \delta(t-1) [t^3 + 4t + 2] dt$$

$$d) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(1-t) [t^4 + 2] dt$$

**Giải:**

a) Áp dụng trực tiếp đặc tính mẫu:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) [t^2 + 1] dt = s(0) = 0^2 + 1 = 1$$

b) Vì xung lực rơi vào khoảng của tích phân: Từ phương trình (2.30)

$$\int_{-1}^2 \delta(t-1) [t^2 + 1] dt = s(1) = 1^2 + 1 = 2$$

c) Xung lực xảy ra ở  $t = 1$ , nằm ngoài khoảng của tích phân. Vậy:

$$\int_3^5 \delta(t-1) [t^3 + 4t + 2] dt = 0$$

d)  $\delta(1-t)$  rơi tại  $t = 1$  vì đó là giá trị của  $t$  làm cho suất bằng zero. Vậy:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(1-t) [t^4 + 2] dt = 1^4 + 2 = 3$$

\* Bây giờ ta tìm biến đổi Fourier của một xung lực:

$$\delta(t) \leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) e^{-j2\pi ft} dt = e^0 = 1 \quad (2.31)$$

\* Ta trở lại tính biến đổi của 1 hằng,  $s(t) = A$ . Ta dễ thấy là tích phân xác định không hội tụ.

$$A \leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} A e^{-j2\pi ft} dt \quad (2.32)$$

Với  $f \neq 0$ , tích phân này bị giới hạn bởi  $\frac{A}{\pi f}$ .

Với  $f = 0$  tích phân sẽ ?

\* Vì tích phân định nghĩa biến đổi Fourier và tích phân để tính biến đổi ngược thì tương tự, nên ta có thể phỏng đoán rằng biến đổi của một hằng là 1 xung lực. Đó là vì, một xung lực biến đổi thành một hằng, vậy một hằng sẽ biến đổi thành một xung lực.

Ta hãy tìm biến đổi ngược của một xung.

$$\delta(f) \leftrightarrow \int_{-\infty}^{\infty} \delta(f) e^{j2\pi ft} df = 1 \quad (2.33)$$

Như vậy, điều phỏng đoán của ta là đúng! Biến đổi ngược của  $\delta(f)$  là một hằng, vậy ta có:

$$A \leftrightarrow A\delta(f) \quad (2.34)$$

\* Nếu ta biến đổi ngược 1 xung lực bị dời, ta khai triển cặp biến đổi sau:

$$Ae^{j2\pi f_0 t} \leftrightarrow A\delta(f - f_0) \quad (2.35)$$

Ví dụ 6: Tìm biến đổi Fourier của  $s(t) = \cos 2\pi f_0 t$

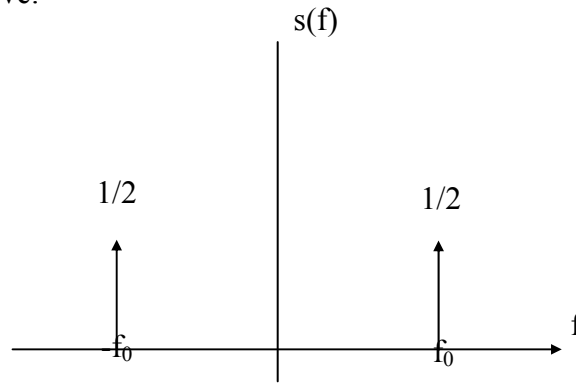
**Giải:** Dùng công thức Euler, để khai triển hàm cosin:

$$\cos 2\pi f_0 t = \frac{1}{2} e^{j2\pi f_0 t} + \frac{1}{2} e^{-j2\pi f_0 t}$$

Biến đổi Fourier của  $s(t)$  là tổng các biến đổi của 2 hàm expo. Từ (2.34)

$$\cos 2\pi f_0 t \leftrightarrow \frac{1}{2} \delta(f - f_0) + \frac{1}{2} \delta(f + f_0) \quad (2.36)$$

Biến đổi này được vẽ:



Hình 2.8 Biến đổi Fourier của  $\cos 2\pi f_0 t$ .

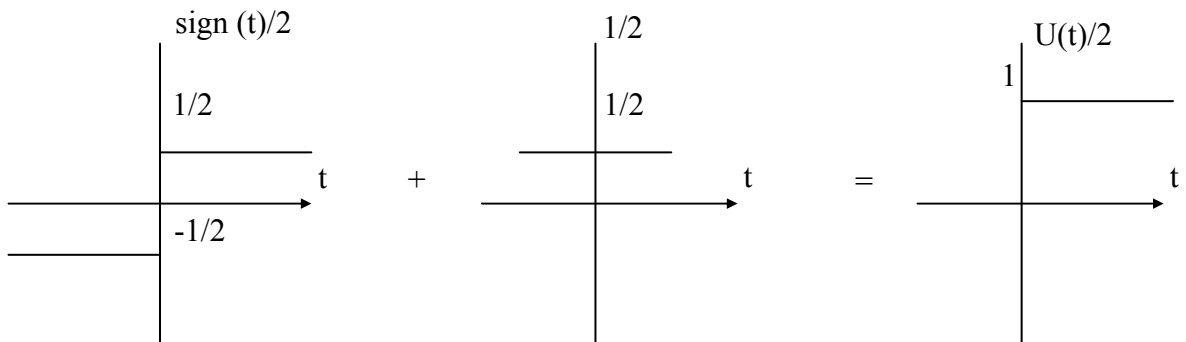
### 3. Hàm nấc đơn vị ( Unit step function ).

Một cặp biến đổi khác mà ta sẽ nói đến, là hàm nấc đơn vị. Ở đây, một lần nữa, ta lại gắn hàm vào định nghĩa của phép biến đổi, tích phân không hội tụ. Ta lại dùng đến kỹ thuật phỏng đoán. Và do sự không liên tục của hàm nấc, kỹ thuật này trở nên có nhiều hy vọng. Phép biến đổi thì tương đối dễ tính khi ta thực hiện như sau:

$$u(t) = \frac{1 + \text{Sgn}(t)}{2} \tag{2.37}$$

Trong đó, hàm Sgn được định nghĩa bởi:

$$\text{Sgn}(t) \triangleq \begin{cases} +1 & , t > 0 \\ -1 & , t < 0 \end{cases} \tag{2.38}$$

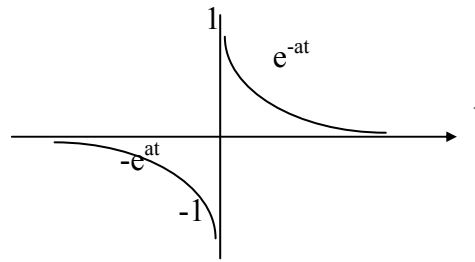


Hình 2.9 Tín hiệu của hàm dốc.

Biến đổi của  $\frac{1}{2}$  là  $\frac{1}{2} \delta(t)$ .

Biến đổi của hàm Sgn(t) có thể tính bằng cách xem nó như là một giới hạn của hàm expo.

$$\text{Sgn}(t) = \lim_{a \rightarrow 0} [ e^{-a|t|} \text{Sgn}(t) ]$$



Hình 2.10 Hàm sgn(t).

Ta có: 
$$F [ \text{Sgn}(t) ] = \lim_{a \rightarrow 0} F [ e^{-a|t|} \text{Sgn}(t) ] \tag{3.39}$$

$$= \lim_{a \rightarrow 0} \left[ \frac{1}{j2\pi f + a} + \frac{1}{j2\pi f - a} \right] = \frac{1}{j\pi f}$$

Biến đổi của hàm nấc đơn vị được cho bởi phương trình (2.40)

$$u(t) \leftrightarrow \frac{1}{j2\pi f} + \frac{1}{2} \delta(f) \tag{2.40}$$

**Phép chồng (CONVOLUTION)**

Phép chồng 2 hàm r(t) và s(t) được định nghĩa bởi thuật toán tích phân:

$$r(t) * s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} r(\tau) s(t - \tau) d\tau = \int_{-\infty}^{\infty} s(\tau) r(t - \tau) d\tau \tag{2.41}$$

Ký hiệu \* thì được qui ước và đọc “ r(t) chồng với s(t) “.

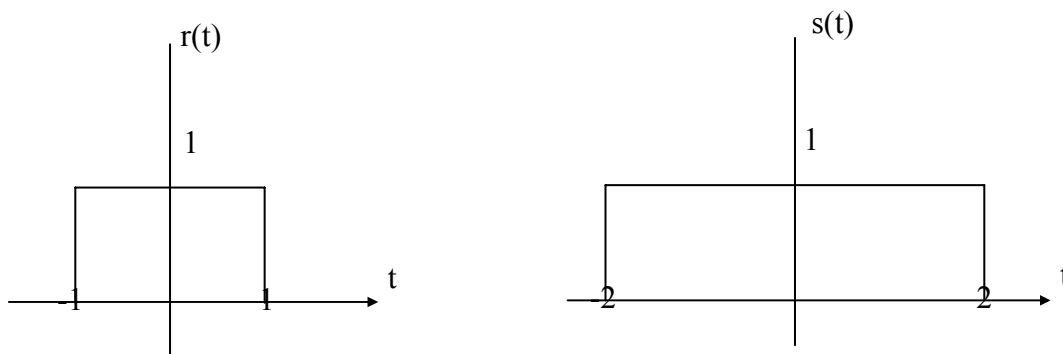
Tích phân thứ hai là kết quả từ sự đổi biến số và chứng tỏ rằng phép chồng có tính giao hoán vậy:

$$r(t) * s(t) = s(t) * r(t).$$

Nhớ là phép chồng 2 hàm của t là một hàm của t.  $\tau$  là một biến số giả do tích phân mà ra.

Một cách tổng quát, tích phân của phương trình (2.41) thì rất khó tính.

Ví dụ 7: Tính phép chồng của r(t) với s(t). Trong đó, r(t) và s(t) là những xung vuông được vẽ như hình.



Hình 2.11 Dạng tín hiệu r(t) và s(t).

**Giải:**

Các hàm có thể viết dưới dạng:

$$r(t) = u(t + 1) - u(t - 1)$$

$$s(t) = u(t + 2) - u(t - 2)$$

Trong đó,  $u(t)$  là hàm nấc định nghĩa bởi:

$$u(t) = \begin{cases} 1 & , t > 0 \\ 0 & , t < 0 \end{cases}$$

Phép chồng

$$r(t) * s(t) \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} r(\tau) s(t - \tau) d\tau$$

Ta thấy rằng:

$$r(\tau) = u(\tau + 1) - u(\tau - 1)$$

và:

$$s(t - \tau) = u(t - \tau + 2) - u(t - \tau - 2)$$

$$r(\tau) s(t - \tau) = u(\tau + 1)u(t - \tau + 2) - u(\tau + 1)u(t - \tau - 2) - u(\tau - 1)u(t - \tau + 2) + u(\tau - 1)u(t - \tau - 2)$$

Như vậy, tích phân được tính thành từng phần:

$$\begin{aligned} r(t) * s(t) &= \int_{-\infty}^{\infty} u(\tau + 1)u(t - \tau + 2) d\tau - \int_{-\infty}^{\infty} u(\tau + 1)u(t - \tau - 2) d\tau \\ &\quad - \int_{-\infty}^{\infty} u(\tau - 1)u(t - \tau + 2) d\tau + \int_{-\infty}^{\infty} u(\tau - 1)u(t - \tau - 2) d\tau \end{aligned}$$

Bây giờ, ta nhớ rằng  $u(\tau + 1)$  thì bằng zero với  $\tau < -1$  và  $u(\tau - 1)$  thì bằng zero với  $t < 1$ .  
Như vậy, những giới hạn của tích phân được thu lại:

$$\begin{aligned} r(t) * s(t) &= \int_{-1}^{\infty} u(t - \tau + 2) d\tau - \int_{-1}^{\infty} u(t - \tau - 2) d\tau \\ &\quad - \int_{1}^{\infty} u(t - \tau + 2) d\tau + \int_{1}^{\infty} u(t - \tau - 2) d\tau \end{aligned}$$

Ta đã thay một của các hàm nấc bằng trị giá của nó ( là 1 ) trong khoảng mà nó áp dụng.  
Bây giờ, ta cố gắng tính từng tích phân. Nhớ là:

$$u(t - \tau + 2) = 0 \quad , \tau > t + 2$$

$$\text{và } u(t - \tau - 2) = 0 \quad , \tau > t - 2$$

Ta có:

$$\int_{-1}^{\infty} u(t - \tau + 2) d\tau = \int_{-1}^{t+2} d\tau = t + 3$$

( Vì rằng  $t + 2 > -1$  hoặc  $t > -3$ . Ở khoảng khác, tích phân là zero).

- Nếu  $t - 2 > -1$  hoặc  $t > 1$ ,

$$\int_{-1}^{\infty} u(t - \tau - 2) d\tau = \int_{-1}^{t-2} d\tau = t - 1$$

- Nếu  $t + 2 > +1$  hoặc  $t > -1$ ,

$$\int_1^{\infty} u(t - \tau + 2) d\tau = \int_1^{t+2} d\tau = t + 1$$

- Nếu  $t - 2 > 1$  hoặc  $t > 3$ ,

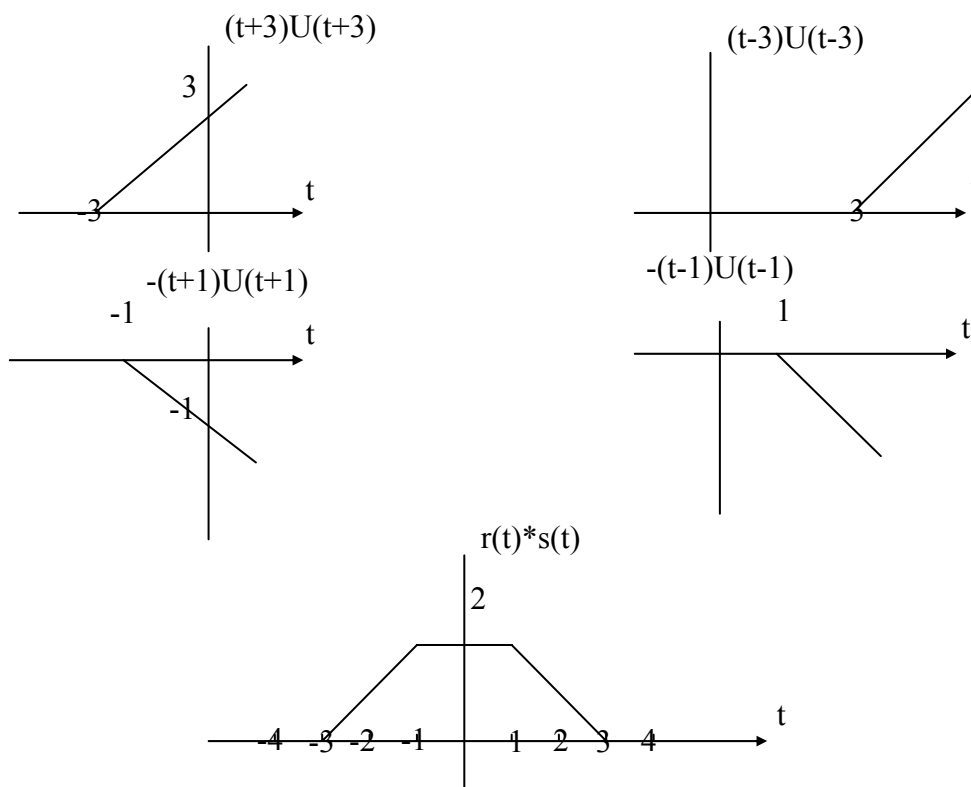
$$\int_1^{\infty} u(t - \tau - 2) d\tau = \int_1^{t-2} d\tau = t - 3$$

Dùng 4 kết quả đó ta có:

$$r(t) * s(t) = (t + 3)u(t + 3) - (t - 1)u(t - 1) - (t + 1)u(t + 1) + (t - 3)u(t - 3)$$

Bốn số hạng này và tổng của chúng được vẽ như hình dưới đây. Từ ví dụ khiếm tốn này, ta có thể thấy rằng nếu  $r(t)$  hoặc  $s(t)$  chứa hàm nấc, thì cách tính phép chồng trở nên rất lúng túng.

Hình 2.12 Phép chồng của tín hiệu  $r(t)$  và tín hiệu  $s(t)$ .



Phép chồng đồ hình ( Graphical convolution )

Nếu  $r(t)$  và  $s(t)$  quá phức tạp, hoặc dạng sóng không được biết chính xác, ta có thể dùng phép chồng đồ hình. Phương pháp này dùng những quan sát và kiểm tra tổng quát mà không phải tính chi tiết các tích phân. Trong nhiều áp dụng thông tin, phương pháp này thì đủ mà không cần thiết phải tính một phép chồng chính xác.

Ví dụ 8: Dùng phép chồng đồ hình cho 2 hàm ở ví dụ 7.

Hình 2.13 Phép chồng đồ hình cho hai hàm ở ví dụ 7.

t	$r(t)$	$s(t-t)$	$r(\tau)s(t-\tau)$	Diện tích
-4				0
-3				0
$-2\frac{1}{2}$				$\frac{1}{2}$
2				1
$-1\frac{1}{2}$				$1\frac{1}{2}$
-1				2
$-\frac{1}{2}$				2
0				2
$\frac{1}{2}$				2
1				2
$\frac{3}{2}$				$1\frac{1}{2}$
3				0

Ảnh qua gương của  $s(\tau)$  là  $s(-\tau)$ . Đó là  $s(\tau)$  được phản xạ qua trục đứng.

Với một t cho sẵn, ta lập  $s(t-\tau)$ , biểu diễn cho hàm  $s(-\tau)$  bị dời về phía phải bởi t. Sau đó, ta lấy tích số:

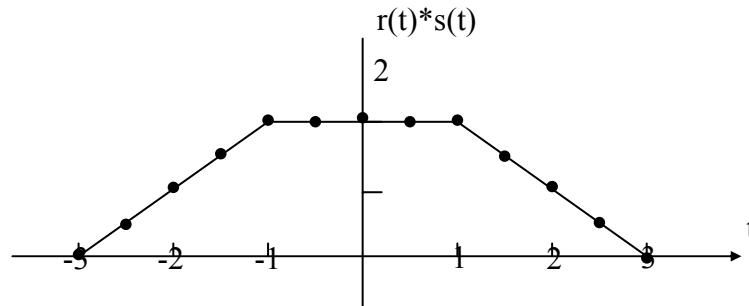
$$r(t) s(t - \tau)$$

Và lấy tích phân của tích số này ( chính là tìm diện tích ) để có được trị giá của phép chồng ứng với trị giá của t.

Hình trên đây trình bày 12 khung của sự dời hình. Với ví dụ đặc biệt này, không bắt buộc  $s(t)$  phải phản xạ để có ảnh qua gương, vì  $s(t)$  là một hàm chẵn.

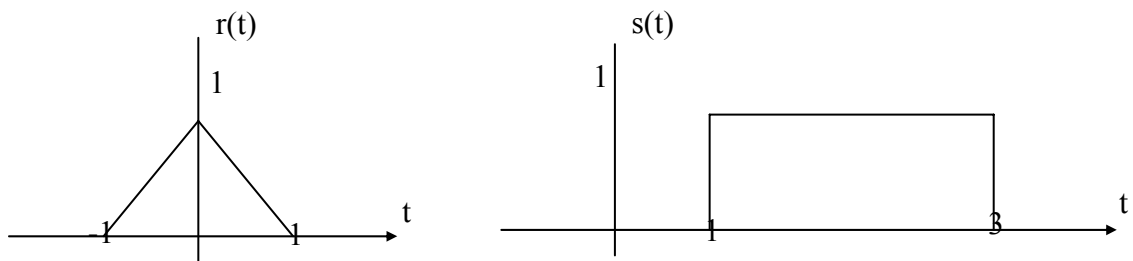
Nhớ là diện tích của tích số biểu diễn cho trị giá của phép chồng. Diện tích này được vẽ thành một chuỗi các điểm. Có thể thấy là kết quả giống như ở ví dụ 7.

Đường nối các điểm là đường thẳng. Điều đó hiển nhiên, vì phép chồng trở thành tích phân của một hằng. Kết quả cho một hàm dốc ( Ramp Function ).



Hình 2.14 Kết quả phép chồng đồ hình của  $s(t)$  và  $r(t)$ .

Ví dụ 9: Tính phép chồng ( bằng đồ hình ) của 2 hàm sau đây: (Sinh viên tự giải)



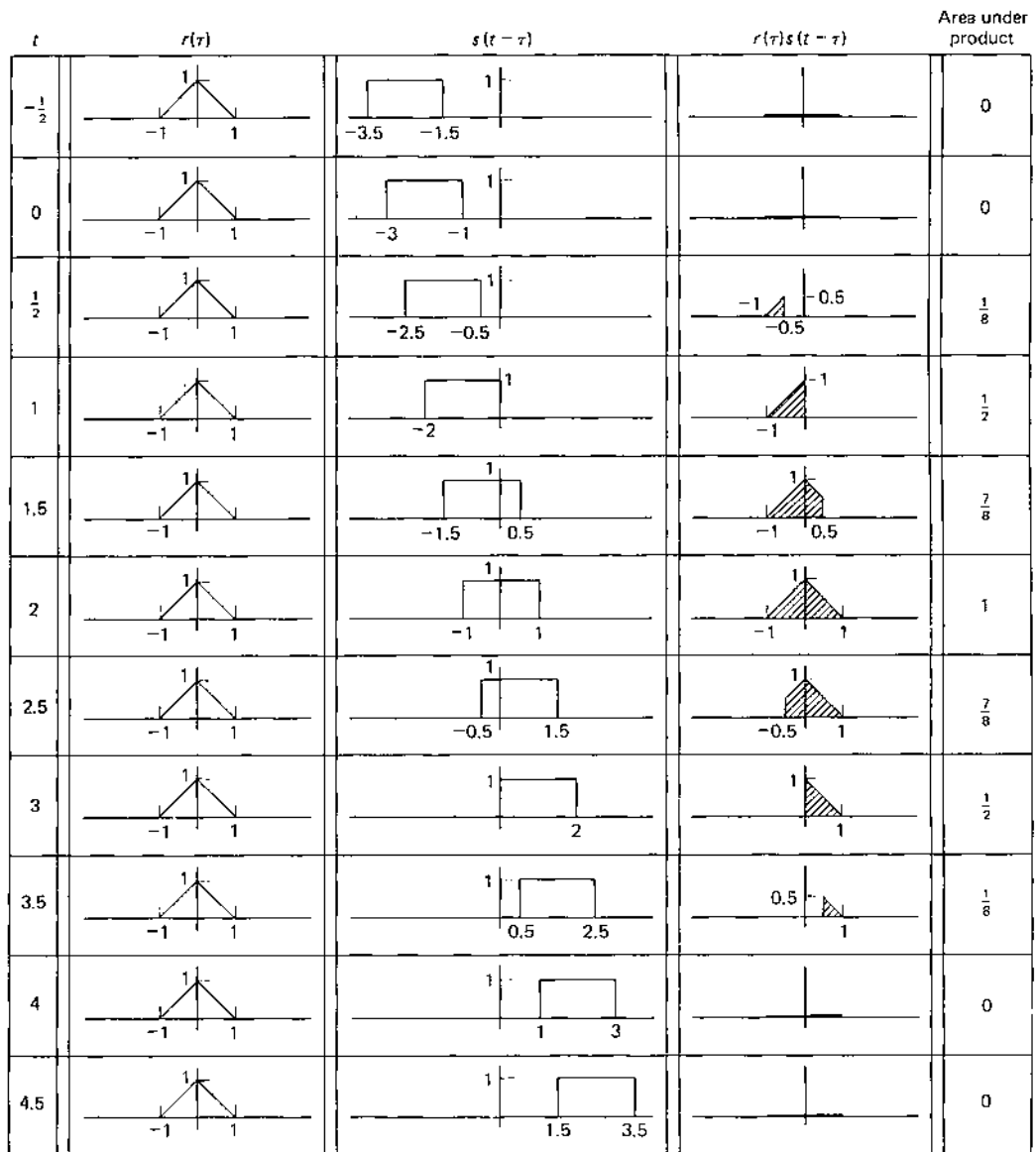
Hình 2.15 Tín hiệu  $s(t)$  và  $r(t)$  .

Bây giờ ta xem phép chồng của một hàm bất kỳ với xung lực  $\delta(t)$ .

$$\delta(t) * s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t-\tau) s(\tau) d\tau = s(t-0) = s(t) \tag{2.42}$$

Như vậy một hàm bất kỳ chồng với một xung lực thì giữ nguyên không thay đổi.





Hình 2.16 Kết quả phép chồng đồ hình của  $s(t)$  và  $r(t)$

Nếu ta chồng  $s(t)$  với xung lực bị dời ( Shifted )  $\delta(t - t_0)$ , ta thấy:

$$\delta(t - t_0) * s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t - t_0) s(t - \tau) d\tau = s(t - 0) = s(t - t_0) \quad (2.43)$$

Tóm lại, phép chồng  $s(t)$  với một xung lực không làm thay đổi dạng hàm của  $s(t)$ . Có thể chỉ gây nên một sự dời thời gian trong  $s(t)$  nếu xung lực không xảy ra tại  $t = 0$ .

Giờ ta đã có khái niệm về thuật toán gọi là “ phép chồng “. Ta hãy trở lại phép biến đổi Fourier. **Định lý về phép chồng:**

$$\begin{aligned} \text{Nếu} & \quad r(t) \leftrightarrow R(f) \\ \text{Và} & \quad s(t) \leftrightarrow S(f) \\ \text{Thì:} & \quad r(t) * s(t) \leftrightarrow R(f) \cdot S(f) \end{aligned} \quad (2.44)$$

Có thể chứng minh trực tiếp định lý bằng cách tính biến đổi Fourier của phép chồng.

Ta cũng có thể chứng minh:

$$R(f) * S(f) \leftrightarrow r(t) \cdot s(t) \tag{2.45}$$

Bằng cách tính biến đổi Fourier ngược.

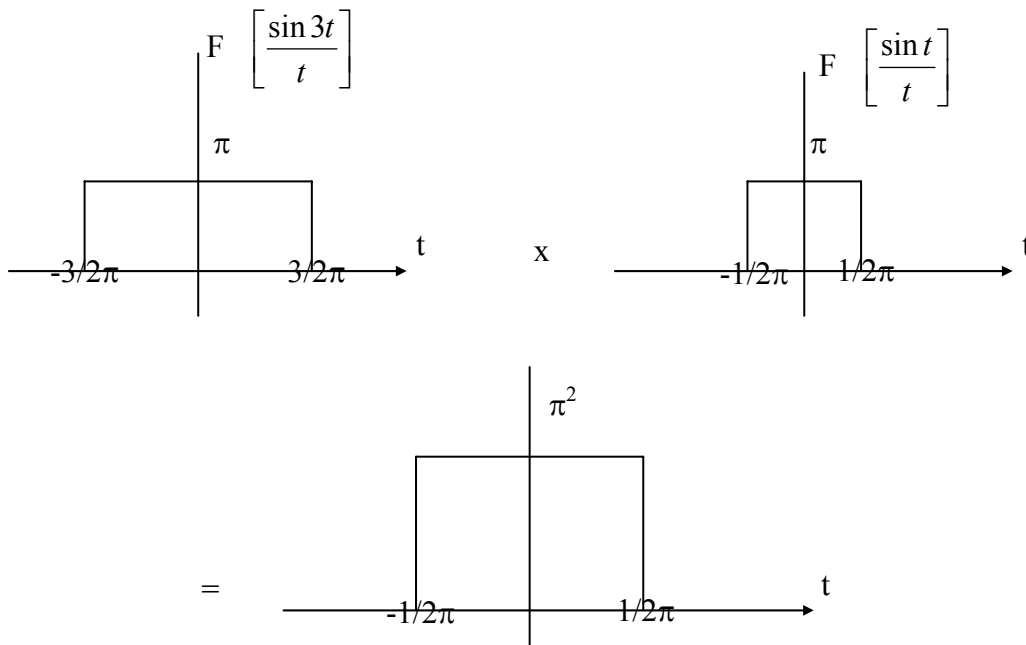
Ví dụ 9: Dùng định lý phép chồng để tính tích phân sau:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\sin 3\tau}{\tau} \frac{\sin(t-\tau)}{t-\tau} d\tau$$

**Giải:**

Tích phân trên biểu diễn phép chồng của 2 hàm theo thời gian:

$$\sin \frac{3t}{2} * \frac{\sin t}{t}$$



Biến đổi Fourier của tích phân là tích của biến đổi Fourier của 2 hàm. Hai biến đổi này có thể xem ở bảng phụ lục.

Hình 2.17 Tích của hai biến đổi Fourier từ  $s(t)$  và  $r(t)$ .

Lấy biến đổi Fourier ngược của tích này, ta sẽ có kết quả của phép chồng. Đó là:

$$\frac{\pi \sin t}{t}$$

**Định lý Parseval**

Dạng sóng của một hàm và của biến đổi Fourier của nó thì rất ít giống nhau. Tuy nhiên, một vài hệ thức hiện hữu giữa năng lượng của một hàm thời gian và năng lượng của biến đổi Fourier của nó.

Dùng “ năng lượng “ để chỉ tích phân của bình phương của hàm. Từ này được dùng và nó biểu diễn trị giá năng lượng ( watt - sec ) tiêu tán trong điện trở  $1\Omega$  nếu tín hiệu là điện thế hoặc dòng điện ngang qua điện trở.

Ta có:

$$r(t) s(t) \leftrightarrow R(f) * S(f)$$

$$F [ r(t) s(t) ] = \int_{-\infty}^{\infty} r(t)s(t)e^{-j2\pi ft} dt \tag{2.46}$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} R(k)S(f - k) dk$$

Vì đẳng thức này đúng với mọi  $f$ , ta đặt  $f = 0$ . Khi đó:

$$\int_{-\infty}^{\infty} r(t)s(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} R(k)S(-k) dk \tag{2.47}$$

Biểu thức (2.47) là một dạng của công thức Parseval. Nó liên quan đến năng lượng nên ta xét trường hợp đặc biệt:

$$s(t) = r * (t)$$

$r*(t)$  là liên hợp của  $r(t)$ .

$F [ r*(t) ]$  cho bởi liên hợp của biến đổi Fourier, bị phản xạ qua trục dọc. Đó là  $R*(-f)$ .

Dùng kết quả của (2.47), ta được:

$$\int_{-\infty}^{\infty} r^2(t) dt = \int_{-\infty}^{\infty} |R^2(f)| df \tag{2.48}$$

Phương trình (2.48) chứng tỏ rằng năng lượng của hàm theo  $t$  thì bằng với năng lượng của biến đổi Fourier của nó.

**NHỮNG tính chất của biến đổi Fourier**

**1. Thực / ảo - Chẵn / lẻ.**

Bảng sau đây tóm tắt những tính chất của biến đổi Fourier dựa trên sự quan sát quan sát hàm theo  $t$ .

	Hàm thời gian	Biến đổi Fourier
A	Thực	Phần thực chẵn - Phần ảo lẻ
B	Thực và chẵn	Thực và chẵn
C	Thực và lẻ	Ảo và lẻ
D	Ảo	Phần thực lẻ - Phần ảo chẵn
E	Ảo và chẵn	Ảo và chẵn

F	Ảo và lẻ	Thực và lẻ
---	----------	------------

Có thể dùng công thức Euler để chứng minh:

$$\begin{aligned}
 S(f) &= \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt \\
 &= \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \cos 2\pi ft dt - j \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \sin 2\pi ft dt \\
 &= R + j X
 \end{aligned}$$

R là một hàm chẵn của f vì khi f được thay bằng -f thì hàm không đổi. Tương tự, X là một hàm lẻ của f.

Nếu s(t) giả sử là thực, R trở thành phần thực của biến đổi và X là phần ảo. Vậy tính chất A đã được chứng minh.

Nếu s(t) thực và chẵn, thì X = 0. Điều này đúng vì X lẻ ( tích của hàm chẵn và lẻ ) và tích phân là 0. Vậy tính chất B đã được chứng minh.

Nếu s(t) thực và lẻ, R = 0. ( Tính chất C ).

Nếu s(t) ảo, X trở thành phần ảo của biến đổi và R là phần thực. Từ quan sát đơn giản đó, các tích chất D, E, F dễ dàng được chứng thật.

2. Dời thời gian ( Time Shift ).

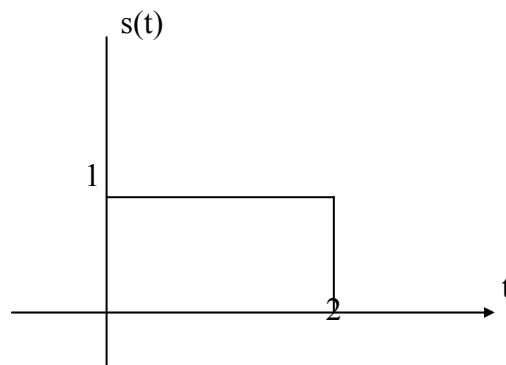
*Biến đổi Fourier của một hàm thời gian bị dời thì bằng với biến đổi của hàm thời gian gốc nhân bởi một hàm expo phức.*

$$e^{-j2\pi f_0 t} S(f) \leftrightarrow s(t - t_0)$$

(2.49)

Ví dụ 10: Tìm biến đổi Fourier của:

$$s(t) = \begin{cases} 1 & , 0 < t < 2 \\ 0 & , \text{phá ã khác} \end{cases}$$



Hình 2.18 Dạng tín hiệu s(t).

**Giải:** Từ định nghĩa ta có:

$$S(f) = \int_0^2 e^{-j2\pi ft} dt = \frac{e^{-j2\pi ft}}{j2\pi f} \Big|_0^2 = \frac{e^{-j2\pi f \cdot 2} - e^{-j2\pi f \cdot 0}}{j2\pi f} = e^{-j2\pi f} \frac{\sin 2\pi f}{\pi f}$$

Kết quả này có thể thu được từ việc dùng một hàm nấc trong ví dụ 4 và tính chất dời thời gian.  $s(t)$  ở ví dụ 10 trên đây thì giống như ở ví dụ 4 ( Với  $A = \alpha = 1$ ), ngoại trừ việc dịch thời gian 1 sec.

#### 4. Dời tần số ( Frequency shift ).

Hàm theo thời gian tương ứng với một biến đổi Fourier dời tần thì bằng với hàm theo thời gian của biến đổi không dời tần nhân với 1 hàm expo phức.

$$S(f - f_0) \leftrightarrow e^{j2\pi f_0 t} s(t) \tag{2.50}$$

Ví dụ 11: Tìm biến đổi Fourier của  $s(t)$ .

$$s(t) = \begin{cases} e^{j2\pi t} & , |t| < 1 \\ 0 & , \text{phải khác} \end{cases}$$

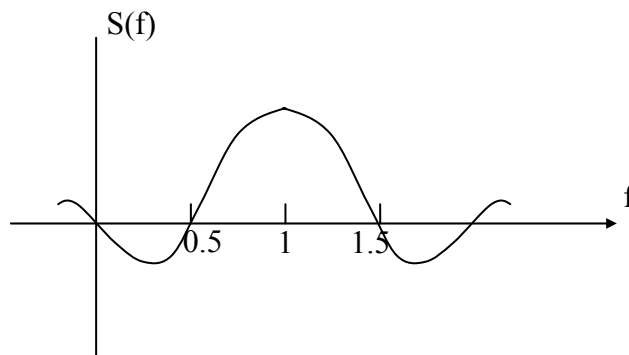
**Giải:**

$s(t)$  này giống như  $s(t)$  ở ví dụ 4 ( với  $A = \alpha = 1$ ), trừ việc nhân với thừa số  $e^{j2\pi t}$ .

Định lý về sự dời tần được dùng để thấy rằng biến đổi là biến đổi gốc bị dời bởi một đơn vị tần số.

Như vậy, ta lấy biến đổi trong ví dụ 4 và thay thế  $f - 1$  cho  $f$ .

$$S(f) = \frac{\sin 2\pi(f - 1)}{\pi(f - 1)}$$



Hình 2.19 Biến đổi Fourier của tín hiệu  $s(t)$ .

#### 5. Sự tuyến tính.

Sự tuyến tính là tính chất quan trọng nhất của phép biến đổi Fourier.

Biến đổi Fourier của một tổ hợp tuyến tính của các hàm theo thời gian là một tổ hợp tuyến tính của các biến đổi Fourier tương ứng.

$$as_1(t) + bs_2(t) \leftrightarrow aS_1(f) + bS_2(f)$$

(2.51)

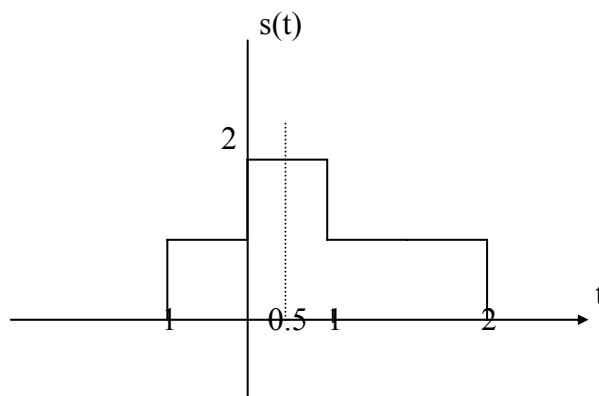
Trong đó a, b là những hằng bất kỳ.

Có thể chứng minh trực tiếp từ định nghĩa của phép biến đổi Fourier và từ tính chất của tuyến tính của thuật toán tích phân.

$$\begin{aligned} \int_{-\infty}^{\infty} [as_1(t) + bs_2(t)] e^{-j2\pi ft} dt &= a \int_{-\infty}^{\infty} s_1(t) e^{-j2\pi ft} dt + b \int_{-\infty}^{\infty} s_2(t) e^{-j2\pi ft} dt \\ &= aS_1(f) + bS_2(f) \end{aligned}$$

Ví dụ 12: Tìm biến đổi Fourier của s(t).

$$s(t) = \begin{cases} 1 & , -1 < t < 0 \\ 2 & , 0 < t < 1 \\ 1 & , 1 < t < 2 \\ 0 & , \text{Phá ã khãc} \end{cases}$$



Hình 2.20 Biến đổi Fourier của tín hiệu s(t).

**Giải:**

Ta dùng tính chất tuyến tính và thấy rằng s(t) là tổng của hàm trong ví dụ 4 với hàm trong ví dụ 11.

Vậy, biến đổi F cho bởi tổng của hai biến đổi.

$$S(f) = \frac{\sin 2\pi f}{\pi f} [1 + e^{-j2\pi f}]$$

Vì hàm được cho sẽ chẵn nếu bị dời về trái 0,5 sec, ta có thể viết lại.

$$S(f) = 2 \frac{\sin 2\pi f \cos \pi f}{\pi f} e^{-j\pi f}$$

**ĐỊNH LÝ VỀ SỰ BIẾN ĐIỀU**

Định lý này kết hợp chặt chẽ với định lý về sự dời tần.

Cho một hàm s(t) và biến đổi Fourier của nó. Hàm s(t) nhân với một sóng cosin:

$$s(t) \cos 2\pi f_0 t$$

Trong đó, f<sub>0</sub> là tần số của cosin.

Biến đổi Fourier của dạng sóng này cho bởi:

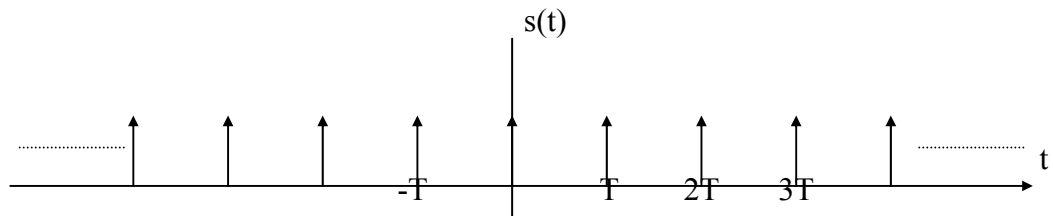
$$F [s(t) \cos 2\pi f_0 t] = \frac{1}{2}S(f - f_0) + \frac{1}{2}S(f + f_0) \tag{2.52}$$

Kết quả của sự nhân một hàm theo t với một hàm sin thuần túy là làm dời biến đổi gốc, cả chiều lên và chiều xuống, bởi tần số của hàm sin. ( Và cắt biên độ còn phân nữa).

Ta có thể chứng minh trực tiếp từ định lý dời tần. Phân  $\cos 2\pi f_0 t$  thành 2 thành phần expo và áp định lý dời tần cho ta thấy rằng biến đổi F của một hàm tuần hoàn theo t là một đoàn xung lực cách đều nhau. Mỗi xung lực có độ lớn ( Strength ) bằng với hệ số  $C_n$  tương ứng.

Ví dụ 12: Tìm biến đổi F của hàm tuần hoàn tạo bởi các xung lực đơn vị như hình vẽ. Hàm cho bởi:

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$$



Hình 2.21 Hàm tuần hoàn s(t).

**Giải:**

Biến đổi F cho bởi phương trình (2.53)

$$S(f) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n \delta(f - nf_0)$$

Trong đó:

$$f_0 = \frac{1}{T}$$

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} s(t) e^{-jn2\pi f_0 t} dt$$

Trong khoảng của tích phân, sự phân bố của s(t) chỉ do xung lực tại gốc. Vậy:

$$C_n = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} \delta(t) e^{-jn2\pi f_0 t} dt = \frac{1}{T}$$

Cuối cùng, biến đổi F của đoàn xung lực là:

$$S(f) = \frac{1}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(f - nf_0)$$

Trong đó  $f_0 = \frac{1}{T}$ .

Mỗi thành phần:

$$s(t) \cos 2\pi f_0 t = \frac{1}{2} s(t) e^{j2\pi f_0 t} + \frac{1}{2} s(t) e^{-j2\pi f_0 t}$$

Các hàm tuần hoàn

Ở ví dụ 6, ta đã thấy biến đổi F của 1 hàm cosin ( $f_0$ ) và tại trị âm của tần số này ( $-f_0$ ). Bây giờ, ta sẽ chứng tỏ rằng **biến đổi F của một hàm bất kỳ là một hàm rời rạc của tần số**. Đó là biến đổi thì khác zero chỉ tại những điểm rời rạc dọc theo trục f.

Cách chứng minh dựa vào sự khai triển chuỗi F và sự tuyến tính của phép biến đổi F.

Giả sử ta phải tìm biến đổi F của một hàm tuần hoàn  $s(t)$ , với chu kỳ T. Ta có thể viết hàm  $s(t)$  theo cách biểu diễn chuỗi F phức.

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n e^{jn2\pi f_0 t}$$

Trong đó  $f_0 = \frac{1}{T}$ .

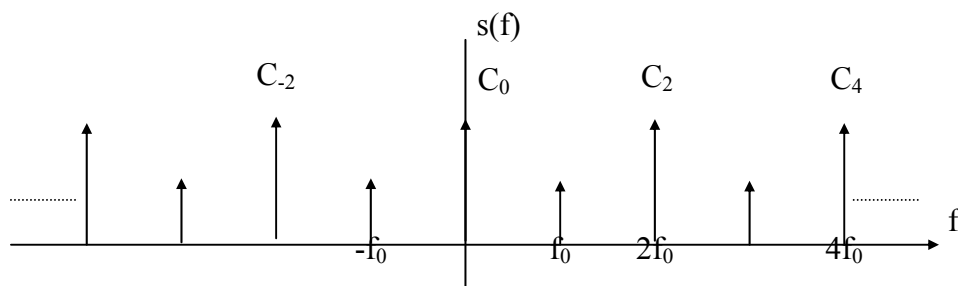
Ta lập một cặp biến đổi:

$$Ae^{j2\pi f_0 t} \leftrightarrow A\delta(f - f_0)$$

Từ cặp này và tính tuyến tính của phép biến đổi F, ta có:

$$F [s(t)] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n F [e^{jn2\pi f_0 t}] \tag{2.53}$$

Biến đổi này được vẽ như hình dưới đây. Nhớ là  $C_n$  là số phức, vậy hình vẽ chỉ có chủ đích trình bày khái niệm. Nếu hàm  $s(t)$  thực và chẵn,  $C_n$  sẽ thực.



Hình 2.22 Biến đổi Fourier của hàm tuần hoàn  $s(t)$ .



## Chương IV: BIẾN ĐIỀU BIÊN ĐỘ

- ĐẠI CƯƠNG.
- SỰ BIẾN ĐIỀU ( MODULATION).
- BIẾN ĐIỀU BIÊN ĐỘ SÓNG MANG BỊ NÉN 2 BĂNG CẠNH: (DSB SCAM).

( DOUBLE - SIDE BAND SUPPRESSED CARRIED AMPLITUDE MODULATION ).

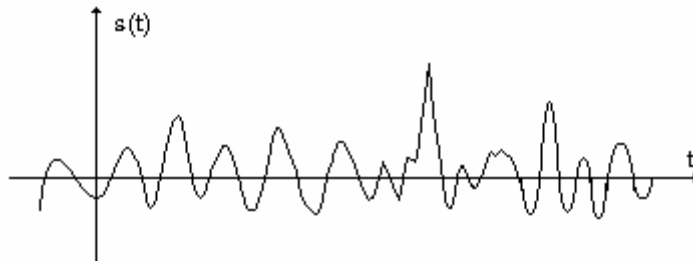
- BIẾN ĐIỀU BIÊN ĐỘ SÓNG MANG ĐƯỢC TRUYỀN 2 BĂNG CẠNH.
- HIỆU SUẤT.
- CÁC KHỐI BIẾN ĐIỀU.
- CÁC KHỐI HOÀN ĐIỀU ( DEMODULATORS).
- TRUYỀN MỘT BĂNG CẠNH (SINGLE SIDEBAND) SSB.
- BIẾN ĐIỀU AM TRỰC PHA.
- BIẾN ĐIỀU BĂNG CẠNH SÓT ( VESTIGIAL SIDEBAND ) VSB.
- AM STEREO.

## ĐẠI CƯƠNG

Hình 4.1 trình bày một mẫu dạng sóng của tiếng nói mà ta muốn truyền đi. Nó không có một đặc trưng riêng biệt nào và tùy thuộc rất nhiều vào âm thanh được tạo ra. Vì dạng sóng chính xác không được biết, nên ta có thể nói như thế nào về hệ thống cần thiết để truyền nó ?

Trong trường hợp tiếng nói ( hay bất kỳ một tín hiệu Audio nào ), câu trả lời dựa vào sinh lý học. Tai người ta chỉ có thể đáp ứng với những tín hiệu có tần số khoảng dưới 15kHz ( số này giảm theo tuổi tác ). Vậy nếu mục đích cuối cùng của ta là nhận những tín hiệu audio, phải giả sử rằng ảnh hưởng của tín hiệu là zero khi  $|f| > 15\text{kHz}$ .

$$S(f) = 0, |f| > f_m \quad ; \text{ Với } f_m = 15\text{kHz} .$$



Hình 4.1: Dạng sóng của tiếng nói

Những hòa âm hoặc những dụng cụ phát âm khác, có thể tạo ra những thành phần tần số cao hơn 15kHz, dù tai người không thể nghe được. Tuy nhiên, nếu một trong những tín hiệu này đi qua một lọc hạ thông có tần số cắt 15kHz, thì ngõ ra của lọc ( nếu đưa đến loa ) sẽ tạo lại giống như tín hiệu vào. Như vậy, ta đã giả sử rằng tín hiệu đã bị giới hạn bởi một tần số trên ( upper frequency ) vào khoảng 15kHz.

Bây giờ ta giả sử lấy một tín hiệu audio và cố truyền qua không khí - Bước sóng của tín hiệu 3kHz trong không khí khoảng 100km. Một anten 1/4 sóng sẽ dài 25km! Điều này không thể thực hiện. Và nếu giả sử ta có thể dựng được anten thì ta còn gặp phải 2 vấn đề. Thứ nhất, liên quan đến những tính chất của không khí và tần số audio. Những tần số này truyền không hiệu quả trong không khí. Thứ hai, sự giao thoa do các dây tần các đài phát phủ lên nhau.

Vì những lý do đó, ta phải cải biến tín hiệu tần số thấp trước khi gửi nó đi từ nơi này đến nơi khác. Tín hiệu đã cải biến ít nhạy cảm với nhiễu so với tín hiệu gốc.

Phương pháp chung nhất để thực hiện sự cải biến là dùng tín hiệu tần số thấp để *biến điệu* ( cải biến những thông số của ) một tín hiệu tần số cao hơn. Tín hiệu này thường là hình sin.

## SỰ BIẾN ĐIỀU

$S_C(t)$  là tín hiệu hình sin cao tần, được gọi là sóng mang (carrier). Gọi như thế vì nó được dùng để chuyển tải tín hiệu tin tức từ đài phát đến máy thu.

$$S_C(t) = A \cos(2\pi f_c t + \theta) \quad (4.1)$$

Nếu  $f_C(t)$  được chọn thích hợp, sóng mang có thể được truyền đi có hiệu quả. Thí dụ, có thể chọn những tần số trong khoảng giữa 0.5 và 3MHz để truyền xa đến 250 km. Bước sóng của các tần số tương ứng cỡ 100MHz, và chiều dài hợp lý của anten có thể chấp nhận được:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^8} = 3\text{m}$$

Biểu thức (4.1) chứa 3 thông số có thể thay đổi: biên độ A; tần số  $f_C$ ; và pha  $\theta$ . Như vậy, hậu quả là có 3 kiểu biến điệu: biến điệu biên độ, biến điệu tần số hoặc biến điệu pha.

# BIẾN ĐIỀU BIÊN ĐỘ SÓNG MANG BỊ NÉN 2 BẰNG 2 CẠNH: (DSB SCAM)

( double - side band suppressed carried amplitude modulation ).

Nếu ta biến điều biên độ của sóng mang ở phương trình (4.1), ta có kết quả:

$$S_m(t) = A(t) \cos ( 2\pi f_c t + \theta ) \tag{4.2}$$

Tần số  $f_c$  và pha  $\theta$  không đổi

Biên độ  $A(t)$  thay đổi cách này hay cách khác theo  $s(t)$ .

Để đơn giản, ta giả sử  $\theta = 0$ . Điều này không ảnh hưởng đến kết quả căn bản vì góc thực tế tương ứng với một độ dời thời gian  $\frac{\theta}{2\pi f_c}$ . ( Một sự dời thời gian không được xem là sự méo dạng trong một hệ thống tin ).

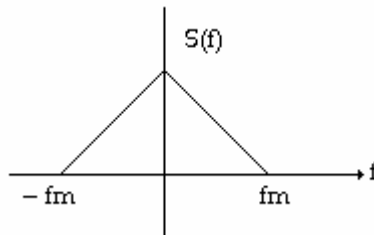
$A(t)$  thay đổi như thế nào với  $s(t)$ ? Câu trả lời đơn giản nhất là chọn  $A(t)$  bằng với  $s(t)$ . Điều đó sẽ đưa đến dạng sóng biến điều AM.

$$s_m(t) = s(t) \cos 2\pi f_c t \tag{4.3}$$

Tín hiệu loại này gọi là biến điều AM sóng mang bị nén 2 băng cạnh vì những lý do mà ta sẽ thấy ngay sau đây:

Đặt  $S(f)$  là biến đổi F của  $s(t)$ . Nhớ là ta không cần gì hơn là  $S(f)$  phải bằng zero đối với những tần số cao hơn tần số cắt  $f_m$ . Hình 4.2 chỉ một  $S(f)$  biểu diễn cho yêu cầu đó.

Đừng nghĩ rằng  $S(f)$  luôn phải là như vậy, mà nó chỉ là biến đổi F của một tín hiệu tần số thấp tổng quát, có dãy tần bị giới hạn.

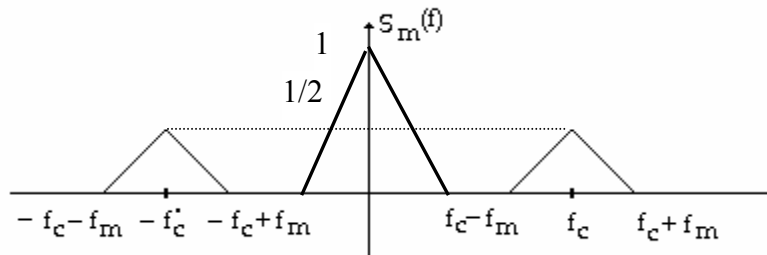


Hình 4.2

Định lý về sự biến điều ( chương II ) được dùng để tìm  $S_m(f)$ :

$$S_m(f) = F [s(t)\cos 2\pi f_c t] = \frac{1}{2} [S ( f + f_c ) + S ( f - f_c )] \tag{4.4}$$

Nhớ là biến điều một sóng mang bằng  $s(t)$  sẽ làm dời tần số của  $s(t)$  ( cả chiều lên và chiều xuống ) bởi tần số của sóng mang.



Hình 4.3

Điều này tương tự với kết quả lượng giác của một phép nhân một hàm sin với một hàm sin khác.

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2} \cos(A+B) + \frac{1}{2} \cos(A-B) \quad (4.5)$$

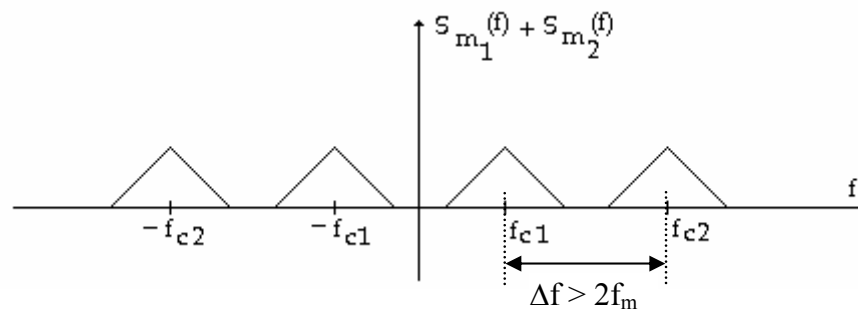
Nếu  $\cos A$  thay bằng  $s(t)$ , trong đó  $s(t)$  chứa những tần số liên tục từ giữa 0 và  $f_m$ .

Hình 4.3 cho thấy, sóng biến điệu  $s_m(t)$  chứa những tần số trong khoảng  $f_c - f_m$  và  $f_c + f_m$ .

Nếu gán những trị tiêu biểu vào cho  $f_m = 15\text{kHz}$  và  $f_c = 1\text{MHz}$ , ta sẽ thấy khoảng tần số bị chiếm bởi sóng biến điệu là từ 985.000 đến 1.015.000Hz.

- Thứ nhất: Với khoảng tần số này, thì thì anten có chiều dài hợp lý có thể xây dựng được. Đó là một trong 2 vấn đề cần giải quyết.

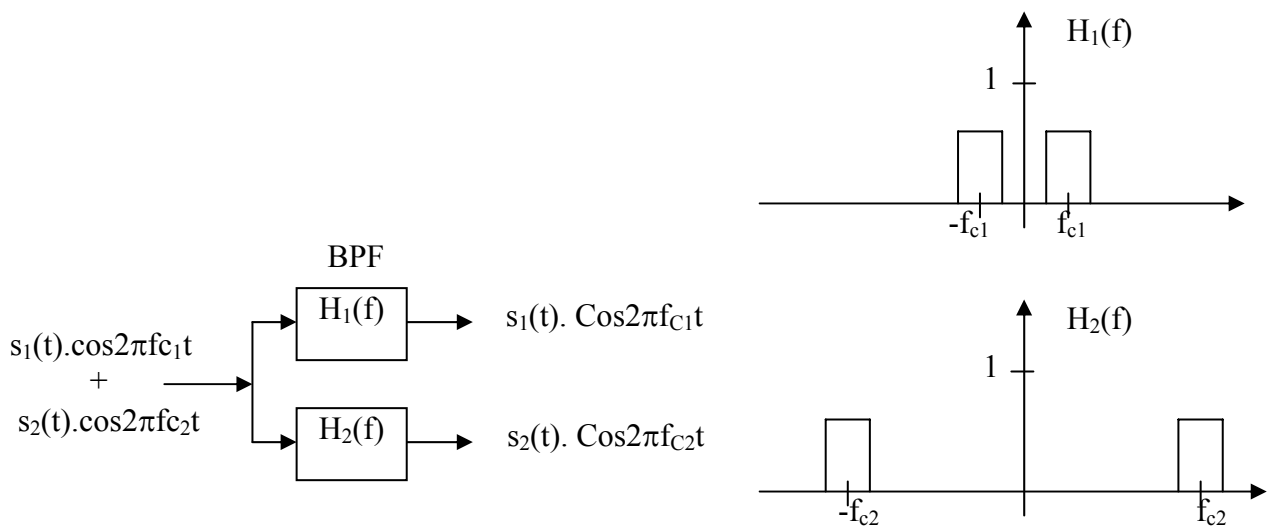
- Vấn đề thứ hai, là khả năng tách kênh trong một hệ đa hợp (Multiplexing). Ta thấy, nếu một tín tức biến điệu một sóng hình sin tần số  $f_{c1}$  và một tín tức khác biến điệu một sóng hình sin tần số  $f_{c2}$  thì các ảnh F của 2 sóng mang bị biến điệu sẽ không phủ lên nhau. Và  $f_{c1}, f_{c2}$  tách biệt nhau ít nhất là  $2f_m$ .



Hình 4.4: Biến đổi F của 2 sóng AM.

Nếu các tần số của 2 sóng biến điệu không cách nhau xa lắm, cả 2 có thể dùng 1 anten, mặc dù chiều dài tối ưu của anten không như nhau cho cả 2 kênh [trong thực tế, một anten được dùng cho cả 1 khoảng tần số].

Ta nhấn mạnh lại rằng, các tín hiệu có thể được tách ra nếu chúng không bị phủ lên nhau (hoặc về thời gian, hoặc về tần số). Nếu chúng không phủ nhau về thời gian, có thể dùng các công hay các Switchs để tách. Nếu chúng không phủ về tần số, các tín hiệu có thể tách ra bởi các lọc dây thông. Vậy, một hệ thống như hình 4.5 có thể dùng để tách sóng mang bị biến điệu.



Hình 4.5: Sự tách 2 kênh.

Nếu nhiều tín hiệu được truyền trên cùng một kênh, chú ý có thể được tách ra tại máy thu bằng các lọc dây thông. Các lọc này chỉ tiếp nhận, một trong các tín hiệu hiện diện trong tín hiệu biến điệu mong muốn.

**TD:** Một tín hiệu chứa thông tin có dạng:

$$s(t) = \frac{\sin 2\pi t}{t}$$

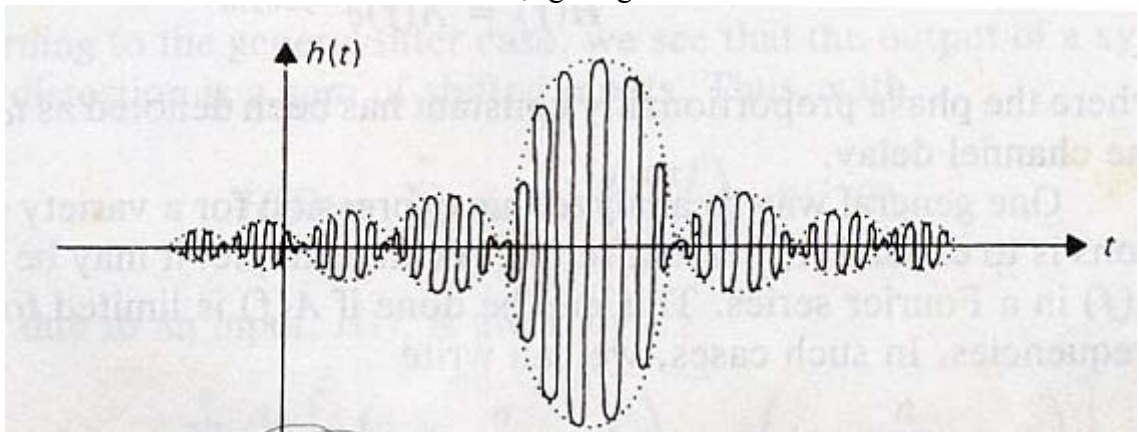
Tín hiệu này biến điệu biên độ một sóng mang có tần số 10Hz. Hãy vẽ dạng sóng AM và biến đổi F của nó.

**Giải:** Sóng AM được cho bởi phương trình:

$$s_m(t) = \frac{\sin 2\pi t}{t} \cos 20\pi t$$

Hàm này được vẽ như hình 4.6:

Hình 4.6: Dạng sóng AM



$\cos 20\pi t$  là sóng mang.

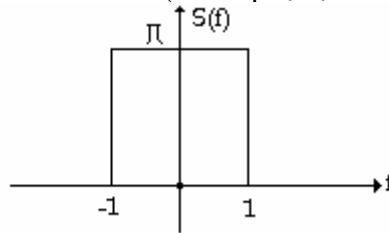
- Khi sóng mang bằng 1 ( $t = \frac{k}{10}$ ),  $s_m(t) = s(t)$ .

- Khi sóng mang bằng -1,  $t = \frac{k}{10} + \frac{1}{20}$ ,  $s_m(t) = -s(t)$ .

Để vẽ dạng sóng AM. Ta bắt đầu vẽ  $s(t)$  và ảnh qua gương của nó  $-s(t)$ . Sóng AM chạm một cách tuần hoàn vào mỗi đường cong này và thay đổi biên độ giữa những điểm tuần hoàn đó.

Trong hầu hết trường hợp thực tế, tần số sóng mang cao hơn rất nhiều so với thí dụ trên.

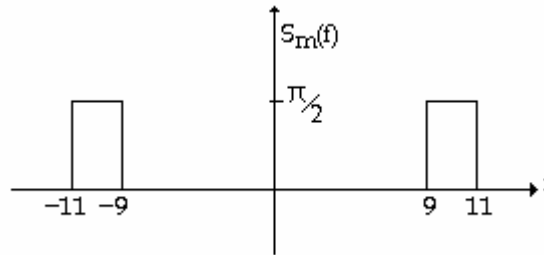
Biến đổi F của  $s(t)$  được vẽ ở hình 4.7 ( Xem phụ lục chương II )



Hình 4.7: Ảnh Fourier của  $s(t)$

Biến đổi F của sóng biến điệu được tính nhờ định lý biến điệu.

$$S_m(f) = \frac{S(f - 10) + S(f + 10)}{2} \tag{4.7}$$



Hình 4.8: Tần phổ của sóng biến điệu

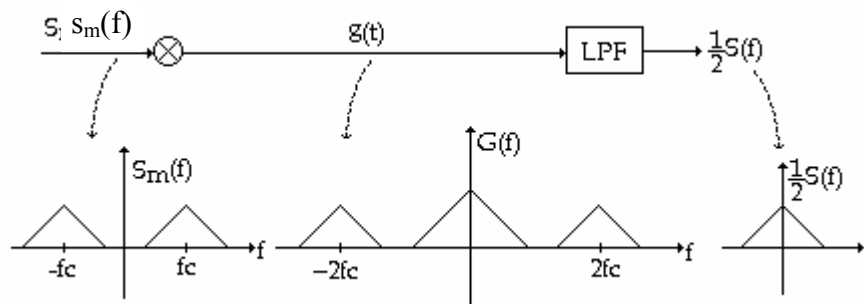
Vì  $S_m(f)$  được suy từ  $S(f)$  bằng cách dời tất cả các thành phần tần số của  $s(t)$  một khoảng là  $f_c$ , ta sẽ có thể hồi phục lại  $s(t)$  từ  $s_m(t)$  bằng cách dời các tần số bởi cùng một trị theo chiều ngược lại.

Định lý biến điệu chứng tỏ rằng phép nhân một hàm thời gian với một hàm Sinusoide sẽ dời ảnh F của hàm thời gian đi ( cả chiều lên và xuống ) trong miền tần số. Vậy nếu ta lại nhân  $S_m(t)$  với một hàm sin ( tần số sóng mang ), thì ảnh F sẽ dời lui xuống đến tần số thấp của nó. Phép nhân này cũng dời ảnh F lên đến 1 vị trí giữa khoảng  $2f_c$ , những thành phần này dễ dàng bị loại bởi một lọc hạ thông. Tiến trình này vẽ ở hình 4.9.

Sự hồi phục của  $s(t)$  được mô tả bởi phương trình (4.8)

$$\begin{aligned}
 s_m(t) \cdot \cos 2\pi f_c t &= [ s(t) \cos 2\pi f_c t ] \cos 2\pi f_c t \\
 &= s(t) \cos^2 2\pi f_c t \\
 &= \frac{s(t) + s(t) \cos 4\pi f_c t}{2}
 \end{aligned}
 \tag{4.8}$$

Ngỏ ra lọc hạ thông là  $s(t)/2$



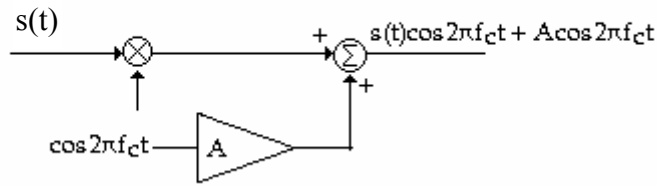
Hình 4.9: Sự hồi phục tín hiệu từ sóng biến điệu.

Tiến trình này gọi là hoàn điệu ( Demodulation ).

## BIẾN ĐIỀU BIÊN ĐỘ SÓNG MANG ĐƯỢC TRUYỀN 2 BĂNG CẠNH

( Double - Side Band Transmitted Carrier AM ). DSBTCAM.

Bây giờ ta cải biến thêm sự biến điệu AM, bằng cách cộng vào sóng biến điệu một phần của sóng mang.



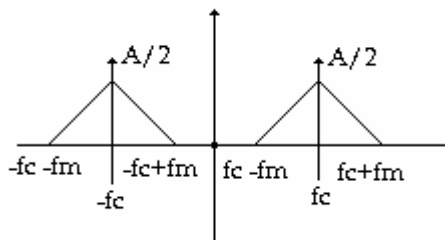
Hình 4.10.

Hình 4.10 chỉ sự cộng một sóng mang hình sin thuần túy vào sóng biến điệu DSBSCAM. Kết quả cho bởi phương trình (4.8)

$$s_m(t) = s(t) \cos 2\pi f_c t + A \cos 2\pi f_c t \tag{4.9}$$

Đây là kiểu biến điệu AM sóng mang được truyền 2 băng cạnh. ( DSBTC AM). Khác với kiểu AM sóng mang bị nén 2 kiểu AM sóng mang được truyền có chứa một thành phần rõ ràng của sóng mang (  $A \cos 2\pi f_c t$  ).

Ảnh F của TCAM là tổng của biến đổi F của SCAM và biến đổi F sóng mang thuần túy. Biến đổi sóng mang là một cặp xung lực  $\pm f_c$ .



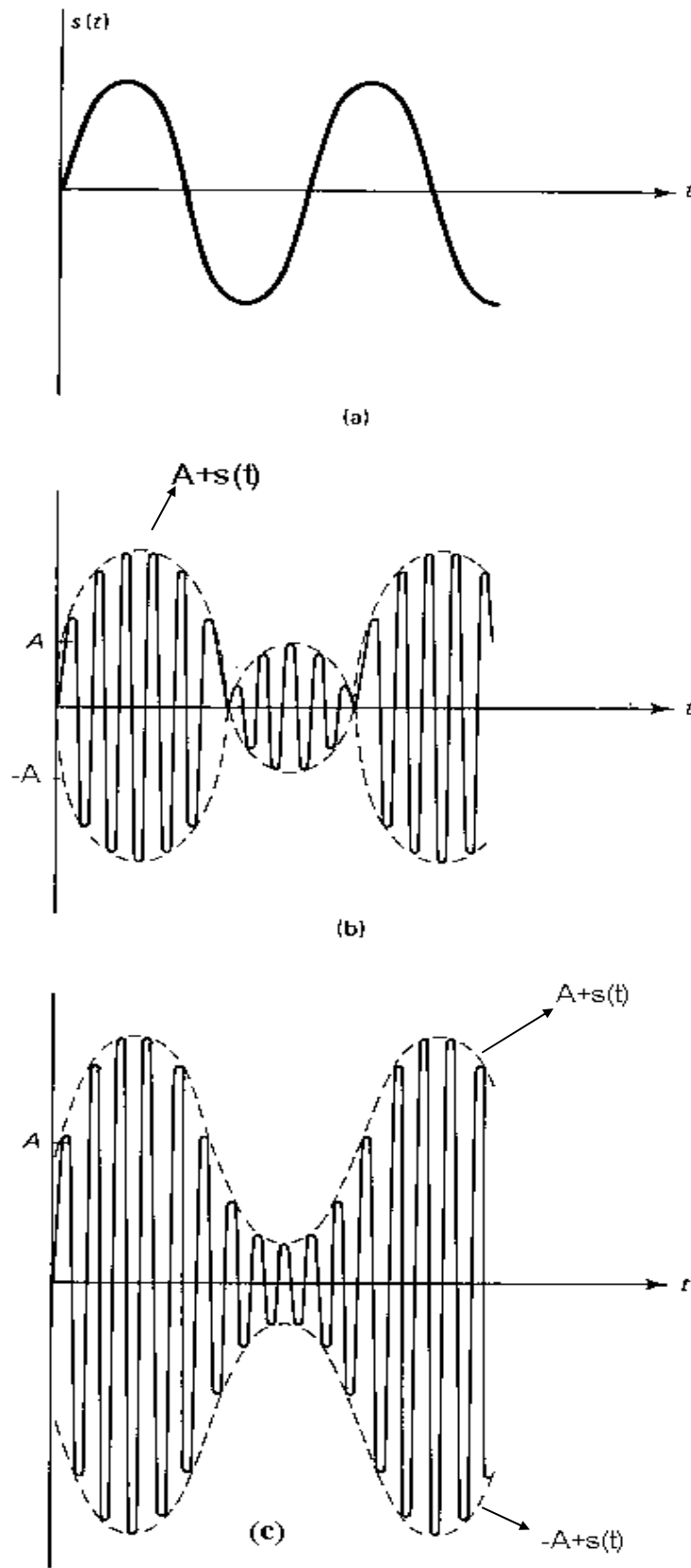
Hình 4.11: Biến đổi F của TCAM

Dạng sóng có thể viết lại ( Từ phương trình 4.9 )

$$s_m(t) [A+s(t)] \cos 2\pi f_c t \tag{4.10}$$

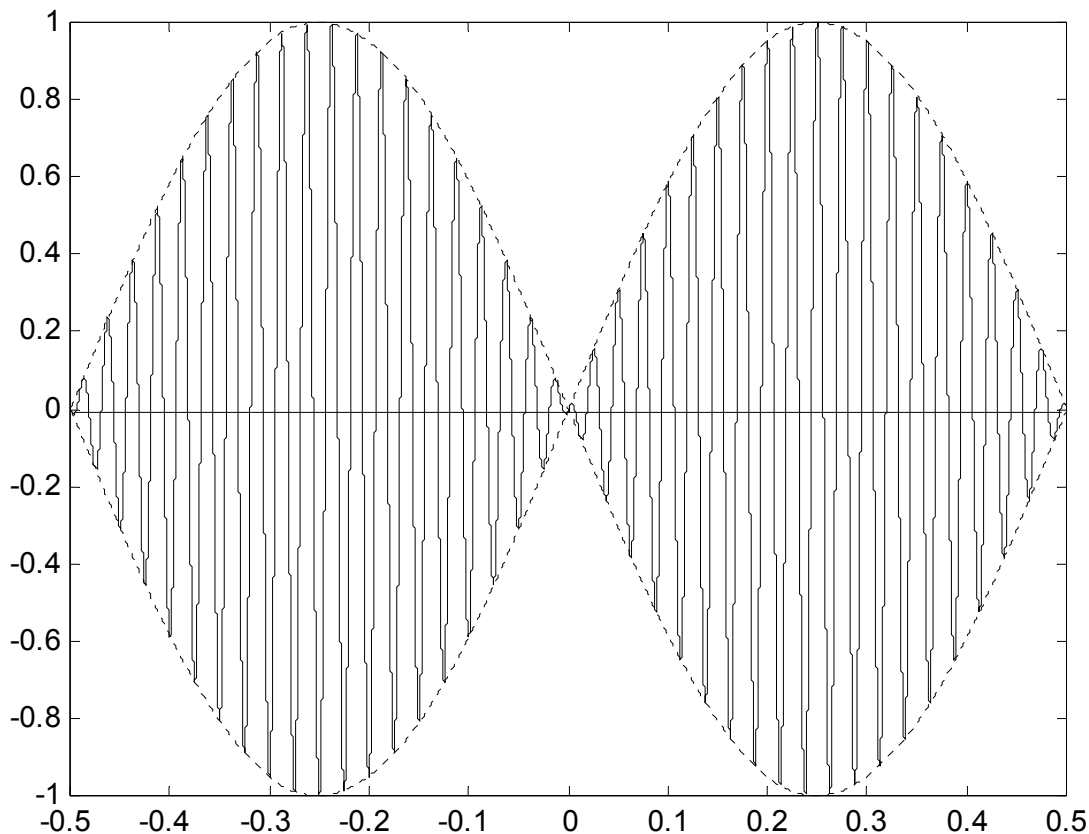
Hàm này có thể vẽ theo cách vẽ dạng sóng SCAM. Trước hết, ta vẽ đường biên  $[A+s(t)]$  và ảnh qua gương  $-[A + s(t)]$ . Sóng AM chạm tuần hoàn vào 2 đường biên và thay đổi biên độ điều giữa những điểm tuần hoàn đó. Hình vẽ 4.12, cho một  $s(t)$  hình sin ( thí dụ tiếng huýt sáo vào một microphone ).

- Hình 4.12a Tín hiệu  $s(t)$  hình sin
- Hình 4.12b Dạng sóng DSBTCAM với giá trị của  $A$  nhỏ hơn biên độ  $a$  của  $s(t)$ ;  $A < a$ ;  $A \neq 0$ .
- Hình 4.12c Dạng sóng DSBTCAM khi  $A$  lớn hơn biên độ của  $s(t)$ ;  $A > a$ ;  $A \neq 0$ .
- Hình 4.12d Dạng sóng DSBTCAM khi  $A=0$ .



Hình 4.12





Hình 4.12

## HIỆU SUẤT

Sự cộng thêm sóng mang vào sóng biến điệu sẽ làm cho sự hoàn điệu dễ dàng hơn. Cái giá mà ta phải trả là hiệu suất. Một phần của năng lượng được truyền dùng để gửi sóng mang và như vậy không mang một thông tin hữu ích nào.

Ta thấy từ phương trình (4.9) : Công suất sóng mang là công suất của  $A \cos 2\pi f_c t$ , hay  $A^2/2$  watts. Công suất của tín hiệu là công suất của  $s(t) \cos 2\pi f_c t$ , là trị trung bình của  $s^2(t)$  chia 2. Công suất trung bình của  $s^2(t)$  thì đơn giản là của  $s(t)$ , hay  $P_S$ . Vậy công suất của tín hiệu là  $P_S/2$ .

Công suất truyền toàn phần là tổng của 2 số hạng này.

Ta định nghĩa hiệu suất là tỷ số của công suất tín hiệu công suất toàn phần:

$$\eta = \frac{P_S}{A^2 + P_S} \tag{4.10}$$

**TD:** Giả sử ta xem dạng sóng hình 12c, và đặt A bằng với biên độ của hình sin. Vậy hiệu suất là 33%.

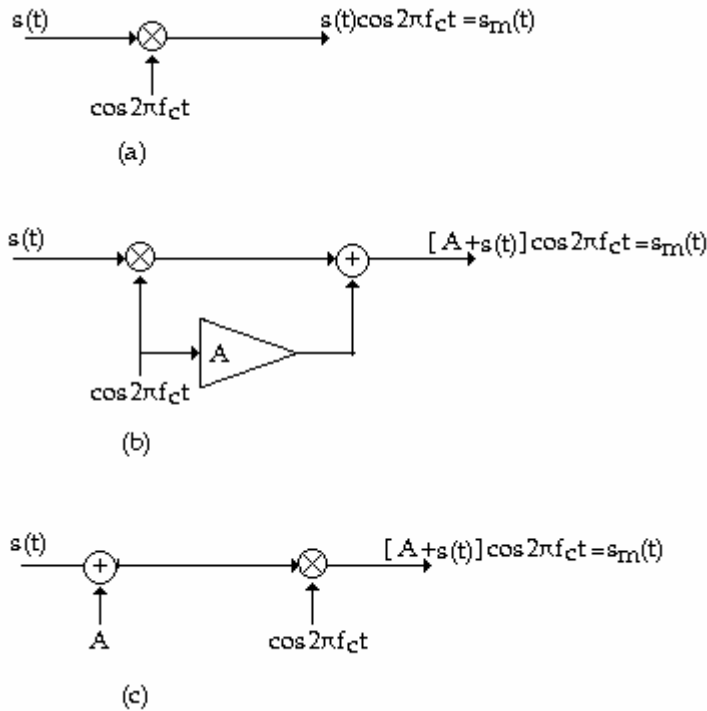
# CÁC KHỐI BIẾN ĐIỀU:

- Hình 4.13 Sơ đồ của các khối biến điệu AM.
- Hình 4.13a: Hệ thống tạo nên DSBSC AM.
- Hình 4.13b,c: Hệ thống tạo nên DSBTC AM.

Hình 4.13: Khối biến điệu AM

*Tại sao sự biến điệu thì không tuyến tính ?*

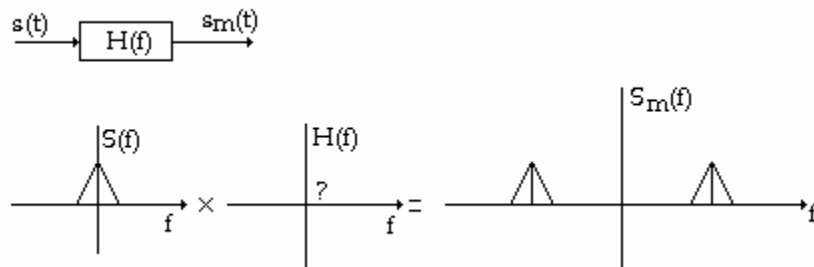
Ta đã biết, bất kỳ một hệ tuyến tính và không đổi theo thời gian nào điều có một output mà biến đổi F của nó là tích của ảnh F của input với H(f). Nếu biến đổi của tín hiệu vào bằng zero



trong một khoảng tần số nào đó, thì ảnh F của output phải cũng bằng zero trong khoảng ấy. Nghĩa là, tính chất tổng quát của hệ tuyến tính không đổi theo thời gian là nó không thể cho ra bất kỳ một output nào nếu không có input ở ngõ vào.

Vậy có một hệ tuyến tính không theo t nào có thể cho  $s_m(t)$  ở ngõ ra khi nhận  $s(t)$  ở ngõ vào ? Nói các khác, ta có thể tìm được hay không một H(f) nào để cho:

$$S_m(f) = S(f) \cdot H(f)$$



Hình 4.14

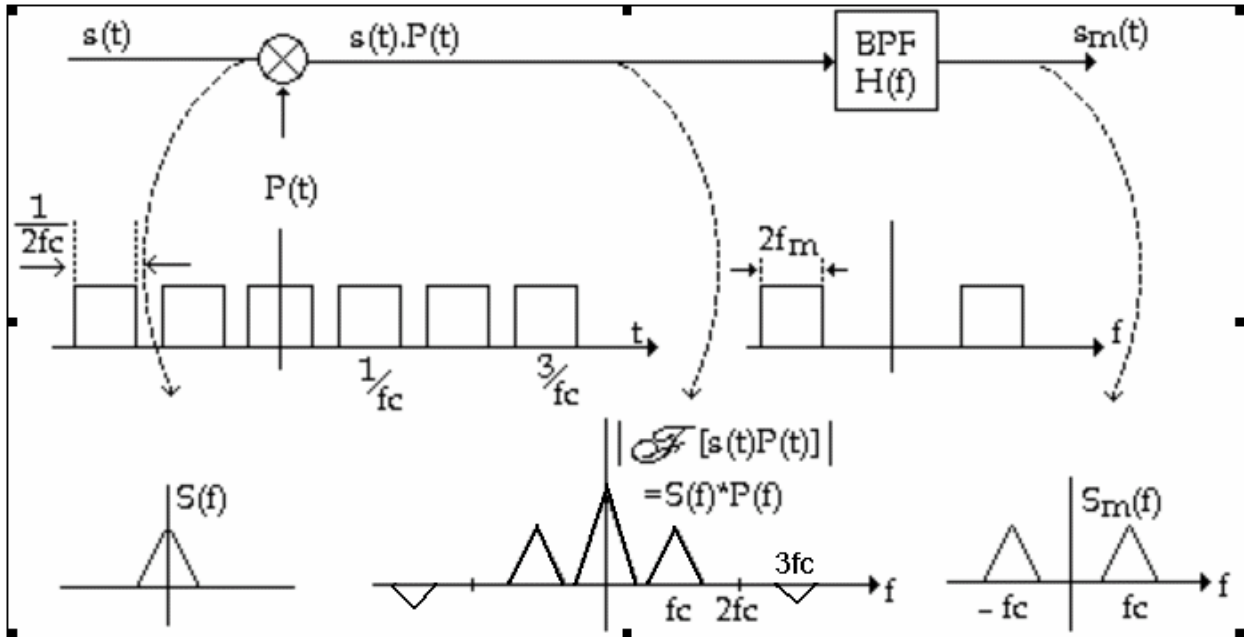
Rõ ràng, câu trả lời là không.

Sự biến điệu là một *tiến trình dòi tần*. Và không có một hệ tuyến tính nào thực hiện được điều đó.

Một hệ phi tuyến và thay đổi theo t, nói chung, là rất phức tạp. Tuy nhiên, trong trường hợp biến điệu, người ta có thể thực hiện được bằng 2 kiểu gián tiếp: Biến điệu cổng (Gated modulator) và biến điệu theo luật bình phương (Square - Law Modulator).

**Biến Điều Cổng:**

Dựa vào sự kiện: Phép nhân s(t) với một hàm tuần hoàn bất kỳ sẽ tạo ra một chuỗi sóng AM với những sóng mang là bội số của tần số cơ bản của hàm tuần hoàn. Hình\_4.15



Hình 4.15: Tích của s(t) và hàm cổng tuần hoàn

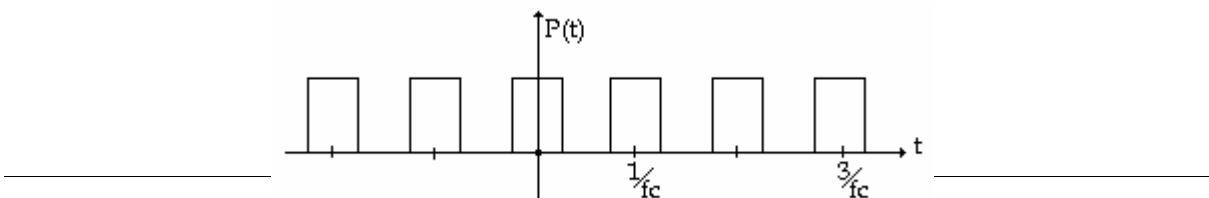
Output của mạch nhân (hình 4.15)

$$s(t)P(t) = s(t) \left[ a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(2\pi n f_c t) \right] \quad (4.11)$$

$f_c$  Là tần số cơ bản của hàm tuần hoàn.  $a_n$ , các hệ số chuỗi F. Giả sử P(t) là hàm chẵn ( để tránh phải viết các số hạng sin trong chuỗi )

Lọc BPF sẽ chặn tất cả, chỉ trừ thành phần nào đó trong chuỗi mà ta sẽ chọn. Kết quả là ở ngõ ra có một sóng AM. Mạch lọc điều hợp với tần số cơ bản, nhưng nó sẽ có thể điều hợp với một trong những họa tần của sóng AM, có tần số sóng mang cao hơn. Trong thực tế, ta chọn những họa tần thấp (Vì các hệ số F làm giảm biên độ tín hiệu khi n tăng).

P(t) là một hàm cổng gồm một đoàn xung tuần hoàn. (Hình 4.16)



Hình 4.16: Hàm cổng

\* Vì  $P(t)$  luôn bằng 0 hay bằng 1, mạch nhân có thể xem như có cơ chế hoạt động on/off ( hoặc switch ).

Output của BPF tìm được bằng cách khai triển  $P(t)$  thành chuỗi F và tìm  $a_1$ .

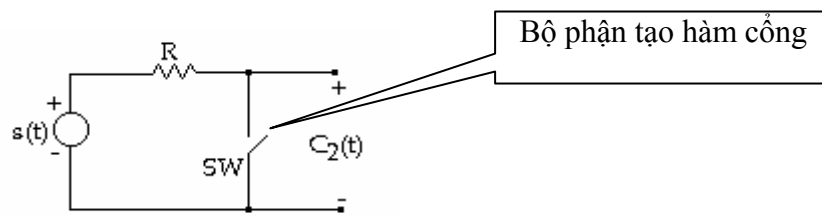
$$a_1 = \frac{2}{\pi}$$

$$s_m(t) = s(t).P(t)$$

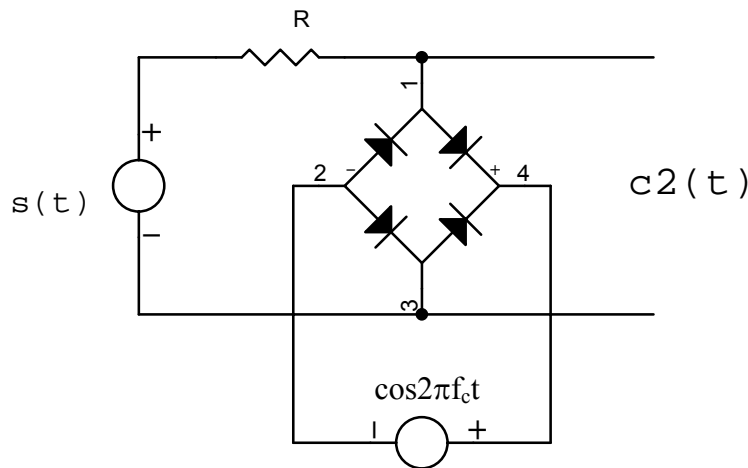
$$s_m(t) = \frac{2}{\pi} s(t) \cos 2\pi f_c t \tag{4.12}$$

Phương trình (4.12) được viết cho hàm cổng có nửa thời gian cao và nửa thời gian zero. Nhưng sóng AM vẫn được tạo ra với bất kỳ trị giá nào của chu kỳ thao tác của xung.

Bộ phận tạo hàm cổng có thể là thụ động hoặc tác động hình 4.17 chỉ bộ phận biến điệu gồm 2 thành phần thụ động.



Hình 4.17a: Mạch tạo xung cổng thụ động dùng Switch.



Hình 4.17b: Mạch tạo xung cổng thụ động dùng diode.

- Hình 4.17a, SW đóng ngắt tuần hoàn. Khi SW hở, tín hiệu ra bằng tín hiệu vào. Khi SW đóng, tín hiệu ra bằng zero. R là điện trở nguồn. Bất lợi của SW cơ học là đóng ngắt chậm. Tần số đóng ngắt của SW phải bằng tần số sóng mang ( hoặc ước số, nếu ta chọn 1 họa tần ). Với tần số sóng mang cỡ MHz, SW cơ học không thể đáp ứng kịp.

- Hình 4.17b: Sự đóng ngắt thực hiện nhờ cầu diode. Khi  $\cos 2\pi f_c t$  dương ( điểm B có điện thế dương hơn điểm A ), cả 4 diode bị khóa: Mạch tương tự như hình 4.17a khi SW hở, tín hiệu ra là  $s(t)$ . Ngược lại khi  $\cos 2\pi f_c t$  âm ( điểm B có điện thế âm hơn điểm A ). Cả 4 diode dẫn: mạch giống như hình 4.17a khi SW đóng. Giới hạn duy nhất cho mạch đóng ngắt này là tần số đóng ngắt của loại Diode được dùng. ( Tính không lý tưởng của các diode, thường là thời gian hồi phục ( recovery time ) của điện dung mỗi nối khá lớn so với chu kỳ sóng mang ).

- Hàm công còn có thể tạo được bằng cách dùng các linh kiện tác động, như transistor hoạt động giữa vùng khóa và vùng bão hòa. Một transistor khóa, tương đương với một SW hở. Một transistor bão hòa, xem như một SW đóng.

- Hình 4.18, trình bày một kiểu mạch biến điệu dọi là biến điệu vòng (ring modulator). Sóng mang là một sóng vuông, được đưa vào mỗi giữa của 2 biến thế. Output là một phiên bản bị “ công hóa “ của input, chỉ cần lọc là có được sóng AM .

Biến Điệu Theo Luật Bình Phương.

Loại này dựa vào định luật: “ Bình phương của một tổng 2 hàm có chứa một số hạng là tích của 2 hàm đó “:

$$[s_1(t)+s_2(t)]^2= s_1^2 (t) + s_2^2 (t)+2 s_1(t).s_2(t)$$

Nếu  $s_1(t)$  là tín hiệu chứa tin và  $s_2(t)$  là sóng mang, ta có:

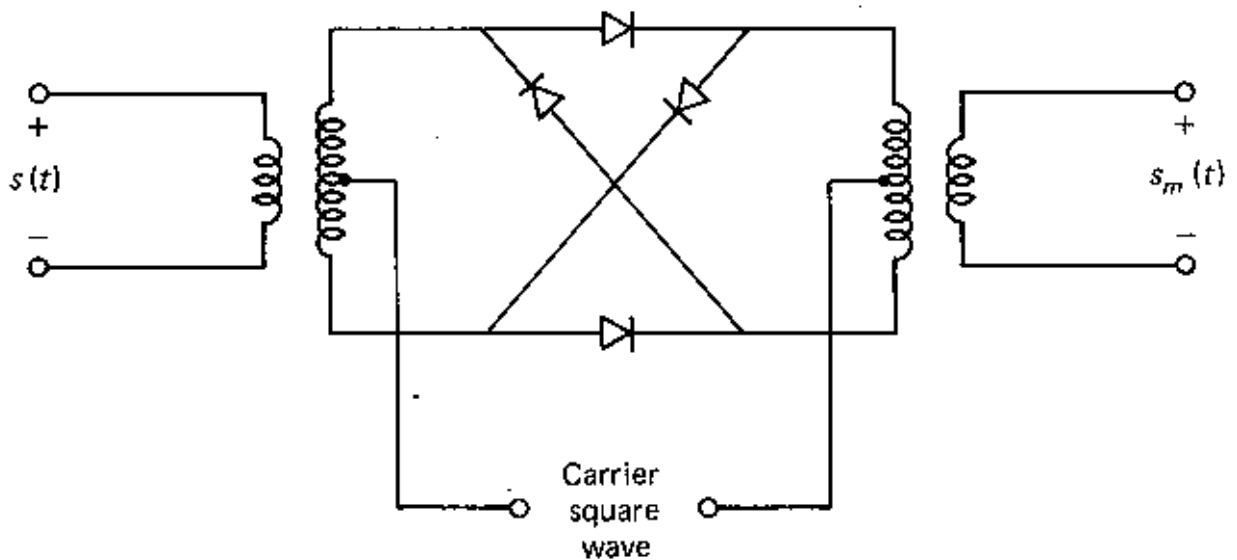
$$[ s(t) + \cos 2\pi f_c t ]^2 = s^2(t) + \cos^2 2\pi f_c t + 2s(t) \cos 2\pi f_c t \quad (4.13)$$

Số hạng thứ 2 chính là sóng AM mong muốn. Ta phải tìm cách tách nó ra khỏi 2 thành phần kia. Ta đã biết, sự tách sẽ đơn giản, khi chúng không phủ nhau ( trong phạm vi thời gian hoặc phạm vi tần số ). Rõ ràng, chúng phủ nhau về thời gian. Vậy, ta hãy xem phạm vi tần số.

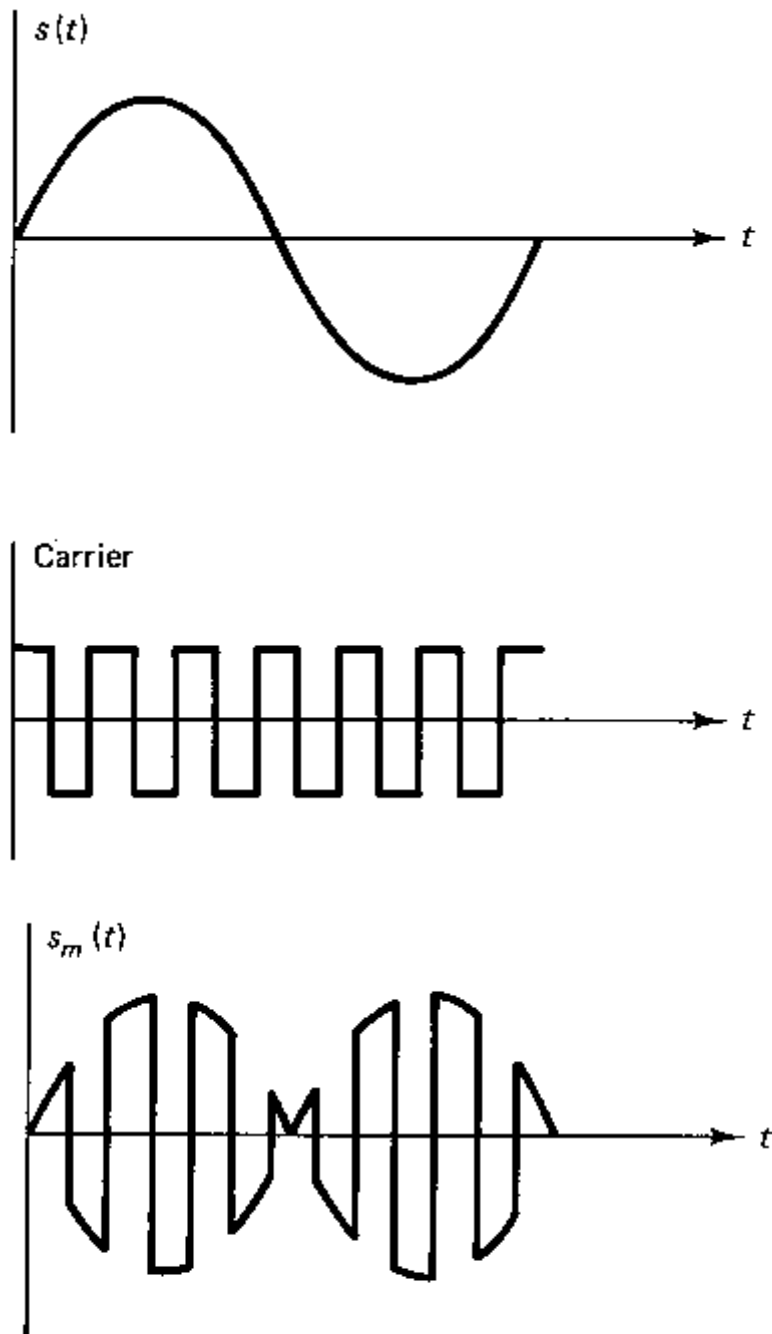
Các xung lực tại gốc và  $2f_c$  kết quả của sự khai triển lượng giác

$$\text{Cos}^2\theta = \frac{1 + \text{cos}2\theta}{2}$$

Đường cong liên tục ở giữa ( tần số thấp ) chỉ biến đổi F của  $s^2(t)$ . Ta không biết dạng chính xác của  $s(t)$ . Nhưng chỉ biết rằng ảnh F của nó bị giới hạn ở những tần số nhỏ hơn  $f_m$ . Biến đổi F của  $s^2(t)$  bị giới hạn ở những tần số dưới  $2f_m$ . Một cách dễ thấy điều đó là xem biến đổi F của  $s^2(t)$  là phép chồng của S(f) lên chính nó. Phép chồng đồ hình cho thấy biến đổi này đi từ zero đến  $2f_m$ . Cách khác, là xem  $s(t)$  như là tổng của các hình sin có tần số (riêng) dưới  $f_m$ . Khi bình phương tổng này, ta có kết quả là tất cả các tích của các số hạng. Điều này sẽ đưa đến tổng và hiệu của các tần số khác nhau ( dùng lượng giác). Không có tổng hay hiệu nào vượt quá  $2f_m$  nên tần số gốc không vượt quá  $f_m$ .

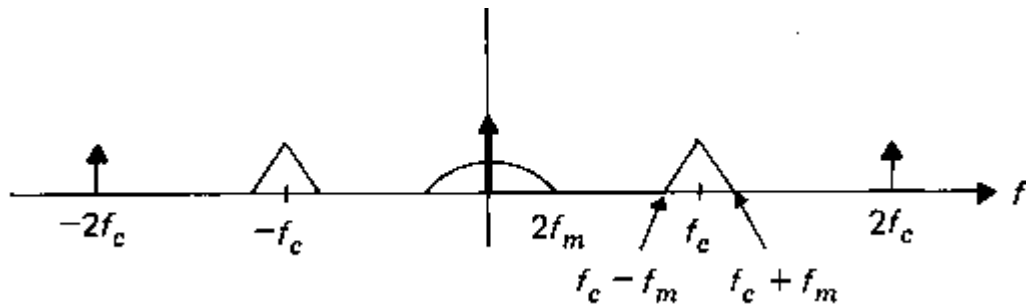


Hình 4.18(a)



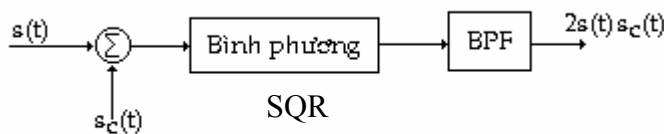
(b)

Hình 4.18: Biến điệu vòng



Hình 4.19: Biến đổi F của (4.13)

Hình 4.19 cho thấy khi  $f_c \gg 3f_m$  thì các số hạng không phủ nhau ( về tần số ). Vậy có thể tách chúng bằng một lọc BPF để có sóng AM. Trong hầu hết các trường hợp thực tế,  $f_c \gg f_m$ , nên điều kiện này dễ thỏa.



Hình 4.20: Mạch biến điệu bình phương.

Hình 4.20 chỉ toàn thể một khối biến điệu theo luật bình phương. Các bộ phận tổng có thể là tác động, thụ động hay op.amp.

- Bộ phận bình phương thì không đơn giản. Bất kỳ một *linh kiện phi tuyến* nào cũng đều cho một tín hiệu ra tương ứng với một tín hiệu vào bởi một hệ thức mà ta có thể khai triển thành chuỗi lũy thừa. Giả sử không có sự tích trữ năng lượng, nghĩa là output tại bất kỳ thời điểm nào chỉ phụ thuộc vào input tại cùng thời điểm đó, chứ không kể đến những trị giá trước đó.

Với  $y(t)$  là output và  $x(t)$  là input:

$$y(t) = a_0 + a_1x(t) + a_2x^2(t) + a_3x^3(t) + \dots \tag{4.14}$$

Số hạng mà ta lưu ý là  $a_2x^2(t)$ . Và ta tìm cách ta tìm cách tách nó khỏi các thành phần khác. Linh kiện phi tuyến được chọn dùng phải cơ bản là một linh kiện có đặc tính bình phương. Thí dụ diode

$a_n$  trong phương trình (4.14) phải có tính chất:

$$a_n \ll a_2, \text{ Với } n > 2$$

Có vài điều cần nói thêm về sự phi tuyến. Nếu các số hạng ứng với  $n = 1$  và  $n = 2$  trong chuỗi chiếm ưu thế (biên độ lớn) thì kết quả là sóng TCAM. Hơn nữa, Nếu  $a_n$  nhỏ quá ( với  $n > 2$  ), sóng AM vẫn có nếu làm cho  $s(t)$  thật nhỏ. Vậy  $s^n(t) \ll s(t)$  với  $n > 1$ , và TCAM vẫn còn chiếm ưu thế. Đây là một trường hợp không mong muốn, vì biên độ của sóng quá nhỏ.

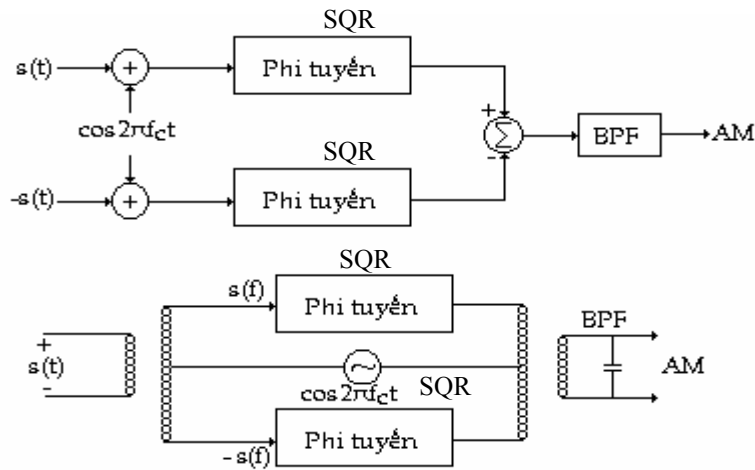
\* Các diode bán dẫn có đặc tuyến rất giống với luật bình phương ( trong vùng hoạt động của nó ).

Sơ đồ khối của một mạch biến điệu cân bằng (balance modulator) vẽ ở hình 4.21. Hệ này cộng sóng mang  $\cos 2\pi f_c t$  với tín hiệu chứa tin  $s(t)$ , sau đó đưa chúng vào linh kiện phi tuyến ( bình phương ). Sự vận hành cũng được lặp lại với  $-s(t)$ . Mạch tổng sẽ lấy hiệu số của 2 tín hiệu ra, làm loại bỏ số hạng của lũy thừa lẻ trong khai triển (4.14). Ví dụ, xem số hạng lũy thừa 3.

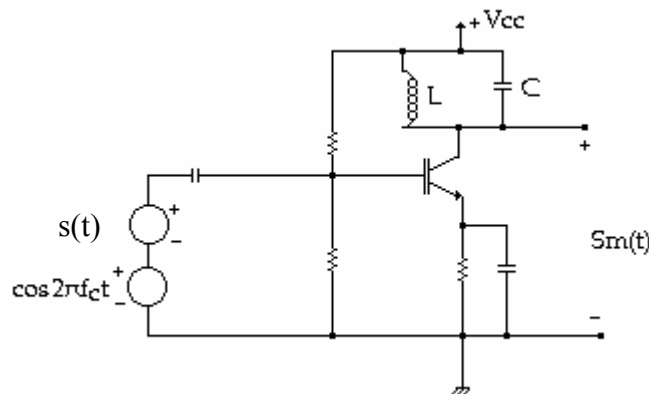
Khi khai triển  $[s(t)+\cos 2\pi f_c t]^3$ , Số hạng *phủ* lên băng tần của sóng AM là  $s^2(t)\cos 2\pi f_c t$ . Số hạng này không đổi dấu khi  $-s(t)$  được thay vào  $s(t)$ . Như vậy tại mạch tổng (thực ra là trừ) chúng sẽ triệt nhau. Số hạng mà ta muốn lấy,  $s(t)\cos 2\pi f_c t$ , sẽ đổi dấu khi  $-s(t)$  được thay cho  $s(t)$ . Vậy mạch sẽ làm *tăng đôi* biên độ tín hiệu.

Ta cũng nhớ rằng, khi *số hạng bậc một bị triệt*, nên tín hiệu ra của khối biến điệu cân bằng là *SC AM*. ( Biến điệu AM sóng mang bị nén ).

Mạch điện thực tế của biến điệu bình phương vẽ ở hình 4.22. Đây là mạch transistor kiểu E chung. Mạch dùng sự phi tuyến của transistor để tạo nên tích của tín hiệu với sóng mang. Mạch được điều hợp ở chân C, lọc bỏ những họa tần không mong muốn.



Hình 4.21: Khối biến điệu AM cân bằng



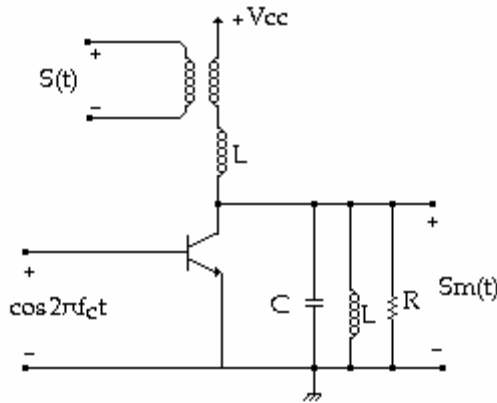
Hình 4.22: Mạch biến điệu bình phương

Các mạch biến điệu bình phương thực tế dễ thiết kế đến độ ngạc nhiên! Thực vậy, Chúng thường hiện hữu ngoài ý muốn. Các sản phẩm của sự biến điệu xuất hiện trong mạch điện một khi các linh kiện điện tử bị đưa vào vùng hoạt động phi tuyến. Vì vậy, người ta thường cố ngăn ngừa một mạch hoạt động như một mạch biến điệu không mong muốn.

Hình 4.23 là mạch của một máy phát AM biến điệu ở chân C. Chỉ cần thay đổi điện thế tức thời đặt vào chân B của Transistor do sự biến đổi biên độ của tín hiệu trong tín s(t). Sóng xuất hiện tại đỉnh của mạch điều hợp ở chân C là tổng của  $V_{CC}$  và tín hiệu  $s(t)$ . Như vậy, cơ bản ta đã làm thay đổi điện thế tức thời do biên độ của  $s(t)$  thay đổi.



Ngõ ra của mạch là một lọc BPF, nhằm giảm thiểu các họa tần sinh ra do sự hoạt động phi tuyến của transistor.

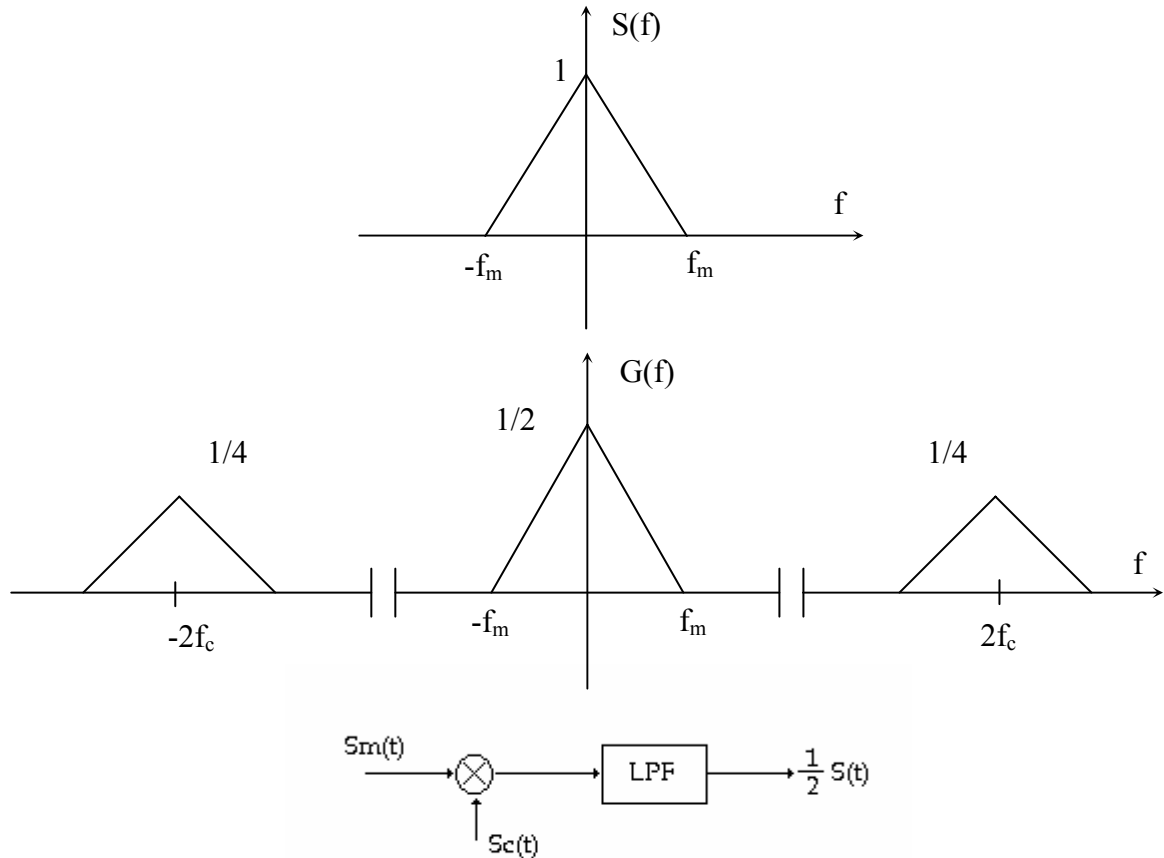


Hình 4.23: Mạch phát AM biến điệu ở chân C

## CÁC KHỐI HOÀN ĐIỆN ( Demodulators)

Ta đã nói từ trước rằng  $s(t)$  sẽ được hồi phục từ  $s_m(t)$ , bằng cách hoàn điệu cho  $s_m(t)$  và sau đó cho tín hiệu qua một lọc LPF. ( loại sóng mang ).

Hình 4.24 là sơ đồ khối của một mạch *hoàn điện đồng bộ* (Synchronous Demodulator) hay hoàn điệu kết hợp. Gọi như vậy vì mạch dao động tạo  $s_c(t)$  được đồng bộ hóa về cả tần số và pha với sóng mang được thu.



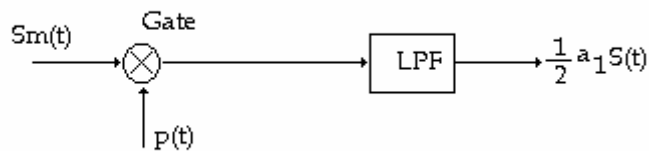
Hình 4.24: Hoàn điệu AM

Vì mạch nhân của hình vẽ nhìn không khác với mạch nhân dùng trong mạch biến điệu, ta có thể tiên đoán những cải biến của mạch biến điệu công và bình phương có thể áp dụng được ở đây.

Có hai loại hoàn điệu đồng bộ

Hoàn Điệu Công:

Trước hết, hãy khảo sát sự dùng mạch biến điệu công để hoàn điệu một sóng DSBSCAM:



Hình 4.25: Hoàn

điệu công

$P(t)$  là một  
một chuỗi xung tuần hoàn biên độ đơn vị.

hàm công gồm

$$P(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos 2\pi n f_c t$$

Vậy tín hiệu vào của LPF là:

$$s_m(t) P(t) = s(t) \cos 2\pi f_c t \left[ a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos 2\pi n f_c t \right]$$

$$= a_0 s(t) \cos 2\pi f_c t + \frac{s(t)}{2} \sum_{n=1}^{\infty} a_n [\cos(n-1)2\pi f_c t + \cos(n+1)2\pi f_c t] \quad (4.15)$$

Quan tâm đến thành phần bậc 1:

$$\Rightarrow s_m(t).P(t) = a_0.s(t).\cos 2\pi f_c t + a_1.s(t).\cos^2 2\pi f_c t$$

$$= a_0.s(t).\cos 2\pi f_c t + \frac{a_1 s(t)}{2} + \frac{a_1 s(t) \cos 4\pi f_c t}{2}$$

Vậy output của LPF cho bởi:

$$s_o(t) = \frac{1}{2} a_1 s(t)$$

Và sự hoàn điệu được hoàn tất.

- Ta đã nói về hoạt động của hoàn điệu công cho một sóng AM SC. Bây giờ, nếu ta thay  $A + s(t)$  cho  $s(t)$  trong phương trình (4.15) ( trường hợp TCAM). Ta sẽ thấy rằng hoàn điệu công sẽ tạo ra một tín hiệu ra.

$$s_o(t) = \frac{1}{2} a_1 [A + s(t)]$$

Biểu thức trình bày tín hiệu chứa tín gốc bị dời bởi một hằng. Nếu hệ chứa linh kiện liên lạc ac, hằng sẽ không xuất hiện ở output. Nếu tất cả mạch khuếch đại trong hệ liên lạc dc, ta có thể loại bằng cách dùng một tụ nối tiếp tương đối lớn, để nó nạp đến trị trung bình của tín hiệu.

Ta giả sử trị trung bình của tín  $s(t)$  là zero. Nếu nó không đúng, sự loại bỏ hằng cũng sẽ loại vài tín hiệu khác. May mắn, hầu hết  $s(t)$  đều có trị dc là zero.  
Hoàn Điệu Bình Phương:

Ta khảo sát hiệu quả của việc cộng sóng AM vào một sóng mang thuần túy, rồi sau đó bình phương tổng:

$$[s_m(t) + A \cos 2\pi f_c t]^2 \quad (4.16)$$

Trước hết, hãy xem trường hợp sóng mang bị nén SCAM. Phương trình (4.16) trở nên:

$$s_m(t) = s(t) \cdot \cos 2\pi f_c t$$

$$\{\cos 2\pi f_c t [s(t) + A]\}^2 = \cos^2 2\pi f_c t + [s(t) + A]^2$$

$$= \frac{[s(t) + A]^2 + [s(t) + A]^2 \cos 4\pi f_c t}{2} \quad (4.17)$$

- Số hạng thứ nhì là một sóng AM xung quanh một sóng mang tần số  $2f_c$ . Vậy có thể tách nó ra dễ dàng bằng một lọc LPF.

- Số hạng thứ nhất có thể khai triển:

$$s^2(t) + A^2 + 2A s(t).$$

Nhưng tần số chứa  $s^2(t)$  phủ với  $s(t)$ , và chúng không thể tách ra. Tuy nhiên, giả sử rằng ta đã dùng một lọc LPF để tách tất cả số hạng  $\left[ \frac{s(t) + A}{2} \right]^2$  ra khỏi thành phần có tần số  $2f_c$ .

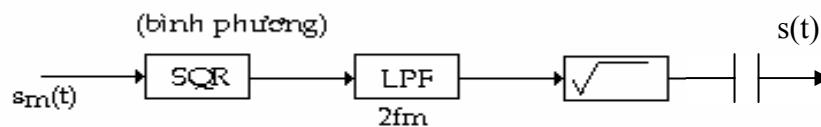
Nhớ là lọc này phải cho qua những tần số lớn đến  $2f_m$ . Vậy ta đã *hồi phục bình phương* của tổng của A và s(t). Ta sẽ lấy *căn bậc 2* của nó để có:

$$0,707|s(t) + A| = \frac{1}{\sqrt{2}} |s(t) + A|.$$

A\* Sự lấy suất của một tín hiệu sẽ đưa đến một dạng méo. Thí dụ, tín hiệu là một hình sin thuần, suất của nó có dạng sóng sin chỉnh lưu 2 bán kỳ với tần số cơ bản gấp đôi tần số gốc. Tín hiệu chỉnh lưu không chỉ chứa một tần số đơn, mà bao gồm nhiều họa tần. [ nếu ta nghe nó ở loa, sóng sin gốc sẽ cho một tông thuần, trong lúc sóng sin chỉnh lưu 2 bán kỳ sẽ cho một tông sè - Thành phần họa tần - cao hơn một bát độ ]. Nếu tín hiệu gốc là một hỗn hợp nhiều tần số, sự méo sẽ nghiêm trọng hơn.

B\* Nhưng giả sử A đủ lớn sao cho  $s(t) + A$  không bao giờ có trị âm, thì  $|s(t) + A|$  sẽ bằng  $s(t) + A$ . Khi đó, ta đã hoàn điệu được. Nghĩa là *sóng mang được thêm vào ở máy thu để hoàn điệu* phải có biên độ lớn hơn hay bằng trị âm tối đa của s(t).

Bây giờ ta xem việc hoàn điệu sóng TCAM. Trong việc hoàn điệu, cần thiết phải tạo lại một bản sao hoàn chỉnh của sóng mang. Điều này khó thực hiện, trừ khi sóng AM chứa một số hạng tuần hoàn có tần số bằng tần số sóng mang. Điều này tự nhiên đưa ta đến việc phải dùng TCAM. Thực vậy, phương trình (4.16) là kết quả từ việc bình phương sóng TCAM thu được mà không cần cộng thêm một *sóng mang địa phương* (nội local) (tại máy thu ).



Hình 4.26: Khối hoàn điệu bình phương cho TCAM.

Hình 4.26 là khối hoàn điệu cho TCAM. Biên độ sóng mang A đủ lớn để làm cho  $A + s(t)$  không âm.

C\* Đối với sóng SCAM, cần phải thêm mạch tạo (bản sao của) sóng mang tại máy thu. Bản sao này cần được đồng bộ hóa với sóng mang thu được ( phù hợp về tần số và pha). Thường máy thu có một mạch dao động nội để thực hiện việc này.

Ta hãy xem hậu quả của sự không phù hợp về tần số và pha. Giả sử mạch dao động nội hình 4.24 bị lệch tần bởi  $\Delta_f$  và lệch pha bởi  $\Delta\theta$ . Khi đó, output của mạch nhân là:

$$\begin{aligned}
 s_m(t) &= \cos [ 2\pi (f_c + \Delta_f)t + A\theta ] \\
 &= s(t) \cos 2\pi f_c t \cos [ 2\pi (f_c + \Delta_f)t + A\theta ] \\
 &= s(t) \left[ \frac{\cos [ 2\pi \Delta_f t + \Delta\theta ]}{2} + \frac{\cos [ 2\pi (2f_c + \Delta_f)t + \Delta\theta ]}{2} \right] \tag{4.18}
 \end{aligned}$$

Đây cũng là input của LPF của khối tách sóng đồng bộ, output của nó là:

$$s_0(t) = s(t) \frac{\cos [ 2\pi \Delta_f t + \Delta\theta ]}{2} \tag{4.19}$$

( Số hạng thứ nhì của (4.18) có thành phần tần số  $2f_c + \Delta_f$  nên bị loại )

Biểu thức (4.19) cho thấy một tín hiệu là  $s(t)$  nhân với một hàm Sinusoide tại tần số  $\Delta_f$  Hertz. Ta giả sử  $\Delta_f$  nhỏ, vì ta cố làm cho nó  $\rightarrow 0$ . Định lý biến điệu chỉ rằng  $s_0(t)$  có một biến đổi  $F$  với các tần số trong khoảng đến  $f_m + \Delta_f$ . Dù LPF được thiết kế để chỉ cho qua các tần số lớn để  $f_m$ , nhưng nó vẫn cho qua toàn bộ  $f_m + \Delta_f$ , vì  $\Delta_f \ll f_m$

Giả sử ta có thể làm phù hợp về tần số chính xác rồi, chỉ còn khác pha. Phương trình (4.19) trở thành:

$$s_0(t) = s(t) \frac{\cos \Delta\theta}{2} \tag{4.20}$$

Đó là một phiên bản không méo của  $s(t)$ .

Khi  $\Delta\theta \rightarrow 90^\circ$ , output sẽ zero.  
 Sự Hồi Phục Sóng Mang Trong TCAM.

Ta đã thấy, sự hoàn điệu đồng bộ cần phải có sự thích hợp hoàn hảo về tần số và sự sai pha không đến  $90^\circ$ . Sự thích hợp tần số chỉ có thể nếu sóng AM có chứa một thành phần tuần hoàn tần số bằng với sóng mang. Đó là, ảnh  $F$  của sóng AM nhận được ở máy thu phải có một xung lực tại tần số của sóng mang. Đây là trường hợp của TCAM.

Tín hiệu thu được có dạng:

$$s_m(t) = s(t) \cos 2\pi f_c t + A \cos 2\pi f_c t$$

Một cách để trích sóng mang từ sóng biến điệu là dùng một lọc dây thông thật hẹp điều hợp với tần số sóng mang. Ở trạng thái thường trực, tất cả số hạng của sóng mang sẽ đi ngang qua lọc này, trong khi chỉ có 1 phần của sóng biến điệu qua đó mà thôi. Biến đổi  $F$  của tín hiệu ra của lọc là:

$$s_0(f) = \frac{1}{2} [S(f - f_c) + S(f + f_c) + A\delta(f + f_c) + A\delta(f - f_c)].$$

Với khoảng các tần số trong dây thông của lọc,

$$f_c - \frac{BW}{2} < |f| < f_c + \frac{BW}{2}$$

Lấy  $F^{-1}$ :

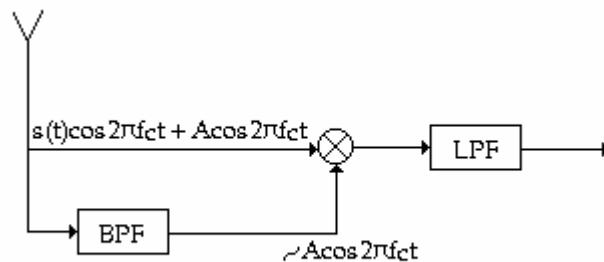
$$s_o(t) = A \cos 2\pi f_c t + \int_{f_c - \frac{BW}{2}}^{f_c + \frac{BW}{2}} S(f - f_c) \cos 2\pi f_c t + d_f \quad (4.21)$$

Tích phân của phương trình (4.21) giới hạn bởi:

$$\frac{1}{2\pi} S_{\max}(f) BW.$$

Vậy:

- Một mạch lọc với khô băng thật hẹp sẽ chỉ cho qua số hạng thứ nhất, ( thành phần sóng mang thuần túy ).



Hình 4.27: Sự hồi phục sóng mang dùng BPF trong TCAM.

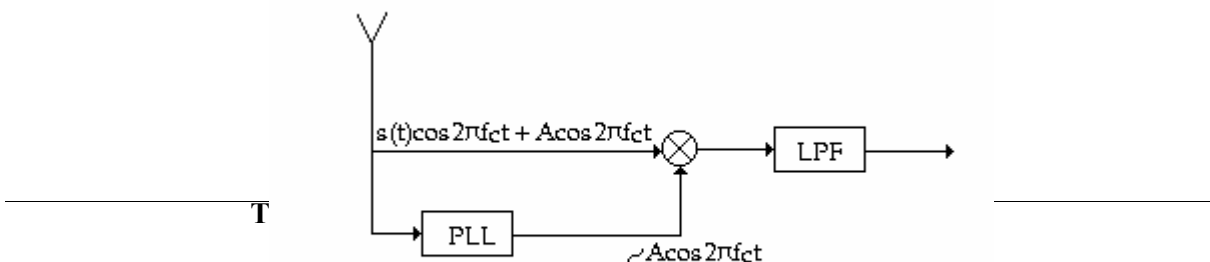
Một cách khác để hồi phục sóng mang là dùng *vòng khóa pha* (phase - lock loop). Vòng khóa pha sẽ khóa thành phần tuần hoàn ở input để tạo nên một sinusoide có tần số sóng mang.

Hình 4.28: Vòng khóa pha

Hình 4.29: Hồi phục sóng mang trong TCAM bằng PLL

Tách Sóng Không Kết Hợp ( Incoherent Detection ):

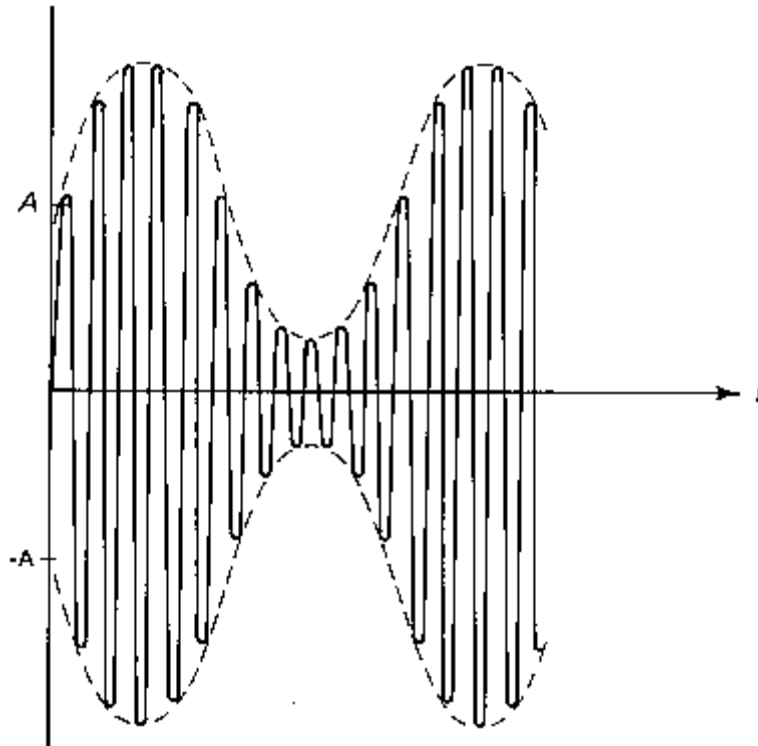
Các khối hoàn điệu đã nói ở trên cần phải tạo lại sóng mang ở máy thu. Vì tần số sóng mang phải chính xác và pha phải đúng phối hợp ( matched ) đúng tại bộ phận tách sóng, nên sóng mang từ đài phát xem như là một thông tin chính xác về thời gian (timing information) cần phải được truyền ( đến máy thu ). Vì lý do đó, các khối hoàn điệu trên gọi là tách sóng kết hợp (



Incoherent Detection ).

Nhưng nếu thành phần ( số hạng ) sóng mang đủ lớn trong TCAM, ta có thể dùng kiểu tách sóng không kết hợp. Trong đó, không cần phải tạo lại sóng mang.

Giả sử độ sóng mang đủ lớn sao cho  $A + s(t) > 0$ . Hình 4.30. Ta đã biết, hoàn điệu bình phương thì hiệu quả cho trường hợp này.



Hình 4.30: TCAM với  $A + s(t) > 0$

Ta nhắc lại, như hình 4.26, output của khối bình phương:

$$[A + s(t)]^2 \cos^2 2\pi f_c t = \frac{1}{2} \left[ [A + s(t)]^2 + [A + s(t)]^2 \cos 4\pi f_c t \right]$$

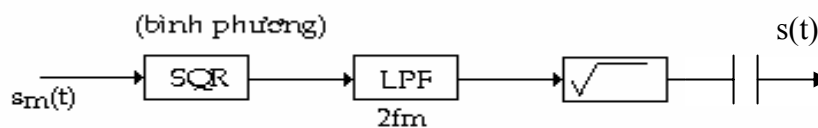
Output của LPF ( cho qua những tần số lên đến  $2f_m$  ) là:

$$s(t) = \frac{[A + s(t)]^2}{2}$$

Nếu bây giờ ta giả sử rằng A đủ lớn sao cho  $A + s(t)$  không bao giờ âm, thì output của khối căn hai là:

$$s_o(t) = 0,707 [ A + s(t) ]$$

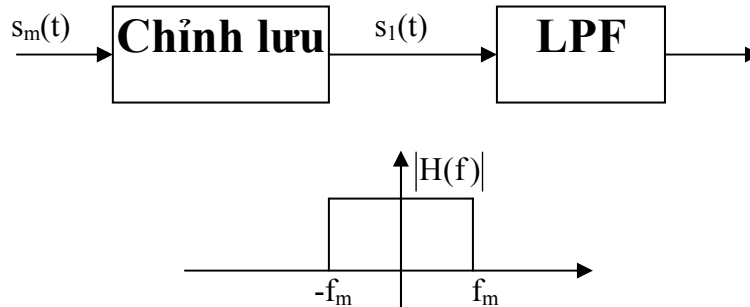
Và sự hoàn điệu được hoàn tất



Hình 4.31: Tách sóng bình phương

Tách sóng chỉnh lưu:

Khối bình phương có thể được thay bằng một dạng phi tuyến khác. Trường hợp đặc biệt, xem mạch tách sóng chỉnh lưu ( Rectifier Detection ) như hình 4.31.



Hình 4.31: Bộ tách sóng chỉnh lưu.

Xem một sóng DSBTCAM:

$$s_m(t) = [A + s(t)] \cos 2\pi f t$$

Mạch chỉnh lưu có thể là nửa sóng hoặc toàn sóng.

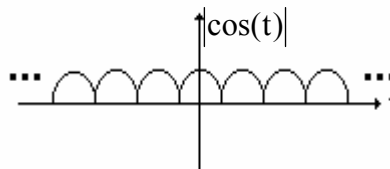
Ta xem loại mạch chỉnh lưu toàn sóng ( Full - Wave Rect ) Chỉnh lưu toàn sóng thì tương đương với thuật toán lấy trị tuyệt đối. Vậy tín hiệu ra của khối chỉnh lưu là:

$$s_1(t) = |A + s(t)| |\cos 2\pi f_C t|$$

Vì đã giả sử  $A + s(t)$  không âm, ta có thể viết:

$$s_1(t) = [A + s(t)] |\cos 2\pi f_C t|$$

Trị tuyệt đối của cosine là một sóng tuần hoàn, như hình 4.32.



Hình 4.32

Tần số căn bản của nó là  $2f_C$ . Ta viết lại  $s_1(t)$  bằng cách khai triển  $F$  :

$$s_1(t) = [A + s(t)] [ a_0 + a_1 \cos 4\pi f_C t + a_2 \cos 8\pi f_C t + a_3 \cos 12\pi f_C t + \dots ]$$

Vậy output của LPF là:

$$s_0(t) = a_0 [A + s(t)]$$

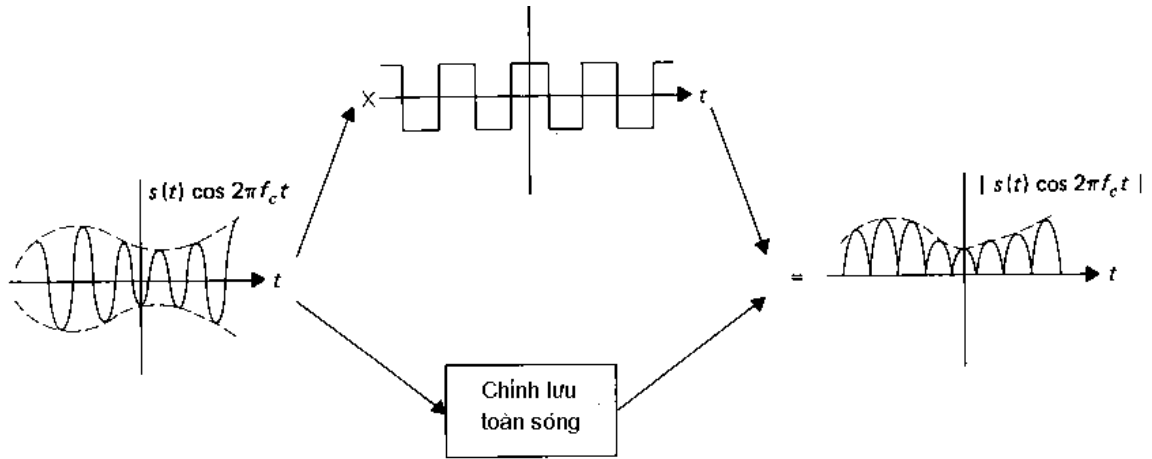
Và sự hoàn điệu đã hoàn tất.

\* Bây giờ, ta hãy xem cơ chế mà khối tách sóng trên đã hồi phục lại sóng mang. Hình 4.33 chỉ rằng sự chỉnh lưu toàn sóng thì tương đương với phép nhân sóng với một sóng vuông. (tại tần số  $f_C$ ). Đó là tiến trình lấy trị tuyệt đối của phần âm của sóng mang. Nó tương đương với sự nhân cho -1. Vậy, mạch chỉnh lưu không cần biết tần số sóng mang chính xác, mà chỉ thực



hiện một thuật toán tương đương với nhân cho một sóng vuông ( có tần số chính xác bằng  $f_c$  ) và pha của sóng mang thu được.

Có thể xem đây như một bài tập, chứng tỏ rằng một mạch tách sóng đồng bộ có thể hoạt động bằng cách nhân sóng với một ham cosine ( tần số  $f_c$  ) hoặc với một sóng vuông có tần số  $f_c$ .



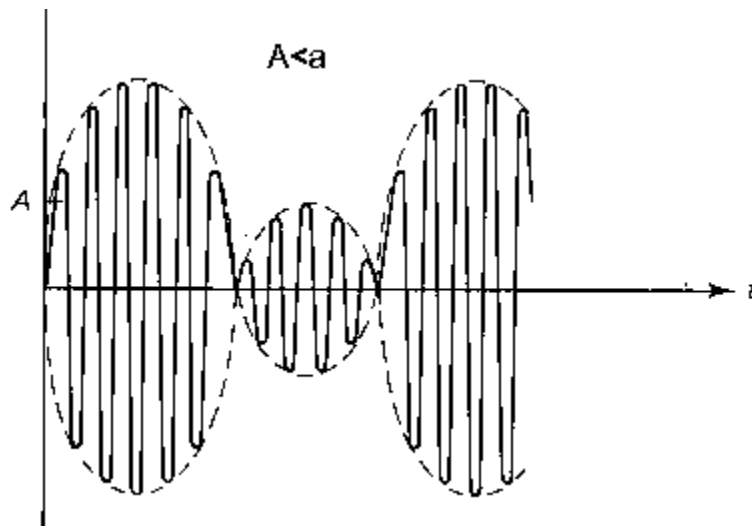
Hình 4.33: Chỉnh lưu toàn sóng tương đương với phép nhân 1 sóng vuông.

Tách Sóng Bao Hình. (Envelope Detection)

Tách sóng cuối cùng mà ta khảo sát ở đây là đơn giản nhất. Xem dạng sóng TCAM ở hình 4.34.

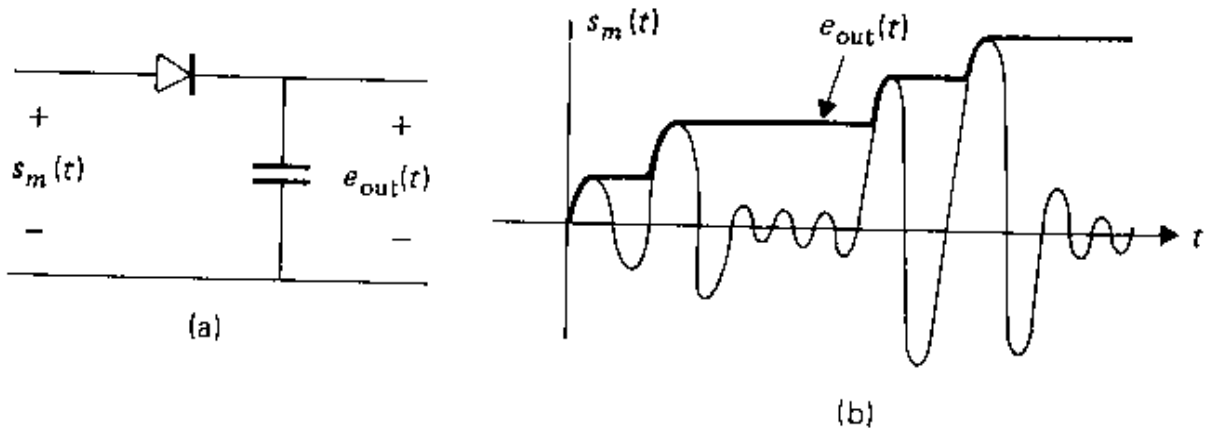
Nếu  $A + s(t)$  không bao giờ âm, đường biên trên hay bao hình của sóng AM thì chính xác bằng với  $A + s(t)$ . Nếu ta thiết lập một mạch để lấy đường biên này, ta đã thực hiện một mạch tách sóng bao hình.

\* Trước hết, xem một mạch tách sóng đỉnh ( peak detector ) như hình 4.35



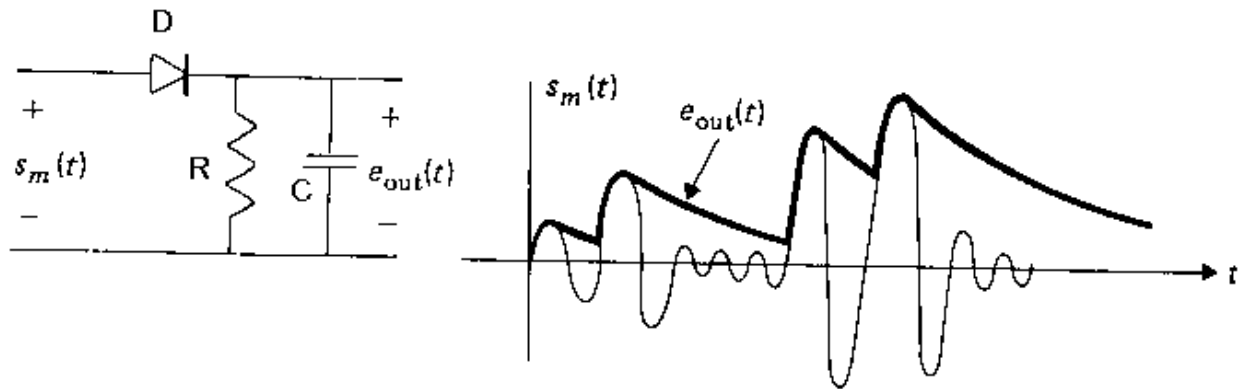
Hình 4.34: Dạng sóng TCAM với  $A < a$

Sự phân tích mạch tách sóng đỉnh dựa vào 2 quan sát: (1) input không thể lớn hơn output ( với một diode lý tưởng ). Và (2) output không bao giờ giảm với t. Quan sát thứ nhất đúng, vì nếu input vượt quá output thì diode có thêm một điện thế dương phân cực thuận. Quan sát thứ 2 do sự kiện là tụ không có đường xả điện. Nên output luôn luôn bằng với trị đỉnh của input trước thời điểm đó.



Hình 4.35: Tách sóng đỉnh

\* Bây giờ nếu ta đấu thêm một điện trở xả điện cho tụ. Mạch ở hình 4.36 là mạch tách sóng bao hình. Output sẽ có dạng expo giữa các đỉnh. Nếu chọn lựa thời hằng RC thích hợp, thì output sẽ xấp xỉ với bao hình. Và mạch tác động như một mạch tách sóng. Output có chứa sóng dư ( tần số  $f_c$ ) nhưng điều đó không hề gì, vì ta chỉ quan tâm đến những tần số dưới tần số  $f_m$ .



Hình 4.36: Tách sóng bao hình

Thời hằng RC phải ngắn sao cho bao hình có thể vạch những thay đổi trị đỉnh của sóng AM. Các đỉnh cách nhau tại những khoảng bằng với tần số sóng mang, trong lúc chiều cao thì theo biến đổi của biên độ của  $s(t)$ .

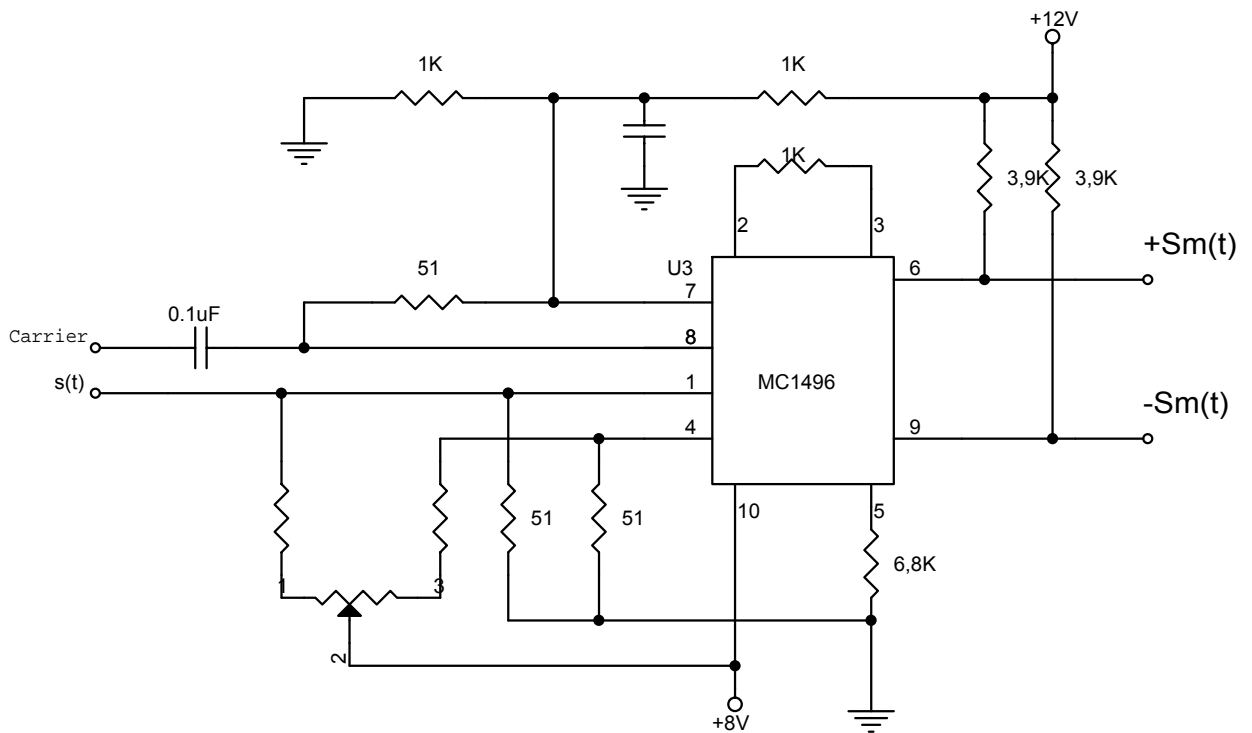
Ta xem trường hợp  $s(t)$  là một hàm sin thuần ( tần số  $f_c$ ). Nó sẽ có khả năng thay đổi trị đỉnh nhanh nhất. Tại tần số này, các đỉnh thay đổi từ một trị max đến min trong  $\frac{1}{2} f_m$  sec. Mạch cần 5 lần thời hằng để đạt 0,7% trị cuối cùng của nó. Vậy nếu ta đặt thời hằng RC đến 10% của  $\frac{1}{f_m}$ , Thì mạch tách sóng bao hình có thể hoạt động ở tần số cao nhất. Ví dụ, với  $f_m = 5\text{kHz}$ , thời hằng sẽ chọn là  $\frac{1}{50}$  m sec. ( hoặc  $20\mu\text{s}$ ).

Biến điệu và Hoàn điệu bằng IC

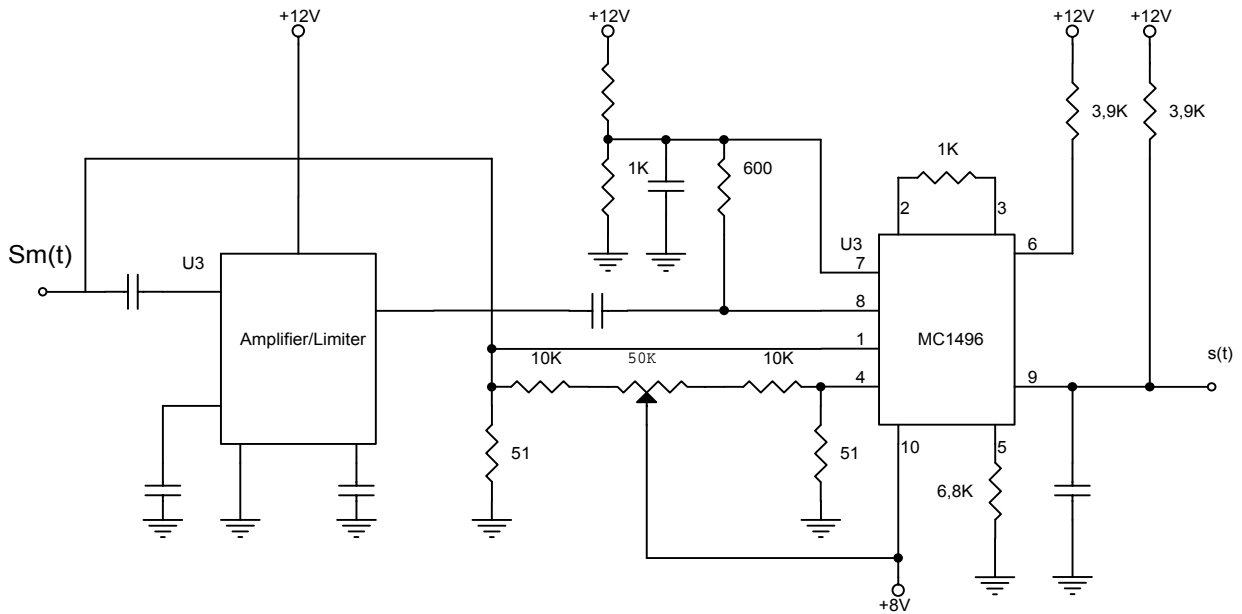
Các mạch biến điệu và hoàn điệu có thể dùng IC. Các IC này có chứa những mạch khuếch đại Visai để đưa vào vùng bảo hòa hoặc để mô phỏng một giao hoán điện tử. ( Electronic Commulator ).

- Hình 4.37, IC MC1496 được sử dụng như một biến điệu TCAM. Mạch tương tự có thể dùng để phát ra SCAM, bằng cách chọn lại trị số các điện trở trong mạch hiệu chỉnh sóng mang.

- Hình 4.38, cũng dùng chip này để hoàn điệu cho TCAM. Sóng mang trong mạch được thúc bằng cách thúc tần khuếch đại cao tần vào vùng bảo hòa. Như vậy, output của tần này giống như một sóng vuông tại tần số  $f_c$ . Sóng mang này được đưa vào một trong những ngõ vô của MC 1496. Ngõ ra phải là LPF, để hồi phục tín hiệu chứa thông tin.



Hình 4.37: Biến điệu AM



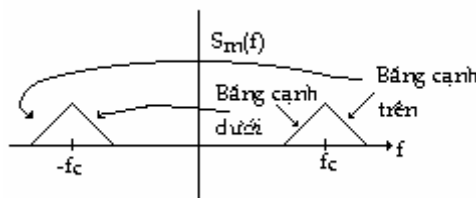
Hình 4.38: Hoàn điệu cho TCAM

## TRUYỀN MỘT BĂNG CẠNH (single sideband) SSB:

Trong các hệ thống AM mà ta đã nói ở trên, khoảng tần số cần thiết để truyền tín hiệu là băng giữa  $f_c - f_m$  và  $f_c + f_m$  khổ băng tổng cộng là  $2f_m$

Trong việc khai thác các đài phát AM, người ta xem tầng phổ như là “ tài nguyên thiên nhiên “. Việc bảo quản cho nó là một chỉ tiêu quan trọng. Nếu khổ băng cần thiết cho mỗi kênh rộng quá, thì số đài phát sóng cùng một lúc sẽ ít đi. Ta tìm một phương pháp có thể gửi thông tin mà khổ băng thì nhỏ hơn  $2f_m$ .

Truyền một băng cạnh là kỹ thuật cho phép truyền phân nửa khổ băng cần thiết cho AM hai băng cạnh.

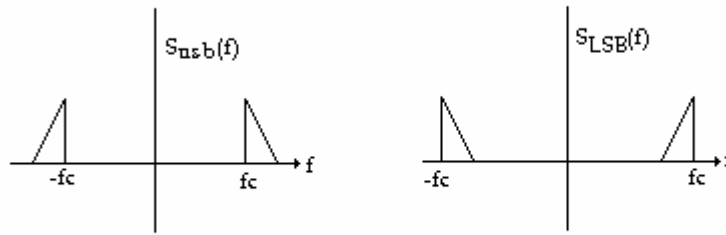


Hình 4.39: Định nghĩa các cạnh băng

Hình 4.39 định nghĩa các băng cạnh. Phần của  $s_m(t)$  nằm trong băng trên sóng mang gọi là băng cạnh trên ( upper - sideband ). Và phần ở dưới sóng mang gọi là băng cạnh dưới (lower - sideband). Một sóng AM 2 băng cạnh thì bao gồm cả băng cạnh trên và băng cạnh dưới.

Ta có thể dùng các tính chất của biến đổi  $F$  để chứng tỏ rằng 2 băng cạnh này phụ thuộc lẫn nhau. Biến đổi  $F$  của sóng AM được tạo nên bằng cách dời ( shifting )  $S(f)$  lên và xuống, như đã biết. Băng cạnh dưới tạo nên do phần  $f$  âm của  $S(f)$ ; và băng cạnh trên do phần  $f$  dương của  $S(f)$ . Ta giả sử rằng tín tức  $s(t)$  là một hàm thực. Vậy suất của  $S(f)$  thì chẵn và pha thì lẻ. Phần  $f$  âm có thể suy từ  $f$  dương bằng cách lấy phức liên hợp.

Tương tự, băng cạnh dưới của  $s_m(t)$  có thể suy từ băng cạnh trên. Vì các băng cạnh không độc lập, ta có thể truyền tất cả các thông tin cơ bản bằng cách gửi đi chỉ một băng cạnh.



Hình 4.40: Biến đổi  $F$  của các băng cạnh

Hình 4.40 chỉ biến đổi  $F$  của băng cạnh trên và băng cạnh dưới của sóng AM, lần lượt ký hiệu là  $s_{usb}(t)$  và  $s_{lsb}(t)$ . Sóng AM 2 băng cạnh là tổng của 2 băng cạnh.

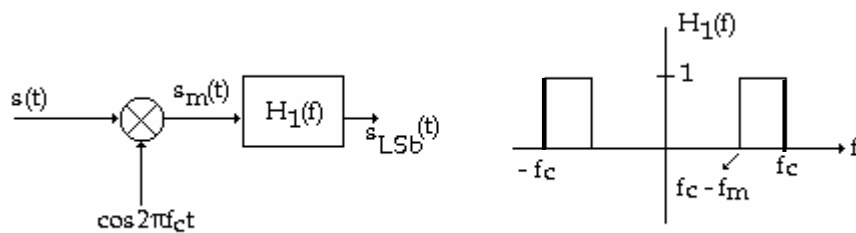
$$s_m(t) = s_{usb}(t) + s_{lsb}(t) \tag{4.22}$$

Vì sóng SSB chỉ chiếm một phần của băng tần bị chiếm bởi sóng DSB, nó thỏa 2 yêu cầu của một hệ biến điệu. Đó là, băng cạnh chọn tần số sóng mang riêng, ta có thể chuyển sóng biến điệu thành một khoản tần số, mà ở đó truyền đi một cách hiệu quả. Ta cũng có thể dùng những băng khác nhau cho những tín hiệu khác nhau (tức  $f_c$  khác nhau). Nên, cùng lúc có thể truyền đi nhiều tín hiệu (đa hợp).

Chỉ còn một vấn đề cần chứng tỏ. Đó là, thông tin gốc có thể được hồi phục từ sóng được biến điệu SSB. Và sóng biến điệu có thể được tạo ra bởi các mạch tương đối đơn giản. Vậy ta xét đến các khối biến điệu và hoàn điệu.

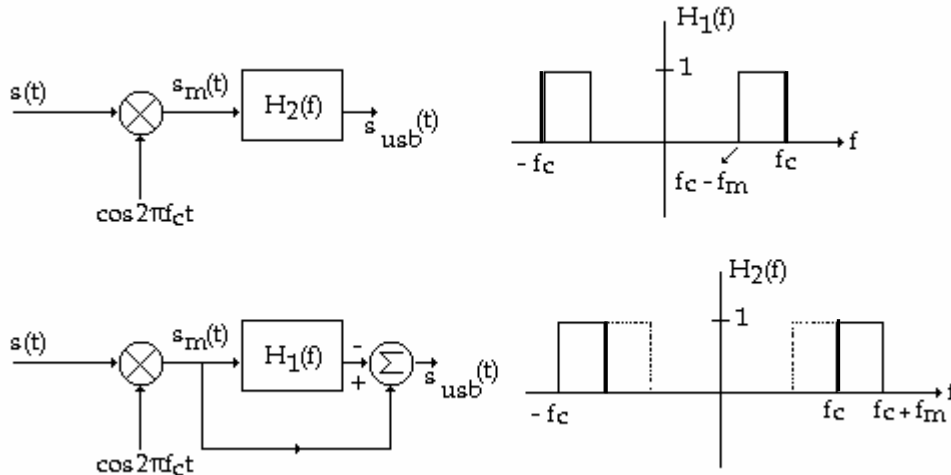
**Khối Biến Điệu Cho SSB:**

Vì băng cạnh trên và băng cạnh dưới tách biệt về tần số, các mạch lọc có thể dùng để chọn băng cạnh mong muốn. Hình 4.41, chỉ khối biến điệu cho băng cạnh dưới (LSB). Có các cách để tạo băng cạnh trên (USB). Ta có thể hoặc thay đổi dây thông của lọc BPF để chỉ nhận USB, hoặc có thể lấy hệ số giữa DSB và LSB.



Hình 4.41: Khối biến điệu cho LSB, SSB

Hình 4.42: Khối biến điệu cho USB, SSB



Các mạch lọc ở 2 hình bên phải thật chính xác, vì không có dây tần bảo vệ nào giữa băng cạnh trên và băng cạnh dưới.

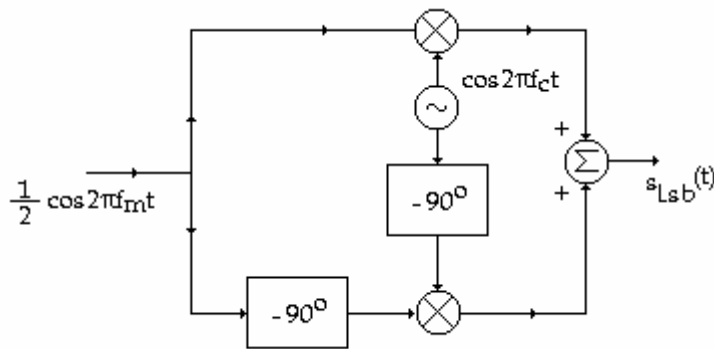
\* Một phương pháp khác tạo ra SSB. Sơ đồ khối vẽ ở hình 43 ( dùng LSB - SSB ). Giả sử s(t) là một Sinusoide thuần túy. Với trường hợp đơn giản này, sự phân tích chỉ cần đến lượng giác.

$$S(t) = \cos 2\pi f_c t$$

Sóng DSB A<sub>m</sub> có dạng:

$$\begin{aligned} s_m(t) &= \cos 2\pi f_c t + \cos 2\pi f_m t \\ &= \frac{\cos 2\pi(f_c - f_m)t + \cos 2\pi(f_c + f_m)t}{2} \end{aligned} \quad (4.23)$$

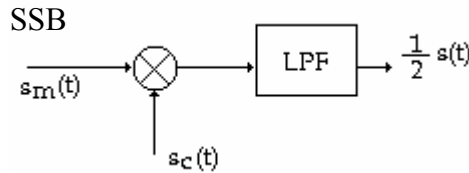
Sự nhận dạng các băng cạnh trong trường hợp đơn giản này thật rõ ràng: Số hạng thứ nhất là băng cạnh dưới, số hạng thứ nhì là băng cạnh trên.



Hình 4.43: Biến điệu cho LSB, SSB

Bây giờ ta khai triển băng cạnh dưới:

$$\begin{aligned} s_{Lsb}(t) &= \frac{\cos 2\pi(f_c - f_m)t}{2} \\ &= \frac{\cos 2\pi f_c t \cdot \cos 2\pi f_m t + \sin 2\pi f_c t \cdot \sin 2\pi f_m t}{2} \end{aligned} \quad (4.24)$$



Vậy ta có thể thấy tại sao sơ đồ khối hình 4.43 có thể tạo ra LSB. Số hạng thứ nhất của phương trình (4.24) là sóng DSB AM. Số hạng thứ nhì có được là do sự dời pha  $90^0$  cho mỗi sóng Cosine.

Sơ đồ trên đây có thể cải biến để tạo ra băng cạnh trên (USB). Chỉ cần thay bộ phận tổng bằng một bộ phận lấy hiệu số hai outputs của 2 mạch nhân.

Khối Hoàn Điều Cho SSB:

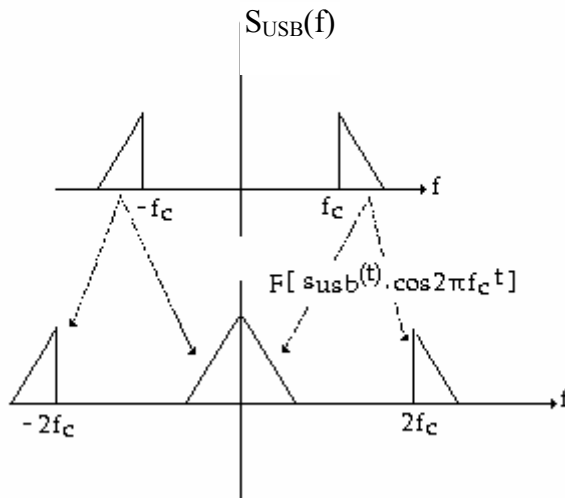
Khối hoàn điều đồng bộ hình 4.44 có thể dùng để hoàn điều SSB

Hình 4.44: Hoàn điều đồng bộ

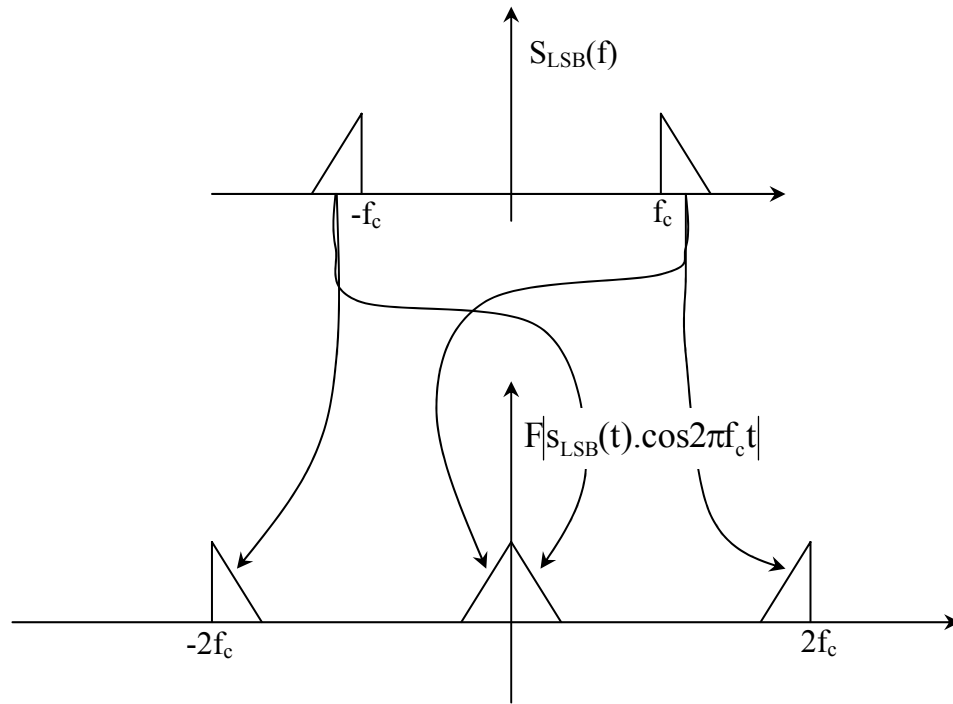
\* Về phương diện tần số, ta đã biết sự nhân cho một Sinusoide sẽ làm dời tần biến đổi  $F$  cả chiều lên và chiều xuống.

- Hình 4.45, chỉ biến đổi  $F$  của  $s_{usb}(t)$  khi nhân nó với một Sinusoide tại tần số  $f_c$ .

- Hình 4.46, chỉ kết quả tương tự đối với tín hiệu  $s_{lsb}(t)$ . Trong cả 2 trường hợp, một lọc LPF sẽ hồi phục lại bản sao của tín hiệu chứa thông tin gốc.



Hình 4.45: Biến đổi  $F$  của hoàn điều USB và SSB



Hình 4.46: Biến đổi  $F$  của hoàn điệu LSB và SSB

\* Về phương diện thời gian ta thấy:

$$f_{SSB}(t) \cos 2\pi f_c t = \frac{s(t)\cos^2 2\pi f_c t \pm s(t)\sin 2\pi f_c t + \cos 2\pi f_m t}{2} \tag{4.25}$$

Dấu + cho LSB và dấu - cho USB. Khai triển lượng giác

$$= \frac{s(t) + s(t)\cos^2 2\pi f_c t \pm s(t)\sin 4\pi f_c t}{4} \tag{4.26}$$

Output của LPF (với một input như vậy) sẽ là  $s(t)/4$

Và ta đã hoàn tất được sự hoàn điệu.

\* **Ghi chú:**  $\hat{S}(t)$  là biến đổi *Hilbert* của  $s(t)$

$$\hat{S}(t) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(\tau)}{t - \tau} d\tau. \text{ Và } s(t) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\hat{s}(\tau)}{t - \tau} d\tau$$

□ Biến đổi Hilbert của một hàm thời gian có được bằng cách quay tất cả thành phần tần số đi một góc  $90^\circ$ .

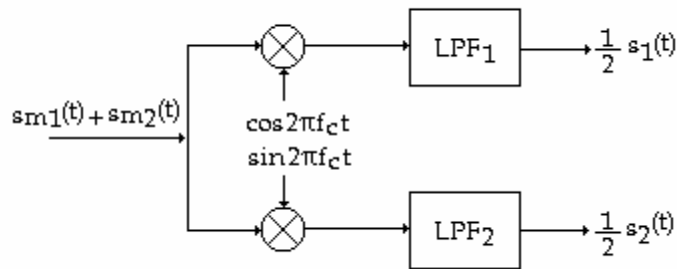
Ví dụ:  $s(t) = \cos(2\pi f_c t + \theta) \rightarrow \hat{S}(t) = \sin(2\pi f_c t + \theta)$

## BIẾN ĐIỆU ÂM TRỰC PHA:

Ta đã chứng tỏ rằng những tín hiệu không phủ nhau về tần số và thời gian thì có thể tách ra khỏi nhau. DSBAM giữ sự tách biệt về tần số và thời gian thì có thể tách biệt tần số để các kênh không bị giao thoa với nhau. Nhưng nó phải cần dùng khổ băng rộng gấp đôi SSBAM.

Tuy nhiên, trong trường hợp 2 tín hiệu DSBAM được gửi đi đồng thời mà có tần số và thời gian phủ nhau, chúng vẫn có thể tách ra tại máy thu. Thực vậy, biến điệu biên độ trực pha sẽ thực hiện được việc ấy. ( Quadrature Amplitude Modulation QAM ).





Hình 4.47: Máy thu QAM

Giả sử, có 2 tín hiệu  $s_1(t)$  và  $s_2(t)$  có tần số giới hạn nhỏ hơn  $f_m$ . Hai tín hiệu này biến điệu 2 sóng mang có tần số bằng nhau.

$$s_{1m}(t) = s_1(t) \cdot \cos 2\pi f_c t$$

$$s_{2m}(t) = s_2(t) \cdot \sin 2\pi f_c t$$

Tổng của 2 sóng:

$$AM = s_{m1}(t) + s_{m2}(t) = s_1(t) \cdot \cos 2\pi f_c t + s_2(t) \cdot \sin 2\pi f_c t$$

Mặc dù hai sóng phủ lên nhau, nhưng chúng có thể tách ra bởi máy thu như hình vẽ trên.

- Tín hiệu ngõ vào LPF<sub>1</sub>:

$$\begin{aligned} s_a(t) &= [s_1(t) \cos 2\pi f_c t + s_2(t) \sin 2\pi f_c t] \cdot \cos 2\pi f_c t \\ &= s_1(t) \cdot \cos^2 2\pi f_c t + s_2(t) \cdot \sin 2\pi f_c t \cdot \cos 2\pi f_c t \\ &= \frac{1}{2} [s_1(t) + s_1(t) \cos 4\pi f_c t + s_2(t) \sin 4\pi f_c t] \end{aligned}$$

Mạch lọc LPF<sub>1</sub> sẽ chỉ cho qua số hạng thứ nhất, là  $s_1(t)/2$

- Tín hiệu ở ngõ vào LPF<sub>2</sub>:

$$\begin{aligned} s_b(t) &= s_1(t) \cos 2\pi f_c t \cdot \sin 2\pi f_c t + s_2(t) \sin^2 2\pi f_c t \\ &= \frac{1}{2} [s_1(t) \sin 4\pi f_c t + s_2(t) - s_2(t) \cos 4\pi f_c t] \end{aligned}$$

Ngõ ra của LPF<sub>1</sub> là số hạng thứ hai,  $s_2(t)/2$

## BIẾN ĐIỀU BĂNG CẠNH SÓT ( vestigial sideband ) VSB.

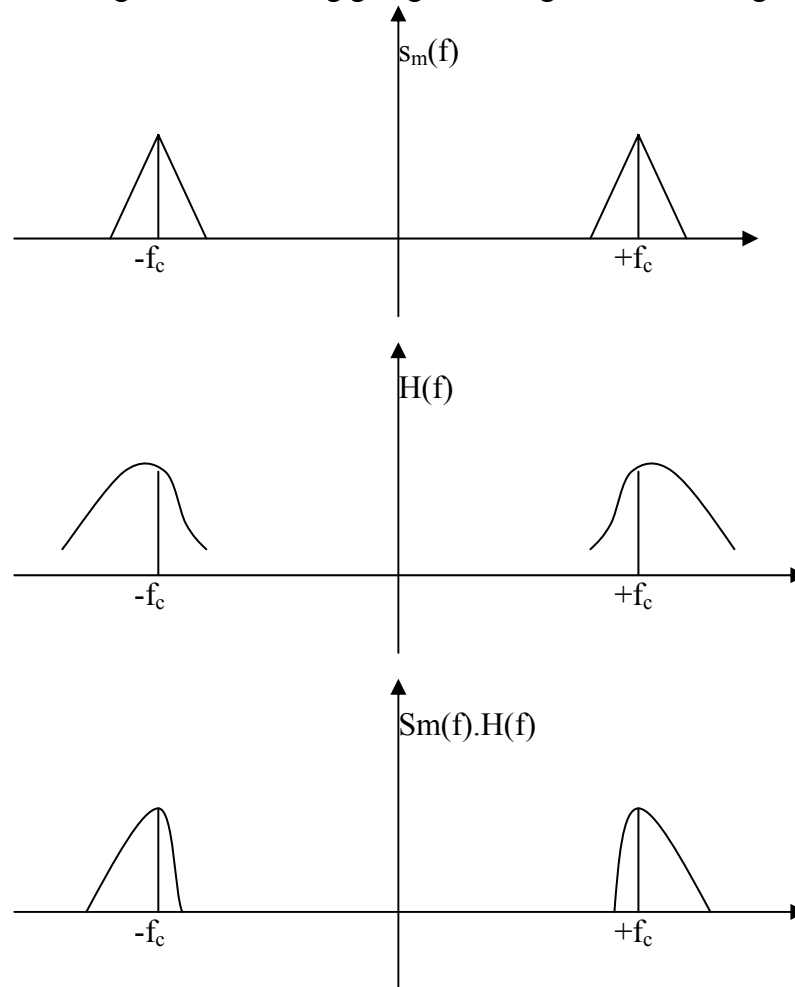
Biến điệu SSB có lợi hơn DSB về mặt sử dụng tần số. Đó là SSB chỉ dùng phân nửa khổ băng cần thiết tương ứng của DSB. Nhưng SSB có bất lợi là khó thiết kế một máy phát và một máy thu có hiệu quả. Một vấn đề nổi bật của SSB là việc thiết kế mạch lọc để loại bỏ một băng cạnh - Tính chất pha của mạch lọc sẽ tạo nên sóng dư. Việc này sẽ gây hậu quả xấu. Ví dụ, trong truyền hình, khổ băng rộng hơn trong truyền thanh (tiếng nói). Sự méo pha tín hiệu video gây nên hiệu ứng offset lên hình ảnh được quét, ( tạo ra bóng ma )- mắt người rất nhạy với dạng méo như vậy (hơn là sự méo tương tự của tiếng nói).

Vậy ta có lý do để nói đến một kiểu biến điệu nằm giữa SSB và DSB. Đó là kiểu băng cạnh sót (VSB). [ Một băng cạnh bị loại trừ không hoàn toàn bởi mạch lọc để tránh méo ].

VSB có xấp xỉ cùng khổ bằng tần với SSB và không khó thiết kế mạch hoàn điệu. Như tên gọi, VSB có chứa phần sót lại của băng cạnh thứ nhì (không loại bỏ hoàn toàn như SSB).

Hình 4.48: Biến điệu VSB

Mạch lọc được dùng cho VSB không giống như trong SSB - nó không chặt chẽ.



Hình 4.48 chỉ biến đổi của DSB, đặc tính mạch lọc và biến đổi của output.

Nếu  $S_V(f)$  là biến đổi  $\mathbf{F}$  của tín hiệu VSB, thì:

$$S_V(f) = S_m(f)H(f) = [s(f + f_c) + s(f - f_c)]H(f) \quad (4.27)$$

Output của bộ hoàn điệu đồng bộ có biến đổi:

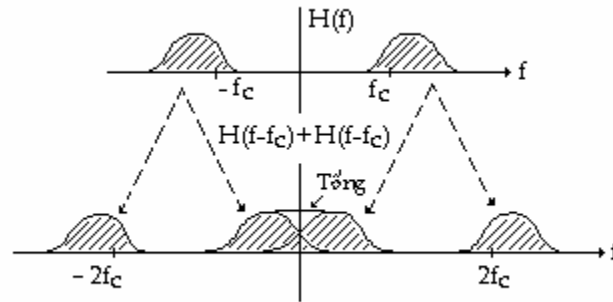
$$S_0(f) = \frac{S_V(f + f_c) + S_V(f - f_c)}{2}, \quad |f| < f_m \quad (4.28)$$

Thay (4.27) vào (4.28), ta tìm được:

$$S_0(f) = \frac{S(f)[H(f - f_c) + H(f + f_c)]}{4} \quad (4.29)$$

Phương trình (4.29) được dùng để đặt các điều kiện cho mạch lọc.

Tổng nằm trong [ ] được vẽ ở hình 4.49. Với một  $H(f)$  tiên biểu.



Hình 4.49: Lọc BPF cho VBS

Giả sử rằng một số hạng sóng mang được cộng vào (TCAM). Sóng mang được truyền VSB có dạng

$$s_v(t) + A \cos 2\pi f_c t$$

Số hạng sóng mang này được rút ra tại máy thu bằng cách dùng hoặc một lọc băng rất hẹp hoặc một vòng khóa pha. Nếu số hạng sóng mang đủ lớn, có thể dùng tách sóng bao hình [ ta đã thấy điều đó ở SSB. Ở đó, sóng mang lớn hơn nhiều so với tín hiệu. Còn ở DSB, sóng mang chỉ cần lớn cùng cỡ với tín hiệu. Đối với VBS, Biên độ sóng mang thì nằm giữa 2 kiểu ấy ].

Khi cộng một sóng mang vào, hiệu suất sẽ giảm. Sự dễ dàng trong việc thiết kế một mạch tách sóng bao hình khiến hệ này được chọn dùng trong truyền hình.

## AM STEREO.

Ta chỉ giới thiệu những điểm chủ yếu về AM stereo. Sự phân giải sâu hơn cần đến những hiểu biết về biến điệu pha, mà ta sẽ nói ở chương 5.

Nguyên lý AM Stereo là gửi 2 tín hiệu audio độc lập trong khổ băng 10kHz nằm trong mỗi đài phát thanh thương mại. Những hiệu chỉnh cần thiết để có thể tương thích với các máy thu mono đang hiện hữu (nếu 2 tín hiệu biểu diễn cho 2 kênh trái và phải, thì một máy thu mono phải hồi phục tổng của 2 tín hiệu này).

Nếu 2 tín hiệu kí hiệu là  $S_L(t)$  và  $S_R(t)$ , tín hiệu tổng hợp có thể viết :

$$q(t) = s_L(t) \cos 2\pi f_c t + s_R(t) \sin 2\pi f_c t \tag{4.30}$$

Nếu cả 2 tín hiệu  $S_L(t)$  và  $S_R(t)$  là tín hiệu audio với tần số tối đa là 5kHz,  $q(t)$  chiếm đầy tần giữa  $f_c - 5\text{kHz}$  đến  $f_c + 5\text{kHz}$ . (khổ băng tổng cộng là 10kHz).

Tín hiệu tổng hợp có thể viết lại như là một Sinusoide duy nhất:

$$q(t) = A(t) \cos[2\pi f_c t + \theta(t)] \tag{4.31}$$

Trong đó:  $A(t) = \sqrt{s_L^2(t) + s_R^2(t)}$

$$\theta(t) = -\tan^{-1} \left[ \frac{s_R(t)}{s_L(t)} \right]$$

Mạch tách sóng bao hình trong một máy thu mono sẽ tạo  $A(t)$ . Đó là một phiên bản bị méo của tổng của 2 kênh và không cần cho yêu cầu tương thích.

Hình 4.50 Chi sơ đồ của khối biến điệu và hoàn điệu. Khối vẽ chấm chấm là một vòng khóa pha, được dùng để hồi phục sóng mang. Output của vòng khóa pha là  $\cos(2\pi f_c t - 45^\circ)$

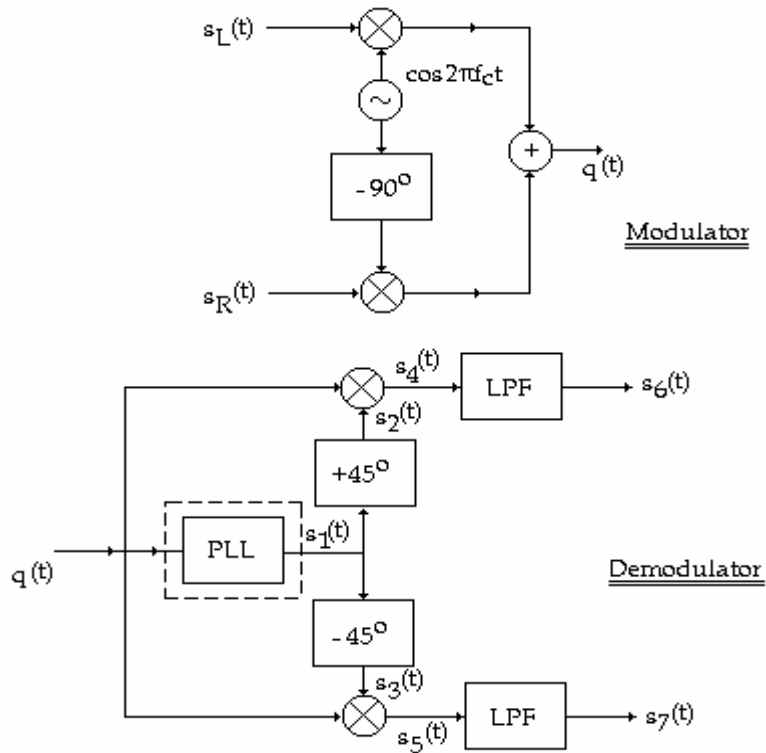
Các hàm thời gian khác được ghi trong hình là:

$$s_1(t) = (2\pi f_{CT} - 45^\circ)$$

$$s_2(t) = \cos 2\pi f_{CT} t$$

$$s_3(t) = \sin 2\pi f_{CT} t$$

$$s_4(t) = s_L(t) \cos^2 2\pi f_{CT} t + s_R(t) \sin 2\pi f_{CT} t + \cos 2\pi f_{CT} t$$



$$s_5(t) = s_L(t) \sin 2\pi f_{CT} t \cos 2\pi f_{CT} t + s_R(t) \sin^2 2\pi f_{CT} t$$

$$s_6(t) = \frac{s_L(t)}{2}$$

$$s_7(t) = \frac{s_R(t)}{2}$$

Hình 4.50: Hệ thống AM STEREO

$$= 1/2 s_L(t)$$

