

## MỤC LỤC

<b>CHƯƠNG I - MỞ ĐẦU.....</b>	<b>3</b>
I.1. Giới thiệu.....	3
I.2. Mô hình truyền thông.....	3
I.3. Các tác vụ truyền thông.....	4
I.4. Truyền dữ liệu.....	6
I.5. Mạng truyền dữ liệu.....	7
I.5.1. Mạng diện rộng.....	8
I.5.2. Mạng nội bộ.....	11
I.6. Sự chuẩn hóa.....	12
I.7. Mô hình OSI.....	12
<b>CHƯƠNG II – TRUYỀN DỮ LIỆU.....</b>	<b>17</b>
II.1. Một số khái niệm và thuật ngữ.....	17
II.1.1. Một số thuật ngữ truyền thông.....	17
II.1.2. Tần số, phổ và dải thông.....	18
2.1. Biểu diễn tín hiệu theo miền thời gian.....	18
2.2. Biểu diễn tín hiệu theo miền tần số.....	19
II.2. Truyền dữ liệu tương tự và dữ liệu số .....	27
II.2.1. Dữ liệu.....	27
II.2.2. Tín hiệu.....	30
II.2.3. Mối quan hệ giữa dữ liệu và tín hiệu.....	32
II.2.4. Công nghệ truyền.....	33
II.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tín hiệu.....	36
II.3.1. Sự suy giảm cường độ tín hiệu.....	37
II.3.2. Méo do trễ.....	38
II.3.3. Nhiễu.....	38
II.3.4. Khả năng truyền tải của kênh truyền.....	42
<b>CHƯƠNG III - CÁC MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DẪN.....</b>	<b>47</b>
III.1. Tổng quan.....	47
III.2. Môi trường truyền.....	48
III.2.1. Môi trường truyền định hướng.....	49
1.1. Đôi dây xoắn.....	49
1.2. Cáp UTP .....	49
1.3. Cáp STP.....	50
1.4. Cách đấu nối.....	50
1.5. Cáp đồng trục.....	51
1.6. Cáp quang.....	51
III.2.2. Môi trường truyền không định hướng.....	54
<b>CHƯƠNG IV - MÃ HÓA VÀ ĐIỀU CHẾ DỮ LIỆU.....</b>	<b>56</b>
IV.1 Dữ liệu số, tín hiệu số.....	57
IV.1.1 Mã NRZ .....	59
IV.1.2. Mã nhị phân đa mức .....	60
IV.1.3. Mã đảo pha (biphase).....	62
IV.1.4. Tốc độ điều chế.....	64
IV.2. Dữ liệu số, tín hiệu tương tự.....	65
<b>CHƯƠNG V - GIAO DIỆN GIAO TIẾP DỮ LIỆU.....</b>	<b>69</b>
V.1. Các phương pháp truyền số liệu .....	69

V.2. Giao diện ghép nối.....	69
V.2.1. Giao tiếp RS 232D/V24.....	69
V.2.2. Giao tiếp RS-232C.....	74
<b>CHƯƠNG VI - ĐIỀU KHIỂN LIÊN KẾT DỮ LIỆU.....</b>	<b>76</b>
VI.1. Kiểm soát lỗi.....	76
VI.2. Điều chỉnh thông lượng.....	76
VI.2.1. Cơ chế cửa sổ.....	76
VI.2.2. Quá trình trao đổi số liệu giữa hai máy A và B.....	77
VI.2.3. Vận chuyển liên tục .....	77
VI.3. Giao thức BSC và HDLC.....	78
VI.3.1. Giao thức BSC .....	78
1.1. Tập ký tự điều khiển .....	79
1.2. Dạng bản tin.....	79
1.3. Trao đổi bản tin.....	79
VI.3.2. Giao thức HDLC (High level data link control).....	80
2.1. Dạng bản tin.....	80
2.2. Từ điều khiển.....	80
2.3. Trao đổi bản tin.....	81
VI.4. Đặc tả giao thức .....	82
VI.5. Các giao thức điều khiển truy nhập phương tiện truyền.....	82
VI.5.1. Truy nhập CSMA /CD .....	82
VI.5.2. Token bus.....	83
VI.5.3. Token Ring.....	83
VI.5.4. DQDB.....	84
VI.5.5. Wireless (802.11).....	85
5.5.1 Vấn đề tránh xung đột trong mạng không dây .....	86
5.5.2. ChuNh 802.11 .....	86
5.5.3. Hệ thống phân tán .....	86
<b>CHƯƠNG VII - TỔNG QUAN VỀ GHÉP KÊNH.....</b>	<b>88</b>
VII.1. Bộ tập trung .....	88
VII.2. Bộ phân đường .....	88
VII.3. Dồn kênh theo tần số .....	89
VII.4. Dồn kênh theo thời gian .....	90
VII.5. Phân đường thời gian theo thống kê.....	90

## CHƯƠNG I - MỞ ĐẦU

### I.1. Giới thiệu

Sự kết hợp giữa ngành khoa học máy tính (computer science) và kỹ thuật truyền số liệu (data communication) từ những năm 70 và 80 của thế kỷ 20 đã làm thay đổi một cách toàn diện công nghệ, sản phẩm của các công ty trong công nghiệp công nghệ thông tin và truyền thông. Mặc dù cuộc cách mạng này vẫn tiếp tục nhưng có thể khẳng định rằng cuộc cách mạng này đã xảy ra và bất kỳ một nghiên cứu hoặc điều tra nào về lĩnh vực truyền số liệu đều nằm trong ngữ cảnh này.

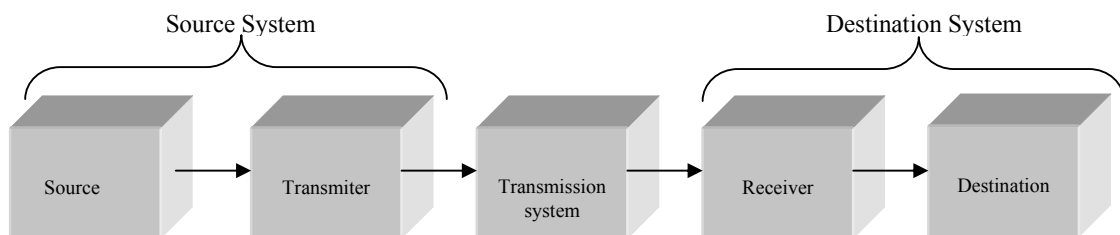
Cuộc cách mạng máy tính - truyền thông đã làm xuất hiện một số thực tế sau:

- Không còn sự phân biệt cơ bản giữa việc xử lý dữ liệu (máy tính) và việc truyền số liệu (công nghệ truyền và thiết bị chuyển mạch).
- Không còn sự phân biệt giữa truyền thông dữ liệu, tiếng nói hay video.
- Ranh giới giữa máy tính đơn bộ vi xử lý (single-processor computer), máy tính đa bộ vi xử lý (multi-processor computer), mạng nội bộ (local network), mạng đô thị (metropolitan network) và mạng diện rộng (long-haul network) ngày càng bị mờ đi.

Một hiệu ứng của những xu hướng phát triển này là sự phát triển giao thoa giữa công nghiệp máy tính và công nghiệp truyền thông, từ việc sản xuất các thành phần riêng rẽ đến các hệ thống tích hợp (system integration). Một kết quả khác là sự phát triển của các hệ thống tích hợp có thể truyền và xử lý tất cả các loại dữ liệu và thông tin khác nhau. Ngày nay, cả các tổ chức chuẩn hoá kỹ thuật (technical-standards organizations) lẫn công nghệ đều đang hướng về hình thành một hệ thống công cộng đơn giản tích hợp mọi kiểu truyền thông và tạo ra khả năng truy xuất và xử lý mọi nguồn dữ liệu từ khắp nơi trên thế giới một cách dễ dàng và đồng nhất.

### I.2. Mô hình truyền thông

Chúng ta sẽ bắt đầu bằng một mô hình truyền thông đơn giản, được minh hoạ bằng sơ đồ khối trên hình vẽ 1.a.



Hình 1a



Hình 1b

Mục đích cơ bản của một hệ thống truyền thông là trao đổi dữ liệu giữa 2 thực thể. Hình vẽ 1.b biểu diễn một ví dụ đặc biệt. Đây là mô hình truyền thông giữa một

máy trạm và một máy chủ qua hệ thống mạng điện thoại công cộng (public telephone network). Một ví dụ khác là sự trao đổi tín hiệu tiếng nói (voice signals) giữa 2 máy điện thoại qua cùng hệ thống mạng này. Các thành phần cơ bản của mô hình này bao gồm:

- **Thiết bị nguồn (Source):** Thiết bị này sẽ sinh ra dữ liệu để truyền; ví dụ như là các máy điện thoại hay các máy tính cá nhân.

- **Thiết bị truyền (Transmitter):** Thông thường, dữ liệu do hệ thống thiết bị nguồn sinh ra sẽ không được truyền trực tiếp theo dạng mà nó sinh ra. Thay vào đó, thiết bị truyền sẽ chuyển đổi và mã hoá thông tin này bằng cách sinh ra các tín hiệu điện từ (electro-magnetic signals) để có thể truyền đi được qua nhiều loại hệ thống truyền. Ví dụ, một modem sẽ lấy các bit tín hiệu số từ thiết bị kết nối với nó, chẳng hạn như máy tính cá nhân, sau đó chuyển chuỗi bit này vào trong một tín hiệu tín hiệu tương tự (analog signal) được sử dụng để truyền đi trong hệ thống mạng điện thoại.

- **Hệ thống truyền (Transmission System):** Có thể là một đường truyền đơn giản hoặc một hệ thống mạng phức tạp kết nối thiết bị nguồn và thiết bị đích.

- **Thiết bị thu (Receiver):** Thiết bị thu sẽ nhận tín hiệu từ hệ thống truyền và chuyển đổi nó thành dạng mà các thiết bị đích có thể quản lý được. Ví dụ, một modem sẽ nhận một tín hiệu tương tự đến từ một mạng hoặc một đường truyền đơn, sau đó chuyển đổi nó thành chuỗi bit số.

- **Thiết bị đích (Destination):** Nhận dữ liệu từ thiết bị thu.

### **I.3. Các tác vụ truyền thông**

Các mô tả về mô hình truyền thông trong mục 2 thực chất đã che giấu đi sự phức tạp rất lớn về mặt kỹ thuật. Bảng 1.1 sẽ cho thấy được phạm vi thực tế của sự phức tạp này bằng cách liệt kê các tác vụ chính phải thực hiện trong một hệ thống truyền thông. Các tác vụ này đôi khi có thể thêm vào hoặc kết hợp lại tuy nhiên nó thể hiện những nội dung chính mà môn học này sẽ đi qua.

Sử dụng hệ thống truyền (Transmission system utilization)	Ghép nối (Interfacing)	Phát sinh tín hiệu (Signal generation)
Đồng bộ hoá (Synchronization)	Quản lý trao đổi (Exchange Management)	Phát hiện và sửa chữa lỗi (Error detection and correction)
Điều khiển luồng (Flow control)	Đánh địa chỉ (Addressing)	Định tuyến (Routing)
Phục hồi (Recovery)	Định dạng thông điệp (Message formatting)	Bảo mật (Security)
Quản trị mạng (Network Management)		

**Bảng 1.1 Các tác vụ truyền thông**

- **Sử dụng hệ thống truyền:** Thường được xem như việc sử dụng một cách hiệu quả các phương tiện truyền thông (transmission facilities) mà thông thường được chia sẻ cho một số lượng các thiết bị truyền thông. Nhiều kỹ thuật dồn kênh (multiplexing) được sử dụng để phân bổ khả năng truyền tổng cộng (total capacity) của một môi trường truyền cho nhiều người sử dụng. Đồng thời, cũng phải có các kỹ thuật điều khiển tắc nghẽn để đảm bảo rằng hệ thống không bị lỗi bởi có quá nhiều các yêu cầu dịch vụ truyền thông xảy ra đồng thời.

- **Ghép nối:** Để truyền thông được, một thiết bị phải được ghép nối vào một hệ thống truyền.

- **Phát sinh tín hiệu:** Tất cả các dạng truyền thông được đề cập đến ở môn học này cuối cùng đều phụ thuộc vào việc sử dụng các tín hiệu điện từ được truyền qua một môi trường truyền. Do đó, khi ghép nối đã được thành lập, quá trình truyền thông yêu cầu phải có tín hiệu được phát ra. Các tính chất của tín hiệu, chẳng hạn như dạng (form) và cường độ (intensity) phải thỏa mãn 2 điều kiện

+ (1): Chúng có khả năng truyền được qua hệ thống truyền.

+ (2): Thiết bị thu (receiver) phải có khả năng hiểu được (interpretable) dữ liệu.

- **Đồng bộ hoá:** Không chỉ có việc phát sinh tín hiệu phải phù hợp với yêu cầu của hệ thống truyền và thiết bị thu mà tín hiệu phải được đồng bộ hoá (synchronization) giữa thiết bị truyền và thiết bị thu. Thiết bị thu phải có khả năng xác định được khi nào tín hiệu bắt đầu đến và kết thúc. Đồng thời thiết bị thu cũng phải biết được khoảng thời gian (duration) của mỗi thành phần tín hiệu diễn ra bao lâu.

- **Quản lý trao đổi:** Ngoài vấn đề chính là quyết định đặc tính tự nhiên và thời gian của tín hiệu, còn có một loạt các yêu cầu để truyền thông giữa hai thực thể được tập hợp lại dưới thuật ngữ quản lý trao đổi (exchange management). Nếu dữ liệu được trao đổi theo cả 2 chiều trong một khoảng thời gian thì cả 2 thực thể phải hợp tác hoạt động. Ví dụ, khi 2 người tham gia vào một cuộc hội thoại qua điện thoại, một người phải quay số (dial number) của người kia sinh ra tín hiệu với kết quả là chuông của người được gọi sẽ kêu. Người được gọi hoàn tất một kết nối bằng cách nhấc máy. Với các thiết bị xử lý dữ liệu, ngoài việc thiết lập kết nối, còn yêu cầu phải có các quy ước đối với cả hai bên tham gia vào quá trình truyền thông. Các quy ước này có thể là có cho phép cả hai bên có thể truyền đồng thời hay không, lượng dữ liệu được phép gửi đi tại một thời điểm là bao nhiêu, định dạng của dữ liệu ra sao hoặc phải làm gì khi có tác động của các sự kiện ngẫu nhiên chẳng hạn như lỗi sinh ra.

- **Phát hiện và sửa lỗi:** Hai tác vụ này có thể được ghép vào tác vụ quản lý trao đổi nhưng tầm quan trọng của chúng đủ để tách thành các tác vụ riêng. Trong mọi hệ thống truyền thông đều có khả năng tiềm ẩn của lỗi; các tín hiệu được truyền đi sẽ bị méo qua khoảng cách truyền trước khi đến đích. Vấn đề phát hiện và sửa lỗi được yêu cầu đối trong các ứng dụng mà không chấp nhận lỗi và đó thường là các hệ thống xử lý dữ liệu. Ví dụ, trong quá trình truyền một file từ một máy tính này đến một máy tính khác, việc nội dung file bị thay đổi một cách ngẫu nhiên là không thể chấp nhận được.

- **Điều khiển luồng:** Là kỹ thuật đảm bảo sao cho tốc độ gửi tin của thiết bị truyền không nhanh hơn tốc độ nhận tin của thiết bị thu. Hay nói cách khác là điều khiển luồng để đảm bảo máy thu không bỏ qua bất kỳ phần dữ liệu nào từ máy phát gửi đến do không có đủ tài nguyên để lưu giữ. Nếu hai thiết bị hoạt động với tốc độ khác nhau,

chúng ta thường phải điều khiển ngõ ra của thiết bị tốc độ cao hơn để ngăn chặn trường hợp tắc nghẽn trên mạng.

- **Đánh địa chỉ và định tuyến:** Khi phương tiện truyền thông được nhiều thiết bị chia sẻ, một hệ thống nguồn phải xác định được một cách chính xác hệ thống đích là hệ thống nào và chỉ có hệ thống đích đó mới có thể nhận dữ liệu. Hơn nữa, một hệ thống truyền thông thường là một mạng với rất nhiều con đường truyền khác nhau. Vấn đề định tuyến cho phép lựa chọn một con đường đi thích hợp trong hệ thống mạng truyền thông.

- **Phục hồi:** Phục hồi là một khái niệm khác với khái niệm sửa lỗi (error correction). Các kỹ thuật phục hồi cần thiết trong những tình huống đang trao đổi thông tin (information exchange), chẳng hạn như giao dịch cơ sở (base transaction) hoặc truyền file thì bị ngắt giữa chừng do lỗi ở một nơi nào đó trong hệ thống. Kỹ thuật phục hồi phải khôi phục lại được hành động tại trước thời điểm xảy ra lỗi hoặc ít ra cũng phải phục hồi lại trạng thái của các hệ thống tại thời điểm trước khi bắt đầu tiến trình truyền thông.

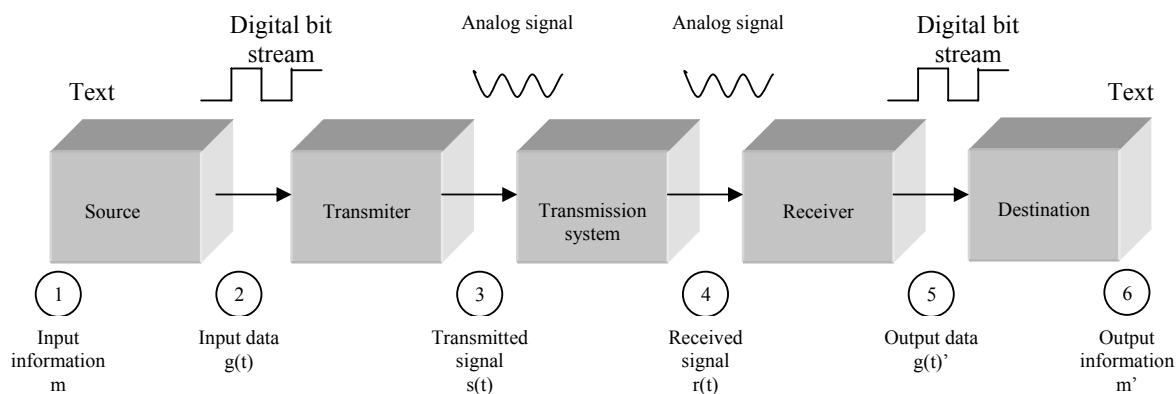
- **Định dạng thông điệp:** Là sự thoả thuận trước về mẫu của dữ liệu sẽ được trao đổi hoặc truyền giữa hai thực thể tham gia vào quá trình truyền thông. Ví dụ như cả hai bên đều sử dụng cùng một loại mã nhị phân cho các ký tự.

- **Bảo mật:** Bảo mật là một yếu tố rất quan trọng trong các hệ thống truyền thông. Người gửi dữ liệu phải được đảm bảo rằng chỉ có người nhận hợp lệ mới nhận được dữ liệu thực sự và người nhận phải được đảm bảo rằng dữ liệu nhận được không bị sửa đổi bởi bất cứ một thành phần nào khác người gửi.

- **Quản trị mạng:** Một hệ thống truyền thông là một hệ thống phức tạp mà nó không thể tự mình tạo ra và vận hành được. Các công việc quản trị mạng cần thiết để cấu hình hệ thống, theo dõi các trạng thái của hệ thống, tìm các điểm lỗi và quá tải hoặc tắc nghẽn, và lập kế hoạch một cách thông minh cho việc phát triển hệ thống trong tương lai.

#### I.4. Truyền dữ liệu

Để xem xét vấn đề truyền dữ liệu một cách cụ thể, ta hãy xét ví dụ về hệ thống thư điện tử (electronic mail).



Hình 1.2 Mô hình truyền dữ liệu đơn giản

Giả sử rằng thiết bị vào (input device) và thiết bị truyền (transmitter) là các thành phần của một máy tính cá nhân. Một người sử dụng của PC này muốn gửi một thông điệp tới một người sử dụng khác, chẳng hạn như “Kế hoạch họp ngày 25 tháng 3 bị huỷ bỏ” (m). Người sử dụng sẽ kích hoạt ứng dụng thư điện tử trên PC và nhập thông báo này vào qua bàn phím (thiết bị vào). Chuỗi ký tự này được lưu trữ trên bộ nhớ chính. Ta có thể xem nó như là một trình tự các bit (g) trong bộ nhớ. Máy tính cá nhân được kết nối vào môi trường truyền, chẳng hạn như mạng nội bộ hoặc đường điện thoại bằng một thiết bị vào ra (I/O device) hay thiết bị truyền (transmitter) chẳng hạn như card mạng hay modem. Dữ liệu vào được truyền tới thiết bị truyền bằng một trình tự biến đổi hiệu điện thế (voltage shift)  $[g(t)]$  trên cáp nối giữa máy tính và thiết bị truyền. Thiết bị truyền được kết nối trực tiếp vào môi trường truyền và chuyển đổi dòng tín hiệu vào  $[g(t)]$  thành tín hiệu  $[s(t)]$  phù hợp để truyền được trong môi trường truyền. Quá trình này được mô tả một cách chi tiết trong Chương 4.

Tín hiệu được truyền  $s(t)$  trên môi trường truyền sẽ chịu tác động ảnh hưởng đến chất lượng bởi một số yếu tố trước khi đến được đích. Quá trình này sẽ được thảo luận trong Chương 2. Do đó, tín hiệu thu được  $r(t)$  có thể khác so với tín hiệu truyền  $s(t)$ . Thiết bị thu sẽ cố gắng ước lượng tín hiệu gốc  $s(t)$  trên cơ sở  $r(t)$  và các kiến thức của nó về môi trường truyền và sinh ra một trình tự các bit  $g'(t)$ . Các bit này sẽ được gửi đến máy tính cá nhân của người nhận, tại đó chúng được lưu trữ tạm trong bộ nhớ như là một khối các bit (g). Trong nhiều trường hợp, hệ thống đích sẽ cố gắng xác định nếu có lỗi xảy ra và nếu có thể, nó sẽ cộng tác với hệ thống nguồn để loại bỏ lỗi đối với dữ liệu. Dữ liệu sau đó sẽ được biểu diễn cho người nhận thấy qua thiết bị ra (output device) chẳng hạn như màn hình hoặc máy in. Thông điệp ( $m'$ ) mà người nhận nhìn thấy thường là bản copy chính xác của thông điệp gốc (m).

Bây giờ, ta hãy xét đến một cuộc hội thoại qua điện thoại. Trong trường hợp này, đầu vào của điện thoại là một thông điệp (m) ở dạng sóng âm thanh. Sóng âm thanh được máy điện thoại chuyển đổi thành tín hiệu điện từ có cùng tần số. Tín hiệu này sẽ được truyền mà không có thêm sự thay đổi nào qua đường truyền điện thoại. Do đó, tín hiệu vào  $s(t)$  và tín hiệu truyền  $g(t)$  là đồng nhất. Tín hiệu  $s(t)$  sẽ bị suy giảm chất lượng (méo) trong quá trình truyền qua môi trường truyền, vì vậy  $r(t)$  sẽ có thể khác so với  $s(t)$ . Sau đó,  $r(t)$  được chuyển đổi ngược lại thành dạng sóng âm mà không có bất cứ một quá trình sửa lỗi hoặc tăng cường chất lượng của tín hiệu. Do đó thông điệp  $m'$  không là bản copy chính xác của thông điệp gốc m. Tuy nhiên, thông điệp âm thanh nhận được thường vẫn có thể hiểu được đối với người nghe.

Vấn đề cần quan ở đây chính là các yếu tố liên quan tới phẩm chất của 1 hệ thống truyền:

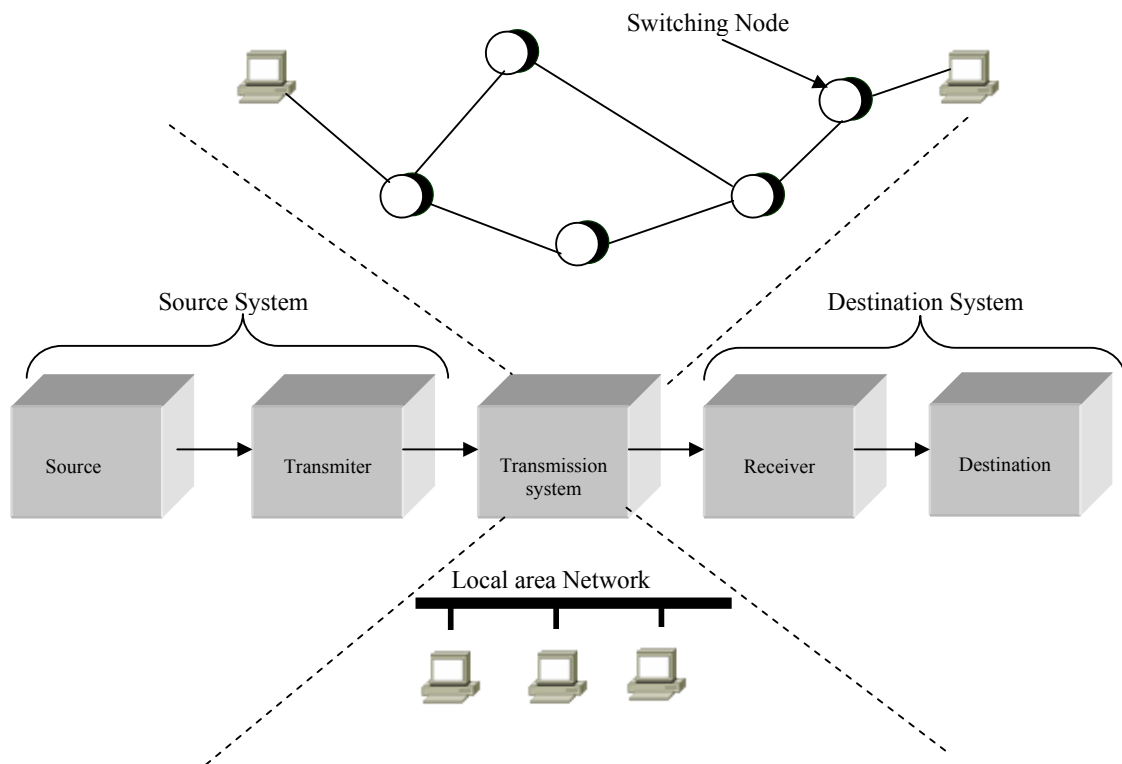
- Để truyền dữ liệu hiệu quả các chủ thể phải hiểu được thông điệp. Nơi thu nhận phải biên dịch thông điệp 1 cách chính xác.
- Tính chính xác 1 hệ thống bị xác định và giới hạn bởi nguồn tin, môi trường truyền và đích thu.
- Hiện tượng nhiễu có thể xảy ra trong quá trình truyền dữ liệu. Khi đó thông điệp sẽ bị đứt đoạn trong quá trình truyền.

Một số kỹ thuật khác có liên quan đến truyền thông dữ liệu bao gồm các kỹ thuật điều khiển liên kết dữ liệu (data-link control techniques) để điều khiển luồng dữ liệu, phát hiện và sửa lỗi và các kỹ thuật dồn kênh làm tăng hiệu quả truyền thông cũng được thảo luận trong các chương tiếp theo của môn học này.

### I.5. Mạng truyền dữ liệu

Một mạng truyền số liệu là một mạng bao gồm các máy tính hay các hệ thống máy tính có sự trao đổi thông tin với nhau thông qua các phương tiện truyền số liệu khác nhau. Các phương tiện truyền này là khác nhau bởi vì bản chất tự nhiên của ứng dụng, bởi số lượng các máy tính, bởi khoảng cách vật lý. Nó là mạng sử dụng một trong số các môi trường truyền kết nối kiểu điểm - điểm (point – to – point). Mạng này có thể là một (hoặc cả hai) trong số các trường hợp sau:

- Các thiết bị có khoảng cách rất xa nhau. Chi phí giá thành cho một kết nối chuyên dụng (dedicated link) giữa các thiết bị này là cực đắt.
- Có một tập các thiết bị, mỗi một thiết bị có thể yêu cầu một liên kết tới nhiều thiết bị khác tại các thời điểm khác nhau. Ngoại trừ trường hợp có quá ít thiết bị, trên thực tế không thể xây dựng được tất cả các kết nối chuyên dụng cho mỗi một thiết bị trong một mạng kiểu như thế này.



Hình 1.3

Lời giải cho bài toán này là gắn mỗi một thiết bị vào một mạng truyền thông. Hình 3 có quan hệ với mô hình truyền thông ở Hình 1 và mô tả hai nhóm mạng truyền thông chính được phân loại bằng phương pháp truyền thống đó là: Mạng diện rộng (WAN-Wide Area Network) và mạng nội bộ (LAN – Local Area Network). Sự khác biệt của hai loại mạng này nằm ở khía cạnh công nghệ và ứng dụng ngày càng bị mờ đi trong những năm gần đây. Tuy nhiên việc phân loại theo kiểu này vẫn có ích khi tổ chức để thảo luận.

#### I.5.1. Mạng diện rộng

Theo phương pháp phân loại truyền thống, mạng diện rộng là loại mạng có phạm vi trải rộng theo khoảng cách địa lý thường được phát triển dựa trên các hệ thống



chuyển mạch công cộng. Thông thường, một mạng WAN bao gồm một số lượng các nút chuyển mạch được kết nối với nhau ở trong. Một cuộc truyền thông từ bất kỳ một thiết bị nguồn nào sẽ được định tuyến thông qua các nút phía trong để đi đến thiết bị đích. Các nút này (bao gồm cả các nút biên) không quan tâm đến nội dung của dữ liệu mà thay vào đó, mục đích chính của chúng là cung cấp một cơ chế chuyển mạch (switching) để chuyển dữ liệu từ nút này đến nút khác trước khi dữ liệu đến được đích cuối cùng của chúng.

Theo truyền thống, mạng WAN được thực hiện bằng cách dựa vào một trong hai công nghệ là chuyển mạch kênh (circuit switching) và chuyển mạch gói (packet switching). Gần đây, các mạng Frame Relay và ATM đã phát triển và đóng góp những vai trò quan trọng trong công nghệ mạng diện rộng.

#### ❖ ***Chuyển mạch kênh (Circuit Switching)***

Trong một mạng chuyển mạch kênh, một đường truyền thông xác định được thiết lập giữa hai trạm thông qua các nút trong mạng. Con đường này một thứ tự kết nối các liên kết vật lý giữa các nút. Trên mỗi một liên kết, một kênh logic được xác định cho kết nối này. Dữ liệu do trạm nguồn sinh ra được truyền dọc theo con đường xác định một cách nhanh nhất có thể. Tại mỗi một nút, dữ liệu vào được định tuyến hay chuyển mạch vào kênh ra thích hợp mà không có thời gian trễ. Ví dụ dễ thấy nhất về mạng chuyển mạch kênh là mạng điện thoại.

#### ❖ ***Chuyển mạch gói (Packet Switching)***

Có một cách tiếp cận khác được sử dụng là mạng chuyển mạch gói. Trong trường hợp này, không cần thiết phải đề ra trước một dung lượng của đường truyền xác định dọc theo một con đường qua mạng. Thay vào đó, dữ liệu được gửi đi theo một trình tự các gói nhỏ (small chunk) gọi là các gói. Mỗi một gói được truyền qua mạng từ nút này đến nút khác theo nhiều con đường dẫn từ trạm nguồn đến trạm đích. Tại mỗi một nút, khi nhận được toàn bộ gói, sau một khoảng thời gian lưu lại ngắn, gói này sẽ được tiếp tục truyền tới nút tiếp theo. Các mạng chuyển mạch gói thông thường được sử dụng trong truyền thông từ máy tính đến máy tính.

#### ❖ ***Frame Relay***

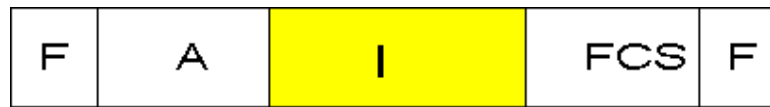
Chuyển mạch gói đã được phát triển tại thời điểm khi mà công nghệ truyền số trên khoảng cách rất xa thường có tỷ suất gặp lỗi lớn. Kết quả là, tại mỗi một gói tin phải có một phần thông tin nhất định dành cho việc kiểm soát và điều khiển lỗi. Phần thông tin thêm vào này làm nảy sinh vấn đề dư thừa so với dữ liệu gốc và yêu cầu thêm thời gian xử lý tại mỗi nút để phát hiện và sửa lỗi cũng như tại trạm đầu cuối khi nhận được gói tin.

Với các hệ thống truyền thông tốc độ cao hiện đại ngày nay, phần thông tin thêm vào để kiểm soát lỗi này trở thành không cần thiết và trở thành phản tác dụng (counter productive). Nó là không cần thiết bởi vì tỷ suất lỗi của hệ thống sẽ rất nhỏ và các lỗi nếu có sẽ được phát hiện và xử lý ở tầng logic hoạt động phía trên tầng chuyển mạch gói tại các trạm cuối. Nó là phản tác dụng bởi vì nó chiếm giữ một phần đáng kể dung lượng đường truyền trong khi không có ý nghĩa về mặt dữ liệu thực.

Công nghệ Frame Relay được phát triển để tận dụng các ưu điểm của các môi trường truyền tốc độ cao và tỷ suất lỗi nhỏ. Trong khi các mạng chuyển mạch gói nguyên thủy được thiết kế với tốc độ truyền dữ liệu ở phía người sử dụng đầu cuối là 64 Kbps thì các mạng Frame Relay được thiết kế để hoạt động một cách hiệu quả với

tốc độ truyền dữ liệu ở phía người sử dụng đầu cuối là 2 Mbps. Nhân tố chính giúp nâng cao tốc độ truyền dữ liệu của Frame Relay là loại bỏ được phần thông tin thêm vào để kiểm soát lỗi của công nghệ chuyển mạch gói.

Cấu trúc khung của Frame relay:



**Hình 1.4 Cấu trúc khung của Frame Relay**

Cấu trúc khung của Frame Relay (Hình vẽ 1.4) hoàn toàn tương tự như X25 chỉ khác là khung này có trường địa chỉ A dài hơn (2byte) và không có trường lệnh C vì ở Frame relay không có thủ tục hỏi đáp. Tuy nhiên trên thực tế không có một cuộc nối nào hoàn hảo tới mức tuyệt đối, thu phát không có một lỗi nhỏ, vì vậy vẫn phải cần tới trường FCS để phân tích được các Frame có lỗi cũng như theo dõi được số thứ tự của chúng.

Cấu trúc của một khung có các phần sau:

- (1) 1 byte dành cho cờ F (flag) dẫn đầu.
- (2) 2 byte địa chỉ A (address) để biết khung chuyển tới đâu .
- (3) Trường I (Information) dành cho dữ liệu thông tin có nhiều byte .
- (4) 2 byte cho việc kiểm tra khung - FCS (Frame Check Sequence) để phân tích và biết được các gói thiếu, đủ, đúng, sai trên cơ sở đó trả lời cho phía phát biết.
- (5) Và cuối cùng là 1 byte cờ F để kết thúc.

Frame relay có thể chuyển nhận các khung lớn tới 4096 byte

#### ❖ ATM

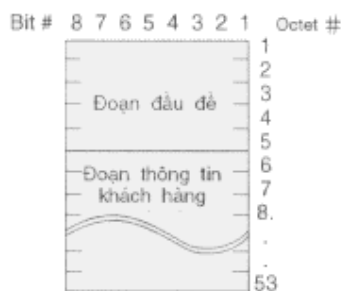
Công nghệ phương thức truyền bất đồng bộ (Asynchronous Transfer Mode – ATM) đôi khi còn được gọi là chuyển tiếp tế bào (cell relay) hiện tại đang là đỉnh cao của cuộc phát triển công nghệ từ công nghệ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói trong vòng 25 năm qua.

ATM có thể được xem như là một công nghệ tiến hoá từ công nghệ Frame Relay. Điểm khác biệt rõ ràng nhất giữa Frame Relay và ATM là Frame Relay sử dụng các gói tin có kích thước không cố định (variable-length packet) gọi là các frame trong khi ATM sử dụng các gói tin có kích thước cố định 53 bytes (fixed-length packet) được gọi là các tế bào (cell). Bằng cách sử dụng các gói tin có kích thước cố định, ATM còn cắt giảm nhiều hơn nữa phần thông tin thêm vào để kiểm soát và điều khiển lỗi so với Frame Relay. Kết quả là ATM được thiết kế để làm việc ở tốc độ trải từ 10 Mbps đến 100 Mbps trong khi Frame Relay làm việc ở tốc độ 2 Mbps.

ATM có thể được xem như là một công nghệ tiến hoá từ công nghệ chuyển mạch kênh. Với công nghệ chuyển mạch kênh, chỉ có duy nhất các kênh truyền với tốc độ truyền cố định đối với hệ thống đầu cuối. Công nghệ ATM cho phép định nghĩa nhiều kênh ảo (multiple virtual channels) có tốc độ truyền dữ liệu được xác định một cách linh động tại thời điểm kênh được tạo ra. Bằng cách sử dụng tất cả các kênh này, tính hiệu quả của ATM được đẩy cao đến mức cho phép cung cấp một kênh truyền có tốc độ truyền dữ liệu cố định mặc dù nó sử dụng kỹ thuật chuyển mạch gói. Do đó, ATM

đã mở rộng kỹ thuật chuyển mạch kênh để cho phép thiết lập động tốc độ truyền dữ liệu trên nhiều kênh truyền trên cơ sở nhu cầu truyền thông.

Cấu trúc tế bào ATM:



5 byte đầu dùng để nhận dạng các tế bào thuộc về cùng một kênh ảo

(a) Cấu trúc của tế bào

Hình 1.5 Cấu trúc tế bào ATM

#### ❖ ISDN và Broadband ISDN

Xu hướng kết hợp các công nghệ tính toán và công nghệ truyền thông, đi cùng với các nhu cầu về tính hiệu quả và thời gian tổng hợp, xử lý và phân tán thông tin ngày càng tăng đang là một xu hướng lớn nhất hiện nay trong việc phát triển các hệ thống tích hợp để có thể truyền và xử lý mọi loại dữ liệu. Hệ thống mạng tích hợp các dịch vụ số ISDN (integrated services digital network) đang là biểu hiện thực tế của xu hướng này.

ISDN được dự đoán sẽ hệ thống mạng công cộng toàn cầu để thay thế cho các hệ thống mạng điện thoại viễn thông công cộng đã được phát triển và nó sẽ cung cấp một số lượng các dịch vụ rất đa dạng. ISDN được định nghĩa bởi các tiêu chuẩn của giao tiếp người dùng và được thực hiện bằng một tập các thiết bị chuyển mạch số và các đường truyền hỗ trợ nhiều loại truyền thông đồng thời cung cấp các dịch vụ xử lý giá trị gia tăng (value-added processing services). Trên thực tế, có nhiều mạng được thực hiện trong phạm vi biên giới quốc gia nhưng từ cách nhìn của người sử dụng, chỉ có một mạng duy nhất có thể truy cập đồng nhất và có phạm vi trên toàn cầu.

Kỷ nguyên thứ nhất của ISDN, đôi khi còn được gọi là ISDN băng hẹp (narrowband ISDN) được xây dựng trên cơ sở sử dụng một kênh 64 Kbps như là một đơn vị cơ bản để chuyển mạch với định hướng theo công nghệ chuyển mạch kênh. Công nghệ được sử dụng trong ISDN băng hẹp là Frame Relay. Kỷ nguyên thứ hai của ISDN còn được gọi là ISDN băng rộng (broadband ISDN), hỗ trợ tốc độ truyền dữ liệu rất cao (100 Mbps) phát triển theo định hướng công nghệ chuyển mạch gói. Công nghệ được sử dụng trong ISDN băng rộng là ATM.

#### 1.5.2. Mạng nội bộ

Cũng như mạng diện rộng, mạng nội bộ là một mạng truyền thông kết nối nhiều thiết bị với nhau và cung cấp một cơ chế trao đổi thông tin giữa các thiết bị. Có một vài điểm khác biệt chính giữa mạng LAN và mạng WAN:

- Phạm vi địa lý của mạng LAN là nhỏ, thông thường trong phạm vi một toà nhà hoặc một nhóm các toà nhà gần nhau. Sự khác nhau về phạm vi khoảng cách địa lý dẫn đến sự khác nhau về giải pháp công nghệ giữa mạng LAN và mạng WAN.

- Thông thường mạng các trang thiết bị trong mạng LAN do cùng một tổ chức nào đó sở hữu. Với mạng WAN, trường hợp này rất hiếm khi xảy ra bởi các tài sản quan trọng của mạng WAN không chỉ do một tổ chức duy nhất nào đó sở hữu.
- Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng LAN thường cao hơn nhiều so với tốc độ truyền dữ liệu trên mạng WAN.

Theo truyền thống, mạng nội bộ thường sử dụng cách tiếp cận kiểu mạng quảng bá (broadcast network) hơn là cách tiếp cận kiểu mạng chuyển mạch (switching network). Với một mạng truyền thông kiểu quảng bá, không có các nút chuyển mạch trung gian. Tại mỗi một trạm, có một thiết bị truyền/nhận (transmitter/receiver) sẽ đảm nhận nhiệm vụ truyền thông qua một môi trường truyền được chia sẻ chung với các trạm khác. Một bản tin truyền từ một trạm bất kỳ sẽ được quảng bá tới tất cả các trạm còn lại. Ta sẽ quan tâm đến các mạng được sử dụng để kết nối các máy tính, các trạm làm việc (workstations) và các thiết bị số khác. Trong trường hợp này, dữ liệu thường được truyền theo các gói (packets). Bởi vì môi trường truyền được chia sẻ chung cho nên tại mỗi một thời điểm, chỉ có một trạm được phép truyền dữ liệu.

Thời gian gần đây, các mạng LAN chuyển mạch đã bắt đầu xuất hiện. Hai ví dụ nổi bật về mạng LAN chuyển mạch là ATM LAN và Fibre Channel.

#### **I.6. Sự chuẩn hóa**

- Hệ thống đóng: Là các hệ thống phần cứng và phần mềm truyền số liệu chỉ chạy được trên các máy tính của chính các nhà sản xuất ra các sản phẩm phần cứng và phần mềm này.

=> Các hệ thống máy tính được sản xuất khác nhau không thể giao tiếp hay liên lạc được với nhau.

- Hệ thống mở:

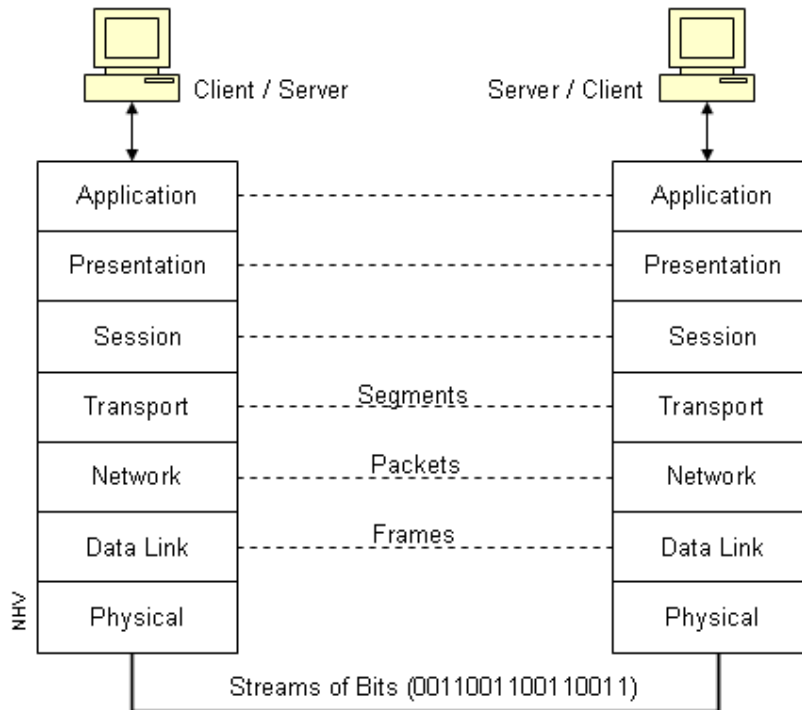
Mục đích: Để các hệ thống máy tính của các nhà sản xuất khác nhau giao tiếp được với nhau.

Để thực hiện được việc này các nhà sản xuất máy tính phải tuân thủ các chuẩn giao tiếp được xây dựng bởi các tổ chức quốc tế có nhiều năm làm việc với mạng truyền dẫn công cộng.

ISO (International standard organization - tổ chức tiêu chuẩn quốc tế) : đã đưa ra tiêu chuẩn đầu tiên về kiến trúc tổng thể của một hệ thống thông tin hoàn chỉnh và gọi là mô hình tham chiếu OSI cho liên kết các hệ thống mở OSI (Open system interconnection) . Mục đích ISO là cung cấp khuôn mẫu cho sự phối hợp phát triển các chuẩn hiện có phù hợp với khuôn mẫu này.

#### **I.7. Mô hình OSI**

- 4 tầng thấp: Vật lý(1), liên kết dữ liệu(2), mạng(3), giao vận(4). Quan tâm đến việc truyền dữ liệu giữa các hệ thống cuối( end system) qua phương tiện truyền thông.
- 3 tầng cao: Phiên(5), trình diễn(6), ứng dụng(7). Đáp ứng các yêu cầu và các ứng dụng của người sử dụng.



**Hình 1.6**

- Môi trường mạng: Liên quan đến giao thức và các tiêu chuẩn thuộc về các dạng khác nhau của hạ tầng cơ sở mạng truyền số liệu.
- Môi trường OSI: Bao gồm môi trường mạng, các giao thức và các tiêu chuẩn hướng ứng dụng để cho phép các hệ thống đầu cuối liên lạc với đầu cuối khác theo phương thức mở.
- Môi trường hệ thống thực: Xây dựng lên môi trường OSI, liên quan đến các dịch vụ và phần mềm đặc trưng của các nhà chế tạo.

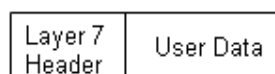
Mô hình OSI gồm 7 tầng:

### 7.1 Tầng ứng dụng – Application Layer

Ví dụ chúng ta dùng ứng dụng internet explorer ở máy vi tính A, nhập vào 1 URL(Universal Resource Locator) ví dụ như <http://www.CNTT-TNUFIT.com> vào hộp chữ Address để theo học khoá CCNA của CNTT-TNUFIT. Internet Explorer chạy trong máy A muốn đối thoại trực tiếp với Web server của CNTT-TNUFIT(máy vi tính B) để yêu cầu gửi về trang chủ và hiển thị trang này trên máy A của ta.

Tuy nhiên là tầng 7(Application) chỉ chịu trách nhiệm về ứng dụng và giao diện của người sử dụng chứ không nối trực tiếp với ứng dụng của Web server trên máy tính B nên máy A lên nó sẽ đóng gói chuyển xuống tầng kế, tầng thứ 6(Presentation Layer). Đó là lý do vì sao mà ta biểu hiện một đường nối mà không có liên lạc giữa hai tầng Application.

Khi đóng gói gửi đi như vậy, Application cần thận ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào một chỗ gọi là Header. Trong ví dụ này thì Layer 7 Header bao gồm mọi thông tin về ứng dụng IE để Web server của máy B hiểu phải làm gì để thoả mãn



nhu cầu của máy B.

### 7.2. Tầng trình diễn – Presentation Layer

Tầng này chịu trách nhiệm phiên dịch hay chuyển mã nguồn từ dạng này qua dạng khác, mục đích cho người gửi (máy A) và người nhận (máy B) hiểu nhau. Ví dụ như máy A có thể dùng ASCII nhưng máy B lại dùng UNICODE.

Cũng giống như tầng Application, tầng Presentation của máy A không đối thoại trực tiếp với tầng Presentation của máy B (Web server) nên lại đóng gói gói gửi xuống tầng kế, tầng 5: tầng Session. Khi đóng gói gói đi, Presentation của máy B cũng ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào Layer 6 Header.

Trong trường hợp này, user data của tầng 6 bao gồm header của tầng 7 và user data của tầng 7.

Layer 6 Header	Layer 7 Header	User Data
-------------------	-------------------	-----------

### 7.3. Tầng phiên – Session Layer

Tầng này chịu trách nhiệm thành lập, quản lý và kiểm tra các kết nối giữa máy A và máy B, đồng thời cũng chịu trách nhiệm trao đổi, quản lý các đối thoại hay trao đổi quản lý các dữ kiện giữa các tầng presentation của máy A và máy B. Ngoài ra, còn cung cấp các dự tính sao cho việc quản lý dữ kiện hiệu quả, chất lượng (COS – Class of Service) và quản lý, báo cáo các ngoại lệ nếu có.

Tầng Session của máy A không đối thoại trực tiếp với tầng Session của máy B, nên nó lại đóng gói gói gửi xuống tầng kế, tầng 4: tầng giao vận. Khi đóng gói gói đi tầng Session cũng ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào Layer 5 Header.

Layer 5 Header	Layer 6 Header	Layer 7 Header	User Data
-------------------	-------------------	-------------------	-----------

### 7.4. Tầng giao vận – Transport Layer

Tầng Transport chịu trách nhiệm quản lý và chuyển vận dữ kiện giữa hai máy A và B. Sự vận chuyển dữ liệu có tin cậy hay không thực hiện ở tầng này.

Dữ kiện ở đây là (User data) được chia thành các đơn vị dữ kiện nhỏ hơn gọi là segment khi chuyển qua phương thức Packet switching (cắt các chuỗi dữ kiện data stream thành các đơn vị nhỏ hơn và chuyển vận từng đơn vị đó một cách độc lập thường xuyên). Các đơn vị nhỏ này sẽ được tái hợp trở lại thành user data ở máy B.

Tầng Transport dùng 2 quy ước:

- TCP (Transport Control Protocol): cho sự vận chuyển tin cậy
- UDP (User Datagram Protocol): cho sự vận chuyển cố gắng, hiệu quả tới đâu hay tới đó và không cần biết dữ kiện đi tới nơi an toàn hay không.

Tầng Transport của máy A không đối thoại trực tiếp với tầng Transport của máy B, nên nó lại đóng gói gói gửi xuống tầng kế, tầng 3: tầng giao mạng. Khi đóng gói gói đi tầng Transport cũng ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào Layer 4 Header.

Layer 4 Header	Layer 5 Header	Layer 6 Header	Layer 7 Header	User Data
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-----------

### 7.5. Tầng mạng – Network Layer

Tầng Network chịu trách nhiệm quản lý các tuyến đường chuyển vận dữ kiện giữa 2 máy A và B. Đây chính là chỗ hoạt động của thiết bị Router hay Gateway.

Các đơn vị dữ kiện ở tầng này gọi là packets được chuyển vận theo kiểu điện tín (datagram) không tin cậy. Sự vận chuyển dữ kiện tin cậy hay không được phó thác cho tầng Transport với quy ước TCP. Ở đây tầng Network chỉ chuyển các đơn vị dữ kiện theo phán đoán của mình, ví dụ như: điện tín đi Hà Nội qua cổng A, điện tín qua Thái Nguyên đi cổng B... Nếu điện tín quá dài tầng này có nhiệm vụ cắt thành các đơn vị dữ kiện nhỏ hơn, có đánh số cho dễ phân biệt. Sự cắt nhỏ này gọi là fragmentation. Các đơn vị nhỏ này sẽ được tái hợp trở lại (de-fragmentation) ở tầng mạng của máy B.

Tầng Network của máy A không đối thoại trực tiếp với tầng Network của máy B, nên nó lại đóng gói gói xuống tầng kế, tầng 2: tầng liên kết dữ liệu. Khi đóng gói gói đi tầng Network cñh thậm ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào Layer 3 Header.

Một trong những thông tin quan trọng header tầng này có thể kể là địa chỉ IP(Internet Protocol Address) của nguồn gửi(source address) và nguồn nhận(destination address). Các IP này phải là duy nhất, không được trùng hợp.

Layer 3 Header	Layer 4 Header	Layer 5 Header	Layer 6 Header	Layer 7 Header	User Data
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------

#### 7.6. Tầng liên kết dữ liệu – Data Link Layer

Tầng Data Link chịu trách nhiệm soạn thảo khuôn dạng cho việc chuyển vận dữ kiện và kiểm tra sự xuất nhập các frames vào tầng dưới(Physical). Hay là đóng khung chuỗi dữ kiện trước khi chuyển xuống tầng kế dưới. Tầng này cũng chịu trách nhiệm rà tìm và điều chỉnh lỗi đảm bảo việc chuyển vận tin cậy. Tầng Data Link kết hợp chặt chẽ với tầng Physical qua địa chỉ MAC(Media Access Control Address) của NIC(Network Interface Card) gắn trong máy vi tính. MAC address gồm 48 bit như sau:

Broadcast bit	Local bit	22 OUI bits	24 bits VA
---------------	-----------	-------------	------------

- Broadcast bit=1: báo cho nơi nhận là frame broadcast(truyền cho tất cả) hay multicast(riêng một nhóm).
- Local bit=1: cho mạng cục bộ
- 22 bits OUI(Organizational Unique Identifier): dành riêng cho mỗi công ty chế tạo NIC. Mỗi công ty có một số OUI khác nhau do IEEE(Hiệp hội kỹ sư điện, điện tử) quy định.
- 24 bit VA: do mỗi công ty quy định(Vendor Assigned) cho mỗi nic

Tầng Data Link của máy A không đối thoại trực tiếp với tầng Data Link của máy B, nên nó lại đóng gói gói xuống tầng kế, tầng cuối cùng: tầng liên vật lý. Khi đóng gói gói đi tầng Network cñh thậm ghi rõ chi tiết thông tin của tầng mình vào Layer 2 Header. Một trong những thông tin quan trọng trong header của tầng này có thể nói là địa chỉ MAC của nguồn gửi(source address) và nguồn nhận(destination address).

#### 7.7. Tầng vật lý – Physical Layer

Layer 2 Header	Layer 3 Header	Layer 4 Header	Layer 5 Header	Layer 6 Header	Layer 7 Header	User Data
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------

Tầng này định rõ các chi tiết kỹ thuật, ví dụ như: dòng điện thế, chu kỳ, tần số, khoảng cách truyền, các đầu nối, dòng điện tử, phương thức, thủ tục và chức năng, . . . để khởi động, quản lý, bảo trì hay đóng mở các nối nhằm yểm trợ sự vận chuyển dữ kiện giữa 2 máy A, B. Từ đó máy vi tính nối liền vào mạng điện toán(Computer Network) chằng chịt qua đủ loại thiết bị như: internal hay external analog modem với PSTN, X25, ISDN, ADSL, Cable, Optical Fibre, leased line, Frame relay, ATM, ... và qua các công ty viễn thông và cung cấp dịch vụ ISP(Internet Service Provider). Bà trong trường hợp mạng cục bộ LAN phổ biến nhất là Category 5, còn gọi là UTP(UnShielded Twist Pair).

Như vậy một cách tổng quan, tầng Physical chịu trách nhiệm vận chuyển các chuỗi (streams) những số 0(đóng OFF hay False) và 1( mở ON hay True) trong hệ thống nhị phân. Các chuỗi 0, 1 này được gọi là bit. Các chuỗi này bao gồm các thông tin từ tầng 2 đến tầng 7. Các chuỗi này khi được vận chuyển từ máy A tới máy B sẽ được xử lý từ tầng 1(tầng physical) nối với máy B đi ngược trở lên tầng 7(Application). Máy B có thể được kết nối với máy A qua mạng cục bộ hoặc mạng toàn cầu. Cứ mỗi khi dữ liệu được vận chuyển đến tầng nào thì tầng đó sẽ tam khảo trong Header của tầng mình, xử lý thích ứng và sau đó tháo bỏ header(de-encapsulation) của mình để chuyển lên tầng kế. Cuối cùng, dữ kiện(user data) của máy A được đến máy B, trong trường hợp này là máy cung cấp dịch vụ về mạng(web server) của CNTT-TNUFIT.

Máy B(CNTT-TNUFIT web server) hiểu rõ yêu cầu máy A và gửi về trang chủ (Home Page) của CNTT-TNUFIT.

**Streams of BITS**



## CHƯƠNG II – TRUYỀN DỮ LIỆU

Việc truyền dữ liệu phụ thuộc vào hai yếu tố chính: chất lượng của tín hiệu được truyền và các đặc tính của môi trường truyền. Mục tiêu của chương này và chương tiếp theo là cung cấp cho bạn đọc những kiến thức cơ bản về hai nhân tố này.

Mục đầu tiên của chương sẽ đưa ra một số khái niệm và thuật ngữ trong lĩnh vực truyền thông; các khái niệm và thuật ngữ này nhằm giúp cho bạn đọc đi qua toàn bộ các phần còn lại của chương. Mục 2.2 đưa ra cách sử dụng các thuật ngữ *tương tự (analog)* và *số (digital)* trong truyền thông. Dữ liệu tương tự (analog data) hoặc dữ liệu số (digital data) có thể được truyền bằng cách sử dụng tín hiệu tương tự (analog signal) hoặc tín hiệu số (digital signal). Hơn nữa các công nghệ xử lý tín hiệu trung gian trên giữa điểm nguồn và điểm đích lại có thể công nghệ tương tự hoặc công nghệ số.

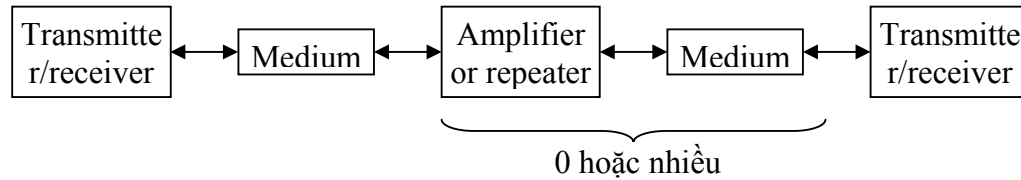
Mục 2.3 xem xét về một loại các loại nhân tố gây suy giảm chất lượng tín hiệu. Các nhân tố này có thể gây ra lỗi trên dữ liệu trong quá trình truyền. Các nhân tố gây suy giảm chất lượng tín hiệu chính bao gồm: sự suy giảm tín hiệu, méo trễ thời gian và các dạng nhiễu.

### II.1. Một số khái niệm và thuật ngữ

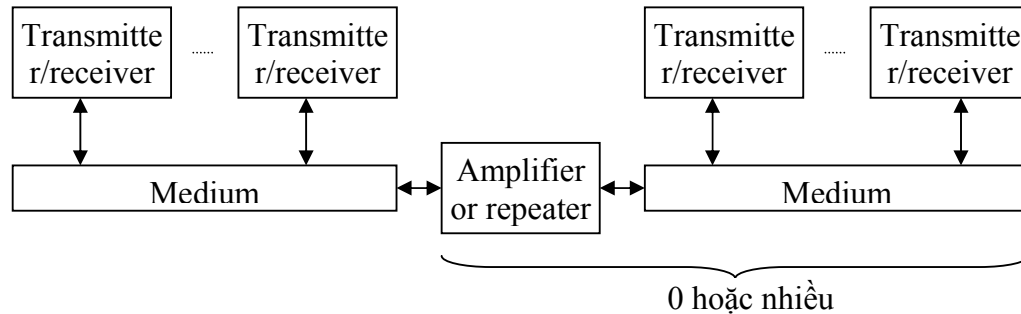
#### II.1.1. Một số thuật ngữ truyền thông

- Môi trường truyền có thể phân thành 2 loại là hữu tuyến (guided media) và vô tuyến (unguided media).
  - Môi trường truyền hữu tuyến: Tín hiệu truyền được truyền theo một hướng dọc theo một con đường vật lý nào đó. Ví dụ như cáp đôi xoắn (twisted pair cable), cáp đồng trục (coaxial cable) và cáp quang (fiber optic cable).
  - Môi trường truyền vô tuyến: Không có sự dẫn hướng tín hiệu truyền. Ví dụ như việc truyền trong không khí, chân không hoặc nước biển.
- Liên kết trực tiếp (direct link): Là đường truyền kết nối giữa 2 thiết bị truyền và nhận, không qua các thiết bị trung gian (có thể qua các bộ lặp (repeater) hoặc tăng cường tín hiệu (amplifier))
- Cấu hình của các môi trường truyền hữu tuyến có thể ở dạng điểm - điểm (point – to – point) hoặc đa điểm (multipoint).
  - Dạng điểm-điểm: Chỉ có 2 thiết bị chia sẻ môi trường truyền.
  - Dạng đa điểm: Có nhiều hơn 2 thiết bị cùng chia sẻ môi trường truyền.
- Việc truyền tin có thể theo dạng đơn công (simplex), bán song công (half-duplex) hoặc song công (duplex).
  - Kiểu đơn công: Tại mọi thời điểm, tín hiệu chỉ truyền theo một chiều.
  - Kiểu bán song công: Tín hiệu có thể truyền theo 2 chiều nhưng tại một thời điểm chỉ có thể truyền theo một chiều.
  - Kiểu song công: Cả 2 trạm đều có thể truyền tín hiệu đồng thời.

**(a) Mô hình điểm - điểm**



**(b) Mô hình đa điểm**



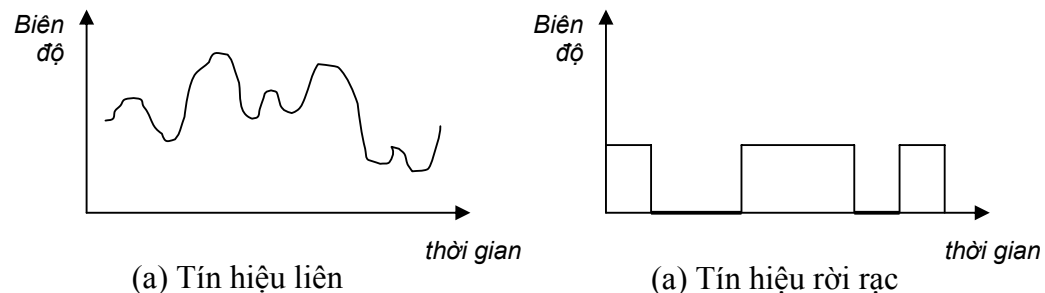
**Hình 2.1 Các cấu hình môi trường truyền hữu tuyến**

**II.1.2. Tần số, phổ và dải thông (Frequency, Spectrum and Bandwidth).**

Trong cuốn sách này, chúng ta sẽ tập trung vào các tín hiệu điện từ, tín hiệu mà được sử dụng để truyền dữ liệu. Tín hiệu được thiết bị truyền sinh và được truyền đến thiết bị nhận. Tín hiệu này là một hàm của thời gian nhưng nó cũng có thể được biểu diễn bằng một hàm của tần số (frequency); đó là, tín hiệu bao gồm nhiều thành phần tần số khác nhau. Việc xem xét và nghiên cứu về tín hiệu theo miền tần số (frequency-domain view) là quan trọng hơn việc tìm hiểu tín hiệu theo miền thời gian (time-domain-view).

**2.1. Biểu diễn tín hiệu theo miền thời gian**

- Khi biểu diễn theo miền thời gian, tín hiệu được chia thành 2 loại là tín hiệu liên tục (continuous) hoặc tín hiệu rời rạc (discrete). Tín hiệu liên tục là một dạng tín hiệu mà cường độ (intensity) của tín hiệu biến đổi dạng một đường trơn (smooth fashion) theo thời gian. Nói cách khác, không có điểm gãy hoặc không liên tục trên đường biểu diễn tín hiệu. Tín hiệu rời rạc là tín hiệu có cường độ duy trì bằng một giá trị hằng của của nó trong một số khoảng thời gian và sau đó lại thay đổi đến một mức hằng số khác. Tín hiệu liên tục có thể biểu diễn tiếng nói còn tín hiệu rời rạc có thể dùng để biểu diễn các giá trị bit 1 hoặc 0.



**Hình 2.2 Tín hiệu liên tục và tín hiệu rời rạc**

## Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin

- Tín hiệu tuần hoàn (periodic signal) là loại tín hiệu có dạng lặp lại qua thời gian. Nếu  $x(t)$  là hàm biểu diễn tín hiệu và thỏa mãn  $x(t + T) = x(t)$  với  $-\infty < t < +\infty$  với  $T$  là một giá trị hằng gọi là chu kỳ (period) của tín hiệu tín hiệu được biểu diễn bởi hàm  $x(t)$  là tín hiệu tuần hoàn
- Sóng hình sin là một loại tín hiệu liên tục cơ bản (fundamental continuous signal) với hàm biểu diễn  $x(t) = A \cdot \sin(2\pi f t + \phi)$ .
- $A$  gọi là biên độ (amplitude), là giá trị lớn nhất mà cường độ tín hiệu đạt được theo thời gian và thường được đo bằng đơn vị là Volts hay Watts.
- $f$  gọi là tần số (frequency), là số chu kỳ lặp lại của tín hiệu trong thời gian 1 giây và có đơn vị là Hertz (Hz). Nếu  $T$  là chu kỳ của tín hiệu thì  $f = 1/T$ .
- $\phi$  là độ đo vị trí quan hệ theo thời gian trong một chu kỳ của tín hiệu.
- Bước sóng (wavelength)  $\lambda$  của tín hiệu là độ dài di chuyển được trong một chu kỳ của tín hiệu. Nếu  $v$  là vận tốc (velocity) của tín hiệu thì  $\lambda = v \cdot T$  hay  $v = \lambda \cdot f$

### 2.2. Biểu diễn tín hiệu theo miền tần số.

- ❖ Phân tích Fourier của tín hiệu: Một tín hiệu tuần hoàn bất kỳ biểu diễn bởi hàm  $x(t)$  có thể được phân tích thành tổng của các thành phần tín hiệu dạng sin và cos.

$$x(t) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos(2\pi f_0 t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(2\pi f_0 t) \quad (1)$$

Với:

$$a_0 = \int_0^T x(t) dt \quad a_n = \int_0^T x(t) \cos(2\pi f_0 t) dt \quad b_n = \int_0^T x(t) \sin(2\pi f_0 t) dt$$

Có thể chuyển đổi công thức (1) thành công thức chỉ có dạng cos như sau:

$$x(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \cos(2\pi f_0 t + \phi_n)$$

Với  $c_0 = a_0$ ,  $c_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$ ,

$$\phi_n = -\tan^{-1}\left(\frac{b_n}{a_n}\right)$$

- ❖ Ví dụ: Xét tín hiệu được biểu diễn bởi hàm  $x(t)$  sau:

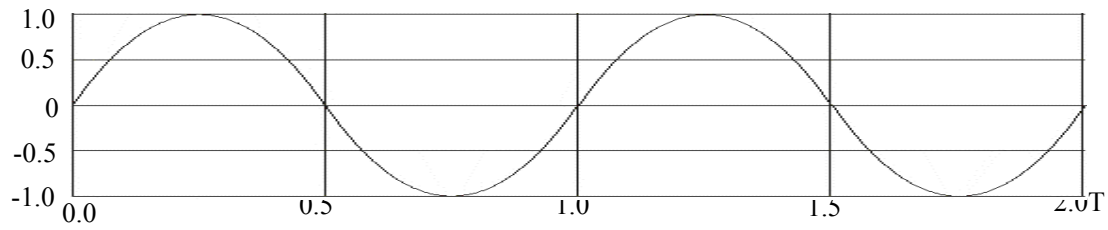
$$x(t) = \sin(2\pi f_1 t) + \frac{1}{3} \sin(2\pi(3f_1 t))$$

Các thành phần của tín hiệu này đều là các tín hiệu hình sin với tần số là  $f_1$  và  $3f_1$ ; phần a và b của hình này biểu diễn các tín hiệu thành phần riêng rẽ. Có một vài điểm thú vị có thể nhận thấy từ các phần của hình vẽ 2.3 là:

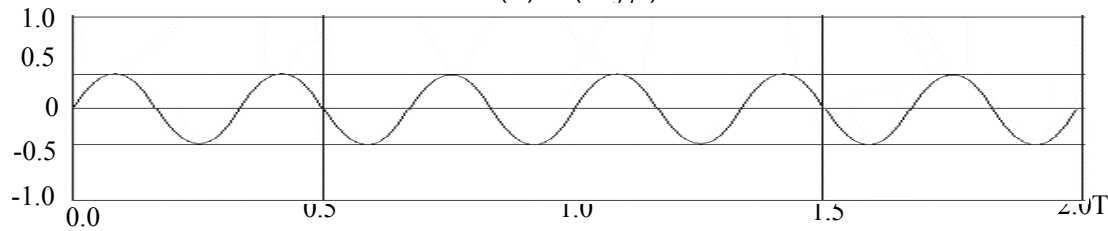
- Tần số thứ hai là bội số nguyên lần của tần số thứ nhất. Khi mọi thành phần tần số của một tín hiệu đều là bội số nguyên lần của một tần số thì tần số nhỏ nhất được gọi là tần số cơ bản (fundamental frequency).

### Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin

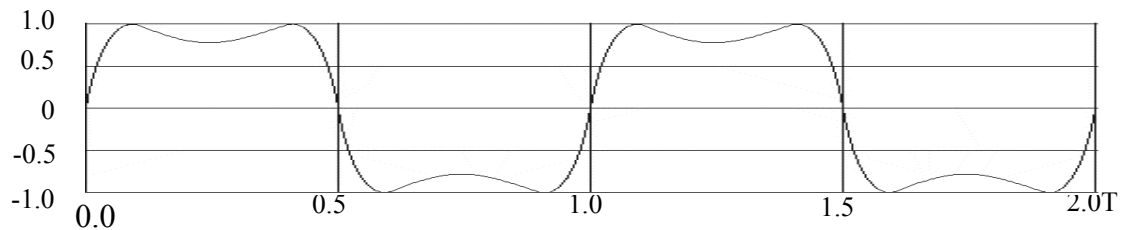
- Chu kỳ của một tín hiệu tổng hợp có giá trị bằng với chu kỳ của thành phần tín hiệu có tần số bằng với tần số cơ bản. Tần số của thành phần  $\sin(2\pi f_1 t)$  là  $T=1/f_1$  và chu kỳ của tín hiệu  $s(t)$  cũng là  $T$ , như ta thấy trên hình 2.3c.



(a)  $\sin(2\pi f_1 t)$



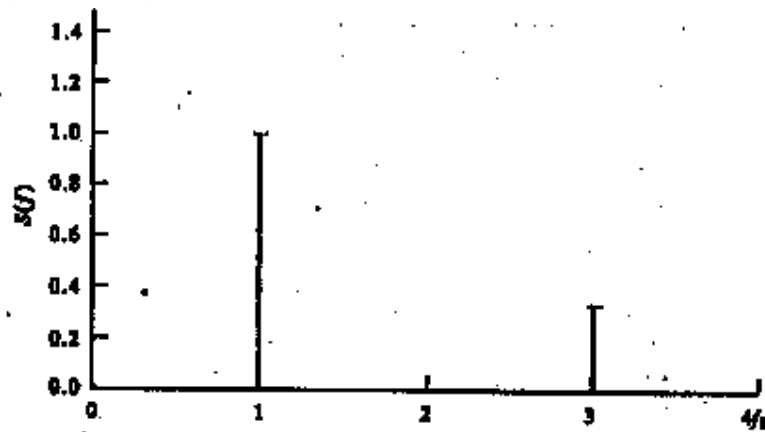
(b)  $\sin(2\pi(3f_1)t)$



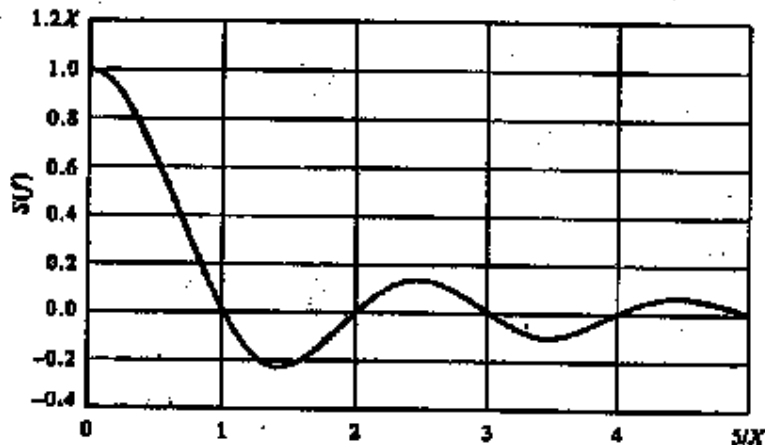
(c)  $\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi(3f_1)t)$

### Hình 2.3 Các thành phần của tần số

Có thể thấy rằng, bằng cách sử dụng phép phân tích Fourier, bất kỳ một tín hiệu nào cũng có thể được tạo thành bởi nhiều thành phần tín hiệu dạng sin với nhiều tần số khác nhau. Kết quả này có ý nghĩa cực kỳ quan trọng bởi vì các loại tín hiệu đều có thể được biểu diễn dưới dạng các tần số của một loại tín hiệu cơ bản.



(a)  $s(f) = \sin(2\pi f_1 f) + \frac{1}{3} \sin(3(2\pi f_1 f))$



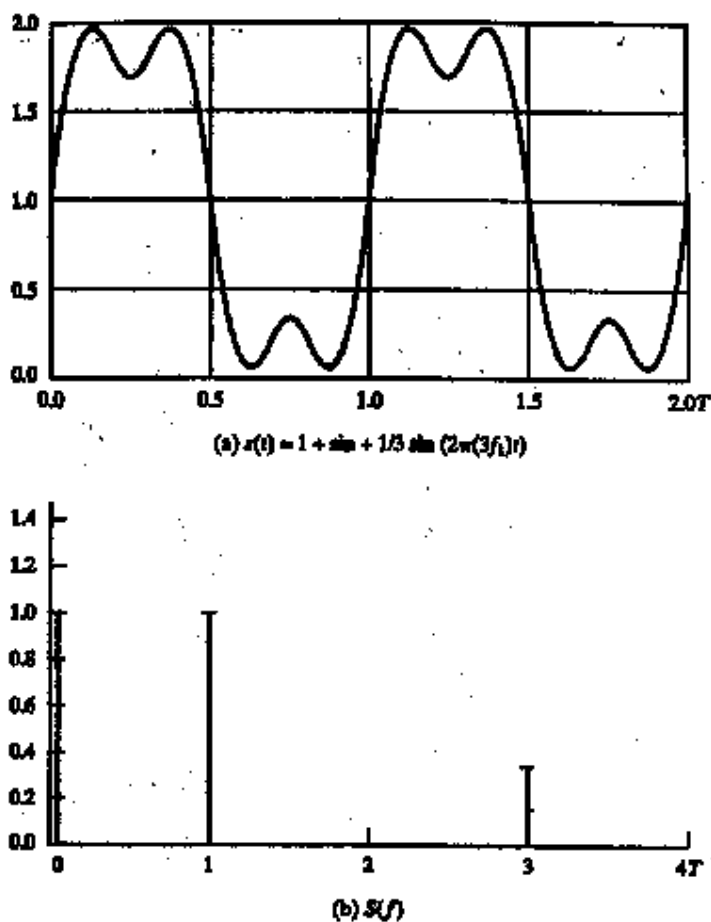
(b)  $s(f) = 1 - X/2 \leq f \leq X/2$

Hình 2.4 Biểu diễn các miền tần số

Do đó, chúng ta có thể nói rằng với mỗi một tín hiệu, có một hàm theo miền thời gian  $s(t)$  dùng để xác định giá trị tín hiệu tại mỗi một thời điểm. Tương tự như vậy, có một hàm theo miền tần số  $s(f)$  dùng để xác định các tần số thành phần của tín hiệu. Hình vẽ 2.4a biểu diễn hàm theo miền tần số của tín hiệu có trong hình vẽ 2.3c. Chú ý rằng trong trường hợp này, hàm  $S(f)$  là rời rạc. Hình vẽ 2.4b biểu diễn hàm theo miền tần số của tần số của một xung vuông có giá trị bằng 1 trong khoảng thời gian  $-X/2$  đến  $X/2$ , và bằng 0 trong các thời điểm khác. Chú ý rằng trong trường hợp này  $S(f)$  là liên tục, và nó luôn có giá trị khác 0 cho dù cường độ của các thành phần tần số trở nên nhỏ hơn khi mà giá trị tần số trở nên lớn hơn. Đặc tính này là phổ biến đối với các tín hiệu trong thực tế.

Phổ (spectrum) của một tín hiệu là miền các tần số mà tín hiệu đó có. Với tín hiệu trong Hình 2.3c, phổ của tín hiệu bao trùm từ  $f_1$  đến  $3f_1$ . Dải thông tuyệt đối (absolute bandwidth) của một tín hiệu là độ rộng của phổ. Trong trường hợp Hình 2.3c, dải thông tuyệt đối của tín hiệu là  $2f_1$ . Rất nhiều tín hiệu, chẳng hạn như tín hiệu được biểu diễn bằng Hình 2.4b, có một dải thông bằng vô cùng. Tuy nhiên, hầu hết năng lượng của tín hiệu được tập trung vào một dải hẹp các thành phần tần số. Dải tần

số mà năng lượng tín hiệu tập trung vào được gọi là *dải thông thực* (effective bandwidth) hay còn gọi là *dải thông* (bandwidth).



Hình 2.5 Thành phần tín hiệu một chiều của tín hiệu

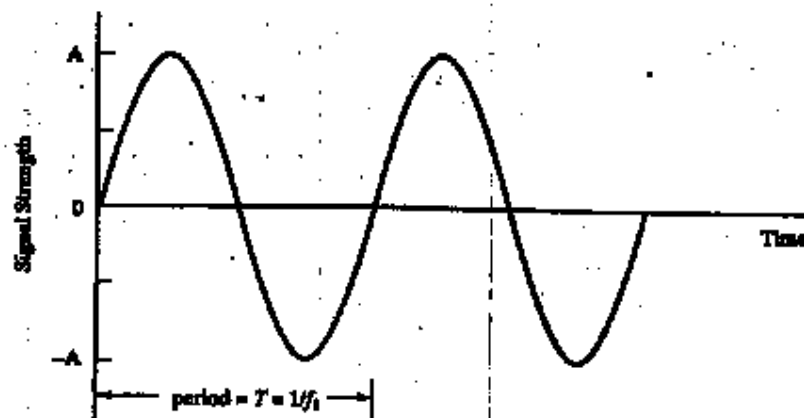
Một thuật ngữ cuối cùng được định nghĩa là *thành phần một chiều* (dc component). Nếu một tín hiệu có một thành phần có giá trị hằng khi tần số bằng không thì đây là thành phần một chiều của tín hiệu. Ví dụ, Hình 2.5 là kết quả của việc thêm thành phần một chiều vào Hình 2.4. Khi không có thành phần một chiều, tín hiệu sẽ có giá trị biên độ trung bình bằng không, như đã nhìn thấy trong miền thời gian. Với tín hiệu có thành phần một chiều, giá trị biên độ trung bình của tín hiệu sẽ khác không.

❖ **Mối quan hệ giữa tốc độ truyền (data rate) dữ liệu và dải thông (bandwidth)**

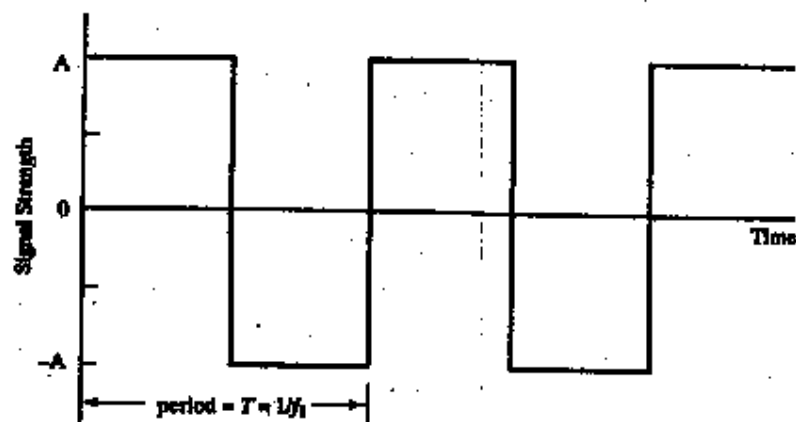
Khái niệm về dải thông thực đôi khi còn là khái niệm hơi mơ hồ. Chúng ta đã nói rằng dải thông thực là dải tần số mà hầu hết năng lượng tín hiệu tập trung vào đó. Từ “hầu hết” ở đây vẫn còn là chung chung. Điều quan trọng đưa ra ở đây là, mặc dù một dạng tín hiệu cho trước có thể chứa nhiều thành phần tần số trong một dải tần rất rộng nhưng trên thực tế bất kỳ một môi trường truyền nào cũng chỉ đáp ứng được việc

truyền một dải hữu hạn các tần số của tín hiệu. Điều này làm giới hạn tốc độ truyền dữ liệu được tín hiệu mang đi trên môi trường truyền.

Để cố gắng giải thích các mối quan hệ này, hãy xem xét sóng vuông của Hình sau:



(a) Sine wave



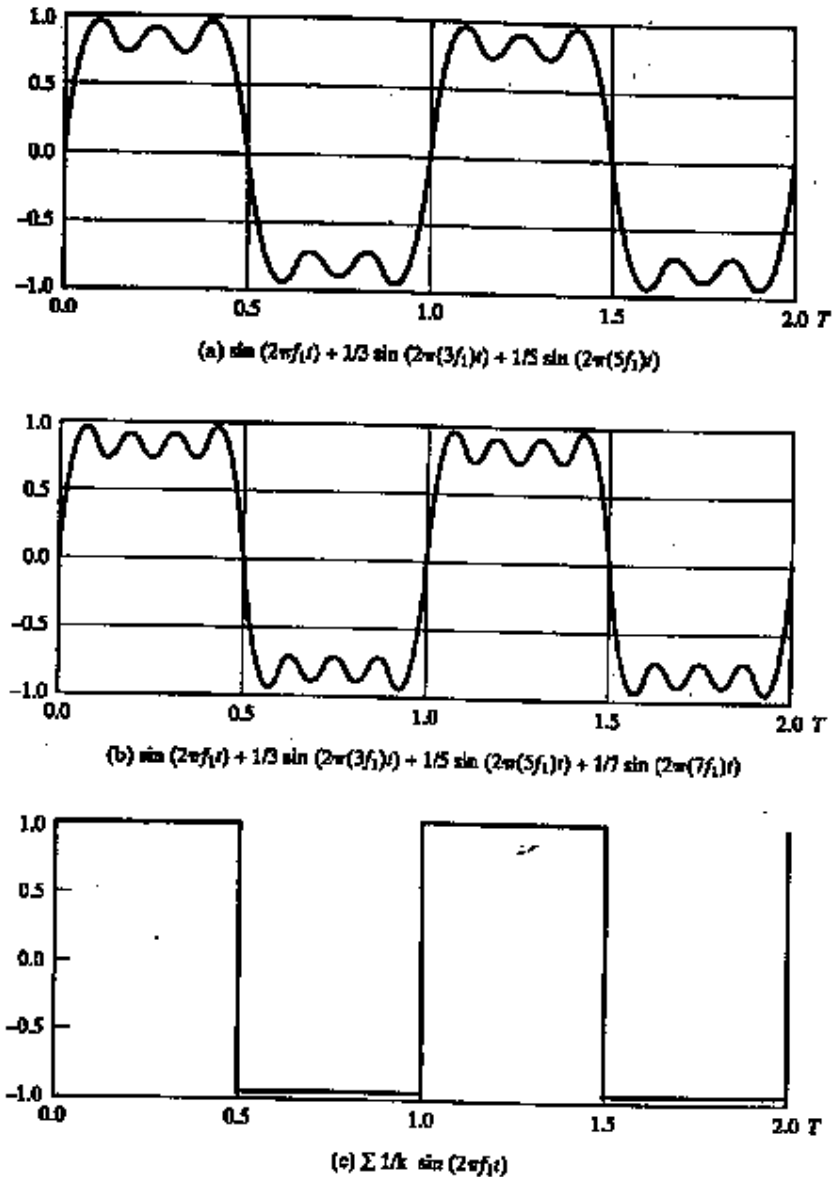
(b) Square wave

Giả sử rằng xung âm biểu diễn giá trị 0 và xung dương biểu diễn giá trị 1 thì dạng sóng vuông này sẽ biểu diễn một chuỗi nhị phân 1010..... Khoảng thời gian của mỗi xung là  $1/2f_1$ ; do đó, tốc độ truyền dữ liệu là  $2f_1$  bit trên giây (bits per second – bps). Vậy đâu là các thành phần tần số của tín hiệu này? Để trả lời câu hỏi này, ta hãy xét lại tín hiệu trong Hình 2.3. Bằng cách cùng thêm các sóng hình sin với tần số  $f_1$  và  $3f_1$ , ta đã có một tín hiệu có dạng sóng gần giống với sóng vuông. Ta tiếp tục tiến trình này bằng cách thêm vào một sóng hình sin có tần số  $5f_1$ , được minh họa trong hình 2.6a, và sau đó thêm tiếp vào sóng hình sin có tần số  $7f_1$ , được minh họa trong hình 2.6b. Khi chúng ta thêm càng nhiều các thành phần sóng hình sin có tần số lẻ vào thì sóng tổng hợp có dạng càng gần với dạng của sóng vuông.

Có thể thấy rằng các thành phần tần số của một sóng vuông có thể được biểu diễn như sau:

$$s(t) = A \times \sum_{k \text{ odd}, k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \sin(2\pi k f_1 t)$$

Do đó, dạng sóng này có một số lượng các thành phần tần số vô hạn và vì vậy dải thông của nó bằng vô cùng. Tuy nhiên, biên độ của thành phần thứ  $k$  là  $1/k$ , do đó, hầu hết năng lượng của tín hiệu có dạng sóng này tập trung vào một vài thành phần tần số đầu. Điều gì sẽ xảy ra nếu ta giới hạn dải thông thực của tín hiệu chỉ có 3 thành phần tần số đầu? Ta có thể nhìn thấy ngay câu trả lời trong *Hình 2.6a*. Như ta thấy, dạng của tín hiệu kết quả tương đối giống với tín hiệu sóng vuông nguyên thủy.



Hình 2.6 Các thành phần tần số của một sóng vuông

Ta có thể sử dụng *Hình 2.3* và *Hình 2.6* để minh họa mối quan hệ giữa tốc độ truyền dữ liệu và dải thông. Giả sử rằng ta đang sử dụng một hệ thống truyền số có



khả năng truyền tín hiệu với dải thông là 4 MHz. Chúng ta sẽ thử truyền một chuỗi các bit 1 và 0 đan xen nhau như là dạng sóng vuông được biểu diễn trong *Hình 2.6c*. Tốc độ truyền dữ liệu đạt được sẽ là bao nhiêu? Chúng ta sẽ thử xấp xỉ sóng vuông nguyên thủy bằng dạng sóng trong *Hình 2.6a*. Mặc dù dạng sóng này là “sóng vuông méo” nhưng nó cũng đã đủ gần giống với sóng vuông nguyên thủy để các thiết bị nhận có thể phân biệt được các giá trị bit 1 và 0 mà tín hiệu biểu diễn. Bây giờ, cho  $f_1=10^6$  MHz thì dải thông của tín hiệu

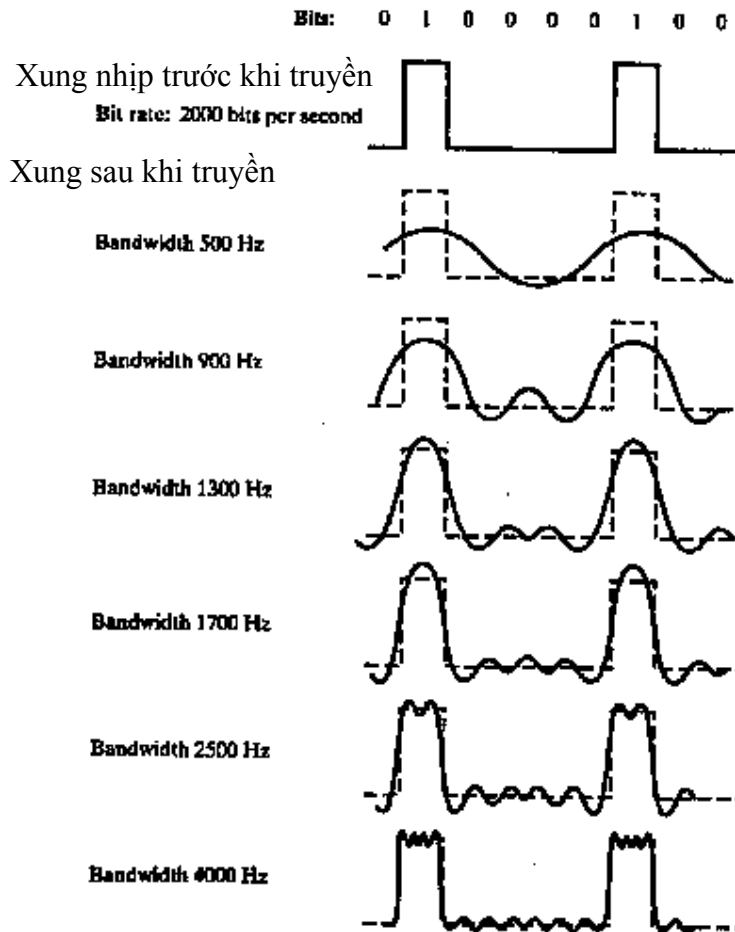
$$s(t) = \sin((2\pi \times 10^6)t) + \frac{1}{3} \sin((2\pi \times 3 \times 10^6)t) + \frac{1}{5} \sin((2\pi \times 5 \times 10^6)t)$$

là  $(5 \times 10^6) - 10^6 = 4$  MHz. Chú ý rằng  $f_1=1$  MHz, do đó, chu kỳ của tần số cơ bản là  $T = 1/10^6 = 10^{-6} = 1\mu s$ . Do đó, nếu ta coi dạng sóng này như là một chuỗi các bit 1 và bit 0, thì mỗi bit chiếm một khoảng thời gian là  $0,5\mu s$ . Vì vậy, tốc độ truyền dữ liệu là  $1/(0,5 \times 10^{-6}) = 2$  Mbps. Vậy, với dải thông là 4 MHz thì tốc độ truyền dữ liệu của dạng sóng này là 2 Mbps.

Giờ đây, giả sử rằng ta có một dải thông là 8 MHz. Ta hãy xem lại *Hình 2.8a* nhưng giờ đây  $f_1 = 2$  MHz. Sử dụng suy luận tương tự như trên, ta tính được tốc độ truyền dữ liệu của sóng trong trường hợp này là 4 Mbps. Vì vậy ta có thể suy ra rằng khi ta nhân đôi độ rộng dải thông, ta có thể đạt được tốc độ truyền dữ liệu gấp đôi.

Bây giờ giả sử rằng dạng sóng trong *Hình 2.3c* là đủ để xấp xỉ với dạng sóng vuông nguyên thủy. Đó là sự khác nhau giữa xung dương và xung âm trong *Hình 2.5c* đủ để phân biệt giữa bit 1 và bit 0 mà chúng biểu diễn. Cho  $f_1 = 2$  MHz. Sử dụng suy luận giống như trên ta có dải thông của tín hiệu trong *Hình 2.5c* là  $(3 \times 2 \times 10^6) - (2 \times 10^6) = 4$  MHz. Nhưng trong trường hợp này,  $T=1/f_1=0,5\mu s$ , kết quả là mỗi bit chiếm một khoảng thời gian là  $0,25\mu s$  và tốc độ truyền bit sẽ là 4 Mbps. Như vậy ta thấy rằng cùng một dải thông có thể hỗ trợ nhiều loại tốc độ truyền dữ liệu khác nhau phụ thuộc vào các yêu cầu của thiết bị nhận.

Ta có thể đưa ra các kết luận cuối cùng sau đây dựa trên các quan sát ở trên. Nói chung, bất kỳ một dạng sóng tín hiệu số nào cũng đều có một dải thông vô hạn. Nếu ta cố gắng truyền dạng sóng này như là một tín hiệu qua một môi trường truyền bất kỳ, bản chất tự nhiên của môi trường truyền sẽ giới hạn dải thông có thể truyền được. Hơn nữa, với một môi trường truyền cho trước nào đó, nếu dải thông cần truyền càng lớn thì giá thành truyền sẽ càng đắt. Do đó, một mặt, các lý do kinh tế và giới hạn dải thông của tín hiệu truyền thông tin số. Mặt khác, việc giới hạn dải thông của tín hiệu sử dụng để truyền dữ liệu sẽ tạo ra các hiệu ứng méo làm cho việc thông dịch thông tin mà tín hiệu mang trở nên khó khăn hơn. Tín hiệu càng có dải thông hạn chế thì độ méo càng lớn và khả năng lỗi xảy ra khi thiết bị thu nhận tín hiệu càng nhiều.



Hình 2.7 Dải thông thực trên một tín hiệu số.

Nhiều minh họa trong *Hình 2.7* được đưa ra nhằm phục vụ cho việc khẳng định lại các nội dung vừa nói đến ở trên. *Hình 2.7* đưa ra một chuỗi bit số với tốc độ truyền dữ liệu là 2000 bps. Với một dải thông từ 1700 đến 2500 Hz, việc biểu diễn các bit này là rất tốt. Hơn nữa, ta có thể tổng quát hóa từ điều này rằng: Nếu một tín hiệu số cần truyền dữ liệu với tốc độ  $W$  bps thì để cho tín hiệu này có thể biểu diễn được rất tốt dữ liệu, dải thông phải đạt được là  $2W$  Hz; Tuy nhiên, ngoại trừ trường hợp nhiều xuất hiện rất ít, dải thông dành cho mẫu bit bao giờ cũng nhỏ hơn dải thông của tín hiệu.

Do đó, mối quan hệ trực tiếp giữa dải thông và tốc độ truyền dữ liệu là: tốc độ truyền dữ liệu càng cao thì dải thông thực đòi hỏi càng lớn. Nói cách khác, một hệ thống truyền có dải thông càng lớn thì tốc độ truyền dữ liệu mà hệ thống đáp ứng được càng cao.

Một kết luận khác là: Nếu ta nghĩ rằng dải thông của một tín hiệu bao quanh một tần số được gọi là tần số trung tâm (center frequency) thì với tần số trung tâm càng lớn, dải thông tiềm năng và tốc độ truyền dữ liệu tương ứng sẽ càng cao.

## **II.2. Truyền dữ liệu tương tự và dữ liệu số (Analog and digital data transmission)**

Trong việc truyền dữ liệu từ nguồn đến đích, những vấn đề liên quan là bản chất tự nhiên của dữ liệu, điều kiện vật lý thực tế để truyền dữ liệu và phương pháp xử lý hay hiệu chỉnh nào có thể được áp dụng trên đường truyền để đảm bảo rằng thiết bị thu có khả năng thông dịch dữ liệu khi nó nhận được. Với cả ba vấn đề trên, ta phải giải quyết với cả hai khái niệm là tương tự (analog) và số (digital).

Các thuật ngữ *tương tự* và *số* cũng giống như các thuật ngữ *liên tục* (continuous) và *rời rạc* (discrete). Hai thuật ngữ này được sử dụng thường xuyên trong truyền thông dữ liệu với ít nhất là ba ngữ cảnh sau:

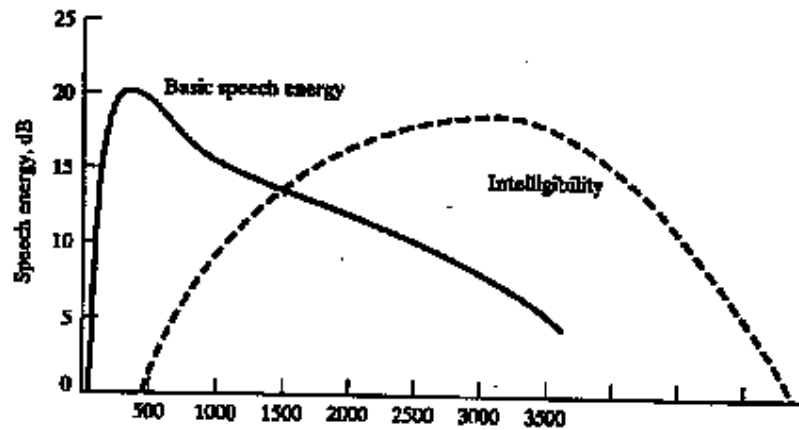
- Dữ liệu (Data).
- Tín hiệu (Signal)
- Công nghệ truyền (Transmission).

Chúng ta đã thảo luận trong chương 1 về sự khác nhau giữa dữ liệu và thông tin. Xét trên mục đích hiện tại, dữ liệu là các thực thể mạng thông tin. Tín hiệu có dạng điện hoặc điện từ là dạng mã hóa của dữ liệu. Cuối cùng, công nghệ truyền là phương pháp truyền dữ liệu bằng cách truyền và xử lý tín hiệu. Ta sẽ cố gắng làm rõ hơn các khái niệm trừu tượng này bằng cách thảo luận về các khái niệm tương tự và số trong cả ba ngữ cảnh này.

### **II.2.1. Dữ liệu**

Có hai dạng dữ liệu là dữ liệu tương tự (analog data) và dữ liệu số (digital data). Dữ liệu tương tự có các giá trị liên tục theo thời gian. Chẳng hạn, tiếng nói (voice) hay video là các dạng dữ liệu tương tự vì cường độ của chúng liên tục biến đổi theo thời gian. Hầu hết các dữ liệu được thu nhận bởi các bộ cảm ứng (sensor) như nhiệt độ và không khí cũng có giá trị liên tục. Dữ liệu số là những dữ liệu có các giá trị rời rạc theo thời gian; ví dụ như văn bản (text) hoặc số nguyên (integer).

Một ví dụ tiêu biểu của dữ liệu tương tự chính là dữ liệu âm thanh dưới dạng sóng âm mà tai của con người có thể thu nhận. *Hình 2.8* biểu diễn phổ âm thanh của giọng nói con người. Các thành phần tần số có thể biến đổi từ 20 Hz đến 20 KHz. Mặc dù hầu hết năng lượng của tín hiệu được tập trung tại các thành phần tần số thấp nhưng các kiểm nghiệm thực tế cho thấy rằng các thành phần tần số khoảng từ 600 đến 700 Hz có rất ít ý nghĩa đối với việc thu nhận và hiểu âm thanh của tai con người. Đường nét đứt phản ánh một cách chính xác hơn khả năng thu nhận và hiểu âm thanh.

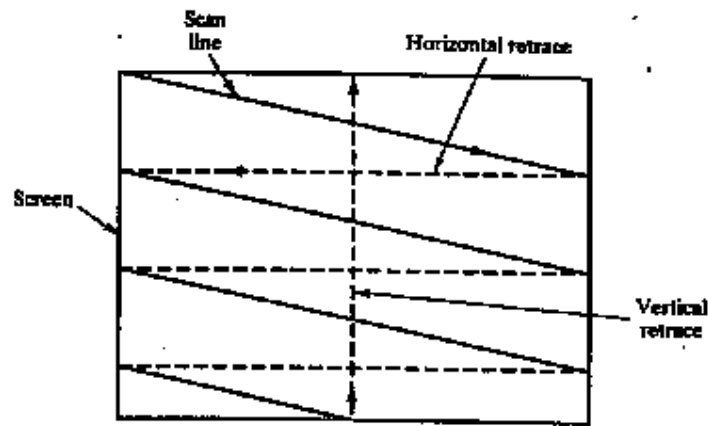


Hình 2.8 Sự tăng giảm của phổ âm thanh

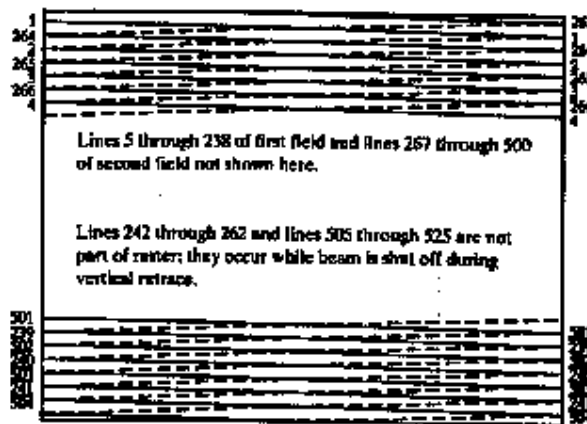
Một ví dụ tiêu biểu khác về dữ liệu tương tự là dữ liệu video. Việc phân tích dữ liệu video là dữ liệu tương tự trên thiết bị hiển thị (TV) là dễ dàng hơn với việc phân tích trên thiết bị thu nhận dữ liệu (Camera). Để tạo ra hình ảnh trên màn hình, một tia electron sẽ quét qua bề mặt của màn hình từ trái sang phải và từ trên xuống dưới. Với màn hình TV đen trắng, độ sáng của một điểm bất kỳ trên màn hình phụ thuộc vào cường độ của tia electron quét qua nó. Do đó, tại một thời điểm bất kỳ nào, tia electron cũng phải có được một giá trị tương tự của cường độ để tạo ra được độ sáng thích hợp tại điểm mà nó quét qua trên màn hình. Hơn nữa, khi tiến trình quét của tia electron diễn ra, giá trị tương tự sẽ thay đổi liên tục. Vì vậy, hình ảnh video mới có thể được hiển thị như là một tín hiệu tương tự biến đổi liên tục theo thời gian.

Hình 2.9a minh họa một tiến trình quét. Tại điểm cuối của mỗi một dòng quét, tia này sẽ quay lại một cách nhanh chóng về bên trái (trở về theo phương ngang – horizontal retrace). Khi tia này chạm tới đáy của màn hình, nó sẽ nhanh chóng quay lại về phía đỉnh của màn hình (trở về theo phương dọc – vertical retrace). Tia electron sẽ tắt đi trong quá trình trở về.

Để đạt được độ phân giải thích hợp, tia electron này phải sinh ra tổng cộng là 483 dòng quét ngang với tốc độ quét là 30 lần quét hoàn thành màn hình trong một giây. Các kiểm nghiệm thực tế cho thấy rằng, tốc độ này vẫn sinh ra cảm giác nháy của mắt người khi xem hình ảnh trên màn hình. Tuy nhiên, hiện tượng nháy này được giải quyết bằng một tiến trình quét đan xen như là được minh họa trong hình 2.11b. Trong tiến trình quét đan xen, tia electron sẽ quét qua màn hình bắt đầu từ điểm xa nhất bên trái và rất gần với đỉnh. Tia này sẽ quét cho đến khi gặp điểm giữa ở đáy màn hình sau  $241\frac{1}{2}$  dòng quét. Tại điểm này, tia này sẽ di chuyển rất nhanh về điểm ở giữa và trên đỉnh của màn hình và quét qua  $241\frac{1}{2}$  dòng còn lại đan xen với các dòng vừa quét. Do đó, màn hình được làm tươi 60 lần trong một giây thay vì 30 lần trên giây và hiện tượng nháy đã được hạn chế rất nhiều. Chú ý rằng tổng cộng số dòng quét phải là 525. Trong số này, có 42 dòng quét trống khi quá trình trở về theo phương dọc của tia electron diễn ra. Như vậy sẽ còn lại 483 dòng quét thực sự trên màn hình.



(a) Composition of a TV field  
Kết cấu của một phạm vi hiển thị



Hình 2.9 Hình ảnh hiển thị được tạo ra

Một ví dụ tiêu biểu của dữ liệu số là văn bản (text) hay chuỗi ký tự. Trong khi dữ liệu dạng văn bản rất tiện lợi đối với con người thì việc lưu trữ hay truyền chúng ở dạng nguyên thủy đối với các hệ thống truyền không lại không hề dễ dàng. Những hệ thống này được thiết kế để làm việc đối với dữ liệu nhị phân. Do đó, người ta sử dụng một loại mã nhằm mã hóa ký tự bằng một chuỗi các bit. Mã xuất hiện sớm nhất theo dạng này là mã Morse. Ngày nay, loại mã được sử dụng rộng rãi và phổ biến nhất trên thế giới là mã ASCII (American Standard Code for Information Interchange) được tổ chức ANSI công bố chính thức. Với mã ASCII, mỗi một ký tự được biểu diễn bằng 7 bit duy nhất; do đó mã này có thể biểu diễn được tối đa là 128 ký tự khác nhau. Số lượng ký tự lớn như vậy mà mã này biểu diễn là rất cần thiết bởi vì có các dạng ký tự là ký tự điều khiển. Một số ký tự điều khiển được sử dụng để điều khiển quá trình in các ký tự trên một trang. Một số ký tự điều khiển khác liên quan đến các thủ tục truyền thông và sẽ được tiếp tục đề cập đến ở các phần sau. Các ký tự được mã hóa bằng mã ASCII luôn luôn được lưu trữ hoặc truyền ở dạng 8 bit cho 1 ký tự (một khối 8 bit được gọi là 1 octet hay 1 byte). Bit thứ 8 được gọi là bit parity được sử dụng cho việc phát hiện lỗi. Bit này được thiết lập giá trị dựa trên việc đếm tổng số bit 1 trong 7 bit là chẵn (parity chẵn) hay là lẻ (parity lẻ). Do đó, khi các lỗi khi truyền làm thay đổi một bit đơn thì dùng bit parity hoàn toàn có thể phát hiện được lỗi.

## II.2.2. Tín hiệu

Trong một hệ thống truyền thông, dữ liệu được truyền từ một điểm này đến một điểm khác bằng ý nghĩa của các tín hiệu. Một tín hiệu tương tự là một dạng sóng điện từ biến đổi một cách liên tục được truyền qua nhiều môi trường truyền khác nhau phụ thuộc vào phổ của chúng. Một tín hiệu số là một chuỗi các xung hiệu điện thế (voltage pulses) có thể được truyền qua một môi trường truyền dẫn có dây; ví dụ, một hằng số hiệu điện thế dương có thể biểu diễn số 1 nhị phân và một hằng số hiệu điện thế âm có thể biểu diễn số 0 nhị phân.

### ❖ Các ví dụ:

Ta sẽ tiếp tục xét đến 3 ví dụ đã đưa ra phần trước. Với mỗi một ví dụ, ta sẽ mô tả về tín hiệu và tìm cách ước lượng băng thông của chúng.

Trong trường hợp dữ liệu âm thanh, dữ liệu có thể được biểu diễn trực tiếp bằng một tín hiệu điện từ có cùng trải phổ. Mặc dù, cần phải có một sự tính toán giữa độ chính xác của âm thanh và giá thành truyền thông (giá thành tăng khi dải thông tăng). Mặc dù phổ của tiếng nói xấp xỉ trong khoảng từ 20 Hz đến 20 kHz nhưng có thể sử dụng một phổ hẹp hơn để biểu diễn và phát sinh lại tiếng nói trong khả năng chấp nhận được. Phổ chuN của một tín hiệu tiếng nói là từ 300 đến 3400 Hz đủ để phát sinh lại tiếng nói. Phổ chuN này làm giảm được độ yêu cầu về khả năng truyền tải của môi trường truyền và nó cho phép người sử dụng có thể sử dụng hệ thống điện thoại với giá thành rẻ. Do đó, hệ thống truyền của điện thoại sẽ chuyển đổi tín hiệu âm thanh đầu vào thành một tín hiệu điện từ có tần số từ 300 đến 2400 Hz. Tín hiệu này sau đó sẽ được truyền qua hệ thống điện thoại đến hệ thống thu của điện thoại nhận và hệ thống này sẽ làm nhiệm vụ tái sinh lại tín hiệu âm thanh dựa trên tín hiệu điện từ mà nó nhận được.

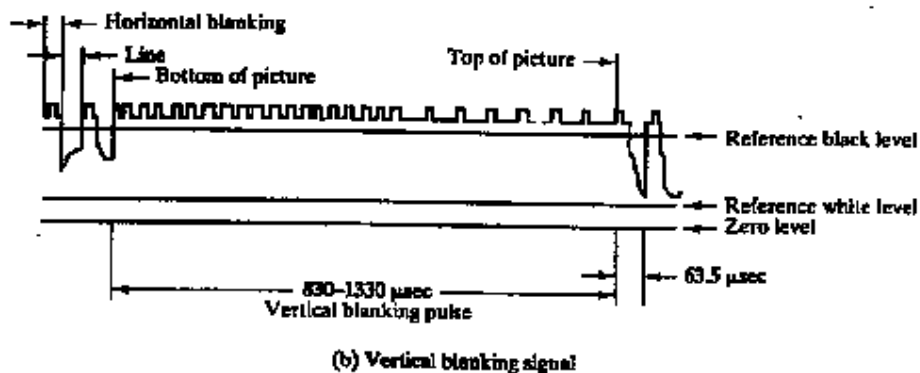
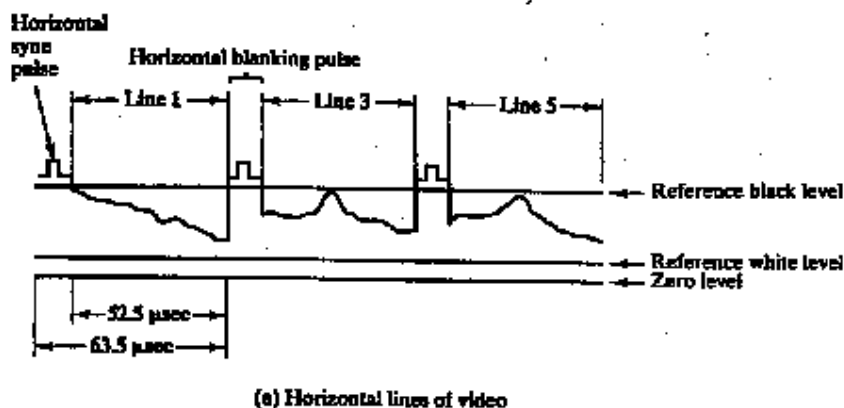
Bây giờ, chúng ta sẽ xem xét tín hiệu video. Tín hiệu này có một điều rất thú vị là nó bao gồm cả thành phần tương tự và thành phần số. Để sinh ra tín hiệu video, Camera thực hiện chức năng tương tự như TV. Một bộ phận của camera là đĩa cảm nhận hình ảnh dựa trên cảnh nào đang được quay. Một tia electron sẽ quét qua đĩa này từ trái sang phải và từ trên xuống dưới tương tự như đối với TV được minh họa trong hình 2.9. Trong khi tia này di chuyển, một tín hiệu điện tương tự sẽ được sinh ra và cường độ của nó phụ thuộc vào độ sáng của điểm tương ứng trong cảnh đang quay.

Hình 2.10a minh họa 3 dòng của tín hiệu video. Trong hình vẽ này, màu trắng được biểu diễn bằng hiệu điện thế dương nhỏ hơn và màu đen được biểu diễn bằng hiệu điện thế dương lớn hơn. Ví dụ, dòng 3 là dòng biểu diễn cấp độ sáng trung bình tại hầu hết các điểm và biểu diễn độ sáng trắng tại vài điểm ở giữa. Khi tia electron này hoàn thành một dòng quét từ trái sang phải, nó sẽ quay lại theo chiều ngang về biên trái để tiếp tục tiến trình quét dòng tiếp theo. Trong thời gian tia này quay lại, hình ảnh là màu đen đối với cả camera và TV. Thành phần tín hiệu biểu diễn quá trình

quay lại của tia electron là một xung điện dạng tín hiệu số và nó được gọi là “xung trống ngang” (“horizontal blanking pulse”). Để duy trì sự đồng bộ giữa thiết bị phát (camera) và thiết bị thu (TV), một xung đồng bộ (synchronization pulse) sẽ được gửi vào giữa mọi dòng quét của tín hiệu video. Xung đồng bộ này nằm trên đỉnh của xung trống tạo ra một tín hiệu số dạng bậc thang giữa các tính hiệu video tương tự liên tiếp nhau. Cuối cùng, khi tia electron này di chuyển đến đáy của màn hình, nó phải quay trở lại đỉnh và điều này yêu cầu các xung trống với thời gian diễn ra lớn hơn. Điều này được minh họa trên *hình 2.10b*. Xung trống dọc thực tế là một chuỗi các xung đồng bộ và các xung trống. Chi tiết về xung trống dọc không cần phải thảo luận ở đây.

Tiếp theo, ta hãy xét đến thời gian của hệ thống. Ở phần trước ta đã biết rằng có tổng cộng 483 dòng được quét với tốc độ 30 lần quét hoàn thành trong 1 giây. Đây là khoảng thời gian xấp xỉ với khoảng thời gian quay trở lại theo chiều dọc. Chuẩn thực tế của Mỹ là 525 dòng, nhưng trong số này, có 42 dòng bị mất trong quá trình quay trở lại theo chiều dọc. Do đó, tần số quét ngang là  $\frac{512 \text{ dòng}}{\frac{1}{30} \text{ giây} / 1 \text{ scan}} = 15750 \text{ dòng / giây}$  hoặc

$63,5\mu\text{s}$ . Trong  $63,5\mu\text{s}$  này, có  $11\mu\text{s}$  là thời gian quay trở lại theo chiều ngang. Như vậy, còn lại tổng cộng là  $52,5\mu\text{s}$  trên một dòng quét.



Hình 2.10 Tín hiệu video

Cuối cùng, ta sẽ tính toán dải thông cho tín hiệu video. Để làm được điều này, ta phải tính toán tần số lớn nhất và tần số nhỏ nhất của tín hiệu. Ta sẽ sử dụng suy luận

sau đây để tính toán tần số lớn nhất: Tần số lớn nhất sẽ xảy ra khi cảnh quay là cảnh đan xen liên tiếp giữa màu đen và màu trắng. Ta có thể tính toán giá trị tần số lớn nhất bằng cách xem độ phân giải của hình ảnh video là bao nhiêu. Theo chiều dọc, có 483 dòng, vì vậy, độ phân giải tối đa theo chiều dọc là 483. Kiểm nghiệm thực tế cho thấy độ phân giải tối đa chỉ bằng 70% độ phân giải này cho nên độ phân giải tối đa thực tế theo chiều dọc sẽ là 338 dòng. Vì tỷ lệ chiều rộng: chiều cao của màn hình TV là 4:3 cho nên độ phân giải tối đa theo chiều ngang sẽ là  $4 \times 338/3 = 450$  dòng. Trong trường hợp tồi nhất, một dòng quét sẽ bao gồm 450 thành phần đan xen giữa đen và trắng. Quá trình quét sẽ có kết quả là một dạng sóng với một chu kỳ của sóng sẽ bao gồm một mức hiệu điện thế cao (đen) và một mức hiệu điện thế thấp (trắng). Do đó, có  $450/2=225$  chu kỳ sóng trong  $52,5\mu s$ . Vì vậy tần số lớn nhất của tín hiệu này sẽ vào khoảng 4 MHz. Tần số nhỏ nhất của tín hiệu sẽ là khi tín hiệu chỉ có thành phần 1 chiều (dc) hoặc có giá trị bằng 0. Như vậy, tần số nhỏ nhất của tín hiệu là bằng 0. Do đó, dải thông của tín hiệu video sẽ là  $4 \text{ MHz} - 0 \text{ MHz} = 4 \text{ MHz}$ .

Phần chúng ta vừa thảo luận không xét đến các thành phần màu sắc và âm thanh của tín hiệu. Nếu tính đến cả các thành phần này thì tín hiệu video cũng vẫn chỉ có dải thông cỡ khoảng 4 MHz.

Cuối cùng, ví dụ thứ ba được đưa ra ở trên là một trường hợp chung của dữ liệu số. Thông thường, tín hiệu được sử dụng để biểu diễn loại dữ liệu này bao gồm 2 mức giá trị hiệu điện thế hằng, một mức giá trị cho bit 1 và mức còn lại cho bit 0. (Trong *Chương 4*, ta sẽ thấy đó chính là mã NRZ). Điều này, với từng trường hợp cụ thể sẽ phụ thuộc vào dạng sóng và trình tự các bit 1 và 0.

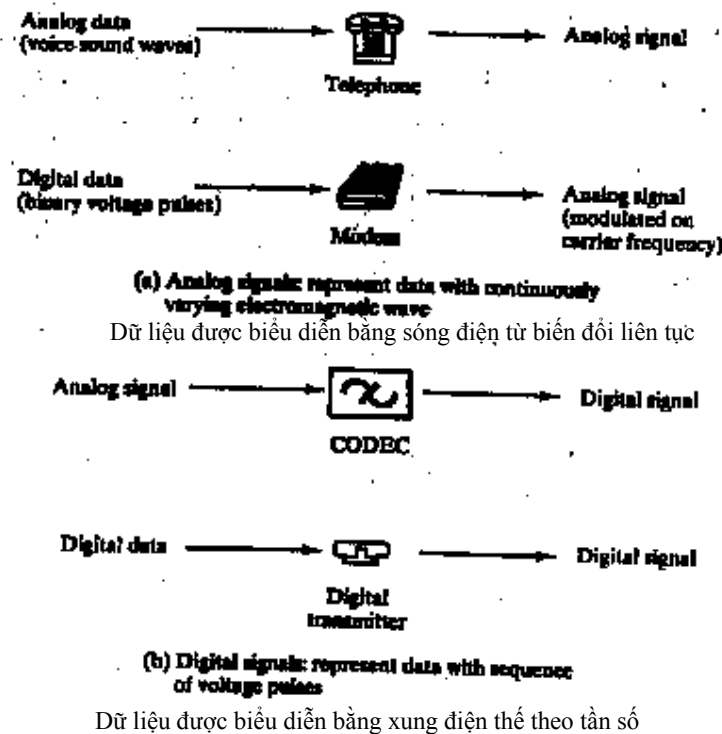
### **II.2.3. Mối quan hệ giữa dữ liệu và tín hiệu**

Trong phần trước, ta đã thấy các tín hiệu tương tự được sử dụng để biểu diễn dữ liệu tương tự và các tín hiệu số được sử dụng để biểu diễn dữ liệu số. Thông thường, dữ liệu tương tự là một hàm của thời gian và nó chiếm giữ một dải phổ tần số giới hạn; những dữ liệu loại này có thể được biểu diễn bằng một loại tín hiệu điện từ có cùng dải phổ. Dữ liệu số có thể được biểu diễn bằng các tín hiệu số, với các mức hiệu điện thế khác nhau tương ứng cho mỗi một số nhị phân.

*Hình vẽ 2.11* cho thấy rằng, không chỉ có hai trường hợp trên trong mối quan hệ giữa dữ liệu và tín hiệu. Dữ liệu số có thể được biểu diễn bằng các tín hiệu tương tự bằng cách sử dụng một bộ điều chế/giải điều chế (modem -modulator/demodulator). Modem sẽ chuyển đổi một chuỗi các xung điện nhị phân (2 mức hiệu điện thế) thành tín hiệu tương tự bằng cách điều chế dữ liệu số theo tần số của sóng mang. Tín hiệu kết quả sẽ có một dải phổ nhất định nào đó tập trung xung quanh tần số của sóng mang phù hợp với việc truyền sóng mang này qua môi trường truyền. Hầu hết các modem hiện nay đều biểu diễn dữ liệu số trong dải phổ của tiếng nói và do đó chúng cho phép sử dụng các đường điện thoại thông thường để truyền dữ liệu. Tại điểm cuối



của đường điện thoại, một modem thứ hai được sử dụng để giải điều chế tín hiệu nhận được thành dữ liệu ban đầu.



**Hình 2.11 Chuyển tín hiệu tương tự và tín hiệu số sang dữ liệu tương tự và dữ liệu số**

Để chuyển đổi dữ liệu tương tự thành các tín hiệu số, các bộ mã hóa/giải mã (codec – coder/decoder) sẽ được sử dụng. Bộ mã hóa sẽ lấy tín hiệu tương tự ở đầu vào và tìm cách xấp xỉ tín hiệu này bằng một chuỗi các bit nhị phân. Tại đầu thu, chuỗi bit này sẽ được sử dụng để xây dựng lại dữ liệu tương tự.

Cuối cùng, *Hình vẽ 2.11* nói lên rằng có thể mã hóa dữ liệu thành tín hiệu bằng nhiều phương pháp khác nhau. Ta sẽ trở lại chủ đề này trong *Chương 4*.

#### II.2.4. Công nghệ truyền.

Ta đã xem xét sự khác nhau và mối quan hệ giữa dữ liệu và tín hiệu ở phần trước. Trong phần này, ta sẽ thấy được sự khác nhau cũng như mối quan hệ giữa công nghệ truyền và tín hiệu.

Cả tín hiệu tương tự và tín hiệu số đều có thể truyền được qua các môi trường truyền dẫn thích hợp. *Bảng 2.1* tổng kết các công nghệ truyền. Với công nghệ truyền tương tự là công nghệ chỉ được sử dụng để truyền dữ liệu tương tự bằng cách chỉ thực hiện việc truyền dữ liệu tương tự đơn thuần mà không quan tâm đến nội dung của dữ liệu mà tín hiệu biểu diễn. Tín hiệu tương tự có thể sử dụng để biểu diễn cho cả dữ liệu tương tự và dữ liệu số. Trong cả hai trường hợp này, cường độ của tín hiệu tương tự sẽ yếu dần đi theo độ dài của đường truyền. Để đạt được khoảng cách truyền lớn hơn khoảng cách giới hạn do sự suy giảm cường độ tín hiệu, người ta sử dụng các bộ

khuyếch đại (amplifier) để khuếch đại cường độ của tín hiệu. Tuy nhiên khi khuếch đại cường độ của tín hiệu thì đồng thời cường độ của nhiễu đi kèm tín hiệu cũng bị khuếch đại. Vì vậy, khi sử dụng nhiều bộ khuếch đại trên đường truyền, tín hiệu sẽ ngày càng bị méo đi. Với dữ liệu tương tự, tác động của hiện tượng méo đôi chút vẫn còn có thể chấp nhận được nhưng đối với dữ liệu số thì méo sẽ tác động gây ra lỗi đối với dữ liệu cần truyền.

	<b>Tín hiệu tương tự</b>	<b>Tín hiệu số</b>
<b>Dữ liệu tương tự</b>	Có 2 phương pháp: (1): tín hiệu có cùng trải phổ với dữ liệu tương tự; (2): dữ liệu tương tự được mã hóa sang một trải phổ khác cho tín hiệu.	Dữ liệu tương tự được mã hóa bằng cách sử dụng một bộ codec để sinh ra chuỗi các bit số nhị phân.
<b>Dữ liệu số</b>	Dữ liệu số được điều chế bằng cách sử dụng một modem để sinh ra tín hiệu tương tự	Có 2 phương pháp: (1): tín hiệu có 2 mức hiệu điện thế biểu diễn 2 giá trị nhị phân; (2): dữ liệu số được mã hóa để sinh ra một tín hiệu số với các tính chất thích hợp.

**Bảng 2.1a** Mối quan hệ giữa dữ liệu và tín hiệu

	<b>Công nghệ truyền tương</b>	<b>Công nghệ truyền</b>
<b>Tín hiệu tương tự</b>	Tín hiệu tương tự được truyền qua các bộ khuếch đại; tín hiệu tương tự biểu diễn dữ liệu tương tự hay tín hiệu số đều được xử lý như nhau.	Coi như tín hiệu tương tự biểu diễn dữ liệu số. Tín hiệu được truyền qua các bộ lặp. Tại mỗi một bộ lặp, dữ liệu số được khôi phục và sử dụng để tái sinh tín hiệu tương tự mới để truyền đi.
<b>Tín hiệu số</b>	Không sử dụng	Tín hiệu số biểu diễn một chuỗi các bit 0 và 1. Tín hiệu này được truyền qua các bộ lặp. Tại mỗi một bộ lặp, chuỗi bit này được khôi phục từ đầu vào và được sử dụng để tái sinh tín hiệu số mới ở đầu ra.

**Bảng 2.1b** Mối quan hệ giữa tín hiệu và công nghệ

Ngược lại, công nghệ truyền số lại quan tâm đến nội dung của dữ liệu mà tín hiệu truyền biểu diễn. Ta chỉ có thể truyền tín hiệu số trong một phạm vi giới hạn về khoảng cách trước khi độ suy giảm cường độ tín hiệu làm cho thiết bị thu không thể nhận ra được ý nghĩa của tín hiệu. Để đạt được khoảng cách truyền lớn hơn khoảng

cách tới hạn này, người ta sử dụng các bộ lặp (repeater). Một bộ lặp sẽ nhận tín hiệu số ở đầu vào, lặp lại dạng các bit 1 và 0, sau đó phát sinh tín hiệu mới ở đầu ra.

Kỹ thuật tương tự như trên cũng được sử dụng đối với tín hiệu tương tự nếu coi rằng tín hiệu này biểu diễn dữ liệu số. Mỗi một bộ lặp khi nhận được tín hiệu tương tự ở đầu vào sẽ phân tích tín hiệu này để nhận biết được dữ liệu số mà nó biểu diễn. Sau đó, nó sẽ sử dụng dữ liệu số mà nó phân tích được để tái sinh tín hiệu tương tự ở đầu ra. Bằng cách làm này, vấn đề nhiễu tác động vào tín hiệu không còn bị tăng cường cường độ lên dần qua các thiết bị chuyển tiếp như đối với công nghệ truyền tương tự sử dụng các bộ khuếch đại.

Một câu hỏi tự nhiên sẽ phát sinh ở đây là đâu là công nghệ thích hợp cho việc truyền dữ liệu; câu trả lời đối với ngành công nghiệp truyền thông hiện tại và các khách hàng là công nghệ truyền số, mặc dù sự đầu tư cho cơ sở hạ tầng truyền thông tương tự đã là rất lớn ở thời gian trước. Ngày nay, kể cả các hệ thống truyền thông ở khoảng cách lớn cũng như các dịch vụ truyền thông khoảng cách gần đều đang chuyển dần sang công nghệ truyền số và nếu có thể là các kỹ thuật tín hiệu số. Các lý do quan trọng của việc chuyển đổi này là:

- **Công nghệ số (Digital Technology):** Sự phát triển của công nghệ tích hợp cao (LSI – Large Scale Integration) và công nghệ tích hợp cực cao (VLSI – Very Large Scale Integration) đã làm cho giá thành của các mạch số giảm rất mạnh. Các thiết bị tương tự không có được lợi thế trong cuộc giảm giá này.
- **Độ toàn vẹn dữ liệu (Data Integrity):** Bằng việc sử dụng các bộ lặp thay cho các bộ khuếch đại, hiệu ứng của nhiễu và các nhân tố khác tác động xấu đến tín hiệu và dữ liệu đã được giảm rất nhiều. Điều này cho phép truyền dữ liệu với khoảng cách truyền rất xa trên các môi trường truyền có chất lượng không cao bằng công nghệ số trong khi vẫn đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu. Chi tiết này sẽ được làm rõ trong phần 2.3.
- **Khả năng sử dụng băng thông (Capacity utilization):** Bài toán xây dựng các liên kết có băng thông rất lớn, bao gồm các kênh vệ tinh và các kết nối cáp quang là một bài toán kinh tế. Với các hệ thống này, việc áp dụng các kỹ thuật dồn kênh ở mức độ cao là rất cần thiết để đảm bảo việc tận dụng băng thông lớn của nó. Điều này có thể được thực hiện đối với công nghệ số một cách dễ dàng hơn và rẻ hơn so với công nghệ tương tự. Kỹ thuật này được trình bày chi tiết trong chương 7.
- **Khả năng bảo mật (Security and privacy):** Các kỹ thuật mã hóa (encryption) có thể dễ dàng áp dụng đối với dữ liệu số và dữ liệu tương tự đã được số hóa.
- **Khả năng tích hợp (Integration):** Bằng cách xem như cả dữ liệu tương tự và dữ liệu số đều là dữ liệu số, mọi tín hiệu sẽ đều có chung dạng và có thể truyền

tương tự như nhau. Do đó, khả năng tích hợp dữ liệu âm thanh, video và dữ liệu số đem lại tính kinh tế và sự tiện lợi rất lớn cho người sử dụng.

### **II.3. Các yếu tố ảnh hưởng đến tín hiệu (Transmission impairments).**

Với bất kỳ một hệ thống truyền thông nào, một điều dễ nhận thấy là tín hiệu các thiết bị thu nhận được sẽ khác do với tín hiệu ban đầu được truyền đi do các yếu tố ảnh hưởng đến tín hiệu. Với các tín hiệu tương tự, các yếu tố này sẽ gây ra một loại các thay đổi ngẫu nhiên làm giảm chất lượng của tín hiệu. Với tín hiệu số, các lỗi bit (bit error) sẽ sinh ra (bit 1 chuyển thành bit 0 và ngược lại). Trong phần này, ta sẽ đề cập đến một loạt các yếu tố làm ảnh hưởng đến tín hiệu và bình luận về hiệu ứng của chúng trên băng thông mang thông tin của một kênh truyền tin.

Có 3 yếu tố chính làm ảnh hưởng đến tín hiệu:

- Suy giảm cường độ tín hiệu và méo do suy giảm cường độ (Attenuation and attenuation distortion).
- Méo do trễ (Delay distortion)
- Nhiễu (Noise)

#### **II.3.1. Sự suy giảm cường độ tín hiệu**

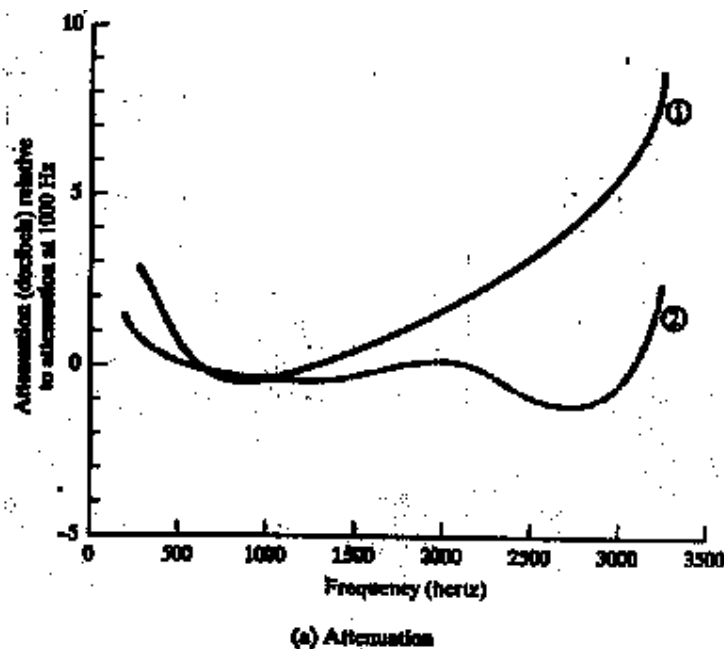
Cường độ của tín hiệu sẽ giảm dần theo độ dài khi tín hiệu di chuyển qua bất cứ một môi trường truyền nào. Với các môi trường truyền hữu tuyến (guided medium), độ suy giảm cường độ tín hiệu này được biểu diễn bằng một hằng số của decibel trên một đơn vị khoảng cách. Với các môi trường truyền vô tuyến (unguided medium), độ suy giảm này là một hàm phức tạp của khoảng cách và áp suất. Đối với các kỹ sư truyền thông, có 3 vấn đề cần quan tâm đối với sự suy giảm cường độ tín hiệu. Thứ nhất, một tín hiệu khi thu được phải có cường độ đủ mạnh để mạch điện tử trong thiết bị thu có thể phát hiện và thông dịch ý nghĩa của tín hiệu. Thứ hai, tỷ lệ cường độ tín hiệu trên nhiễu phải đủ lớn để loại trừ lỗi khi thu tín hiệu. Thứ ba, độ suy giảm cường độ tín hiệu là một hàm tăng theo tần số tín hiệu.

Vấn đề thứ nhất và thứ hai được giải quyết bằng cách sử dụng các bộ khuếch đại hoặc các bộ lặp. Đối với một liên kết điểm-điểm, cường độ tín hiệu của thiết bị phát phải đủ mạnh để thiết bị thu có thể nhận và thông dịch được tín hiệu nhưng không được quá mạnh để làm cho các mạch phát bị quá tải (overload). Nếu các mạch phát bị quá tải thì sẽ gây ra hiện tượng méo cho tín hiệu sinh ra. Theo độ dài của khoảng cách truyền, cường độ của tín hiệu sẽ bị giảm dần đến giới hạn có thể chấp nhận được. Tại đây, các bộ khuếch đại hoặc bộ lặp sẽ được sử dụng để tăng cường cường độ của tín hiệu từ điểm này đến điểm kế tiếp. Các vấn đề này sẽ trở nên phức tạp hơn đối với các đường truyền đa điểm nơi mà khoảng cách từ thiết bị phát đến thiết bị thu không cố định.

Vấn đề thứ ba phải được đặc biệt chú ý đến đối với các tín hiệu tương tự. Bởi vì độ suy giảm cường độ tín hiệu biến đổi theo hàm của tần số nên tín hiệu sẽ bị méo làm cho khả năng thông dịch tín hiệu giảm xuống. Để giải quyết vấn đề này, các kỹ thuật hiện tại thực hiện kỹ thuật cân bằng độ suy giảm cường độ tín hiệu qua dải tần truyền. Điều này được thực hiện trong các đường điện thoại bằng cách sử dụng các cuộn nạp xoắn để thay đổi tính chất điện của đường truyền. Một cách tiếp cận khác là sử dụng các bộ khuếch đại có tính chất chỉ khuếch đại các tần số cao nhiều hơn là khuếch đại các tần số thấp.

Một ví dụ được đưa ra trong *Hình 2.12a*. Hình vẽ này cho thấy độ suy giảm cường độ tín hiệu là một hàm của tần số đối với các đường truyền leased line. Trong hình vẽ này, độ suy giảm cường độ tín hiệu được đo theo quan hệ với độ suy giảm cường độ tại tần số 1000 Hz. Các giá trị dương trên trục y biểu diễn độ suy giảm lớn hơn độ suy giảm tại tần số 1000 Hz. Tại một tần số  $f$  bất kỳ, công thức tính độ suy giảm của tín hiệu là:

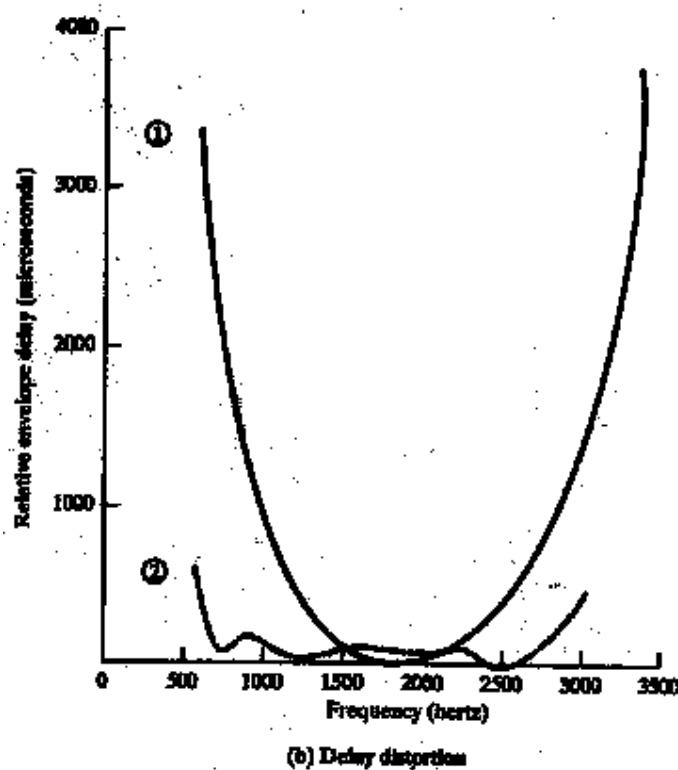
$$N_f = -10 \log_{10} \frac{P_f}{P_{1000}}$$



Hình 2.12a Sự suy giảm

Đường liền nét trong *Hình 2.12a* biểu diễn độ suy giảm cường độ tín hiệu khi không có sự cân bằng. Như ta thấy trong hình vẽ, các thành phần tần số tại các điểm cuối có độ suy giảm cường độ tín hiệu cao hơn các thành phần tần số thấp hơn trong dải thông tiếng nói. Điều này rõ ràng sẽ gây ra méo đối với tín hiệu khi nhận được. Đường nét đứt biểu diễn hiệu ứng của kỹ thuật cân bằng cường độ suy giảm tín hiệu. Đường nét đứt này có hình dáng phẳng hơn so với đường liền nét. Vì vậy, chất lượng

của tín hiệu sẽ tốt hơn và đồng thời nó cũng cho phép đạt được tốc độ truyền dữ liệu cao hơn đối với dữ liệu số truyền qua modem.



Hình 2.12b Méo do trễ

Đối với tín hiệu số, hiện tượng méo do suy giảm cường độ tín hiệu gây tác động ít hơn. Như ta thấy trên hình 2.12b, cường độ tín hiệu suy giảm một cách nhanh chóng khi tần số tín hiệu tăng lên; hầu hết nội dung của tín hiệu tập trung xung quanh tần số cơ bản của tín hiệu.

### II.3.2. Méo do trễ

Méo do trễ là một hiện tượng đặc biệt đối với môi trường truyền hữu tuyến. Hiện tượng méo này sinh ra bởi vì vận tốc truyền tín hiệu qua môi trường truyền hữu tuyến biến đổi khi tần số của tín hiệu thay đổi. Đối với một tín hiệu có dải thông giới hạn, vận tốc này có khuynh hướng đạt được giá trị lớn nhất tại các tần số gần với tần số cơ bản và giảm dần đối với các tần số nằm về hai phía biên của dải thông. Do đó, khi tín hiệu bao gồm nhiều thành phần tần số khác nhau thì các thành phần này của tín hiệu sẽ di chuyển đến thiết bị thu tại các thời điểm khác nhau.

Hiện tượng méo do trễ là một hiện tượng rất quan trọng cần tính đến đối với dữ liệu số. Ta hãy xét một chuỗi bit đang được truyền bằng tín hiệu tương tự hoặc số. Vì hiện tượng méo do trễ, một vài thành phần của tín hiệu của một bit sẽ rút lại vào các bit phía sau gây ra hiện tượng làm giới hạn tốc độ truyền bit tối đa.

### II.3.3. Nhiễu.

Đối với bất kỳ một sự kiện truyền dữ liệu nào, tín hiệu nhận được sẽ gồm có tín hiệu được truyền đi và bị sửa đổi bởi nhiều loại méo gây ra bởi hệ thống truyền, cộng thêm với các tín hiệu không mong muốn từ bên ngoài tác động vào trong quá trình truyền. Tóm lại, các tín hiệu không mong muốn được coi là các loại nhiễu – một nguyên nhân chính làm giảm hiệu năng của các hệ thống truyền thông.

Nhiễu được chia thành 4 loại chính:

- Nhiễu nhiệt (thermal noise)
- Nhiễu điều chế (intermodulation noise)
- Nhiễu xuyên âm (crosstalk).
- Nhiễu xung lực (impulse noise)

Nhiễu nhiệt là loại nhiễu gây ra bởi hiện tượng chuyển động của các electron do nhiệt độ trong vật dẫn. Loại nhiễu này có trong mọi thiết bị điện tử và các môi trường truyền dẫn. Nó là một hàm của nhiệt độ. Nhiễu nhiệt được phân bố một cách đồng đều trên toàn bộ dải phổ tần số và do đó người ta gọi nó là “nhiễu trắng” (white noise). Không thể nào loại trừ hay hạn chế được loại nhiễu này và do đó nó nằm phía ngoài biên của hiệu năng của các hệ thống truyền thông. Lượng nhiễu nhiệt có trong 1 Hz dải thông của bất kỳ một vật dẫn nào đều được tính theo công thức:  $N_0 = kT$

*Trong đó:*

$N_0$  là độ đo cường độ nhiễu, đơn vị: watts/hertz.

$k$  là hằng số Boltzmann =  $1.3803 \times 10^{-23}$  J/ $^0$ K

$T$  là nhiệt độ, tính bằng độ đo Kelvin.

Theo công thức trên, ta thấy nhiễu nhiệt phụ thuộc vào tần số. Do đó, đối với một tín hiệu có dải thông là  $W$  (Hz) thì cường độ nhiễu nhiệt tác động vào tín hiệu sẽ là:

$$N = k T W \text{ (watts/Hz)}$$

Nếu tính theo đơn vị decibel-watts thì:

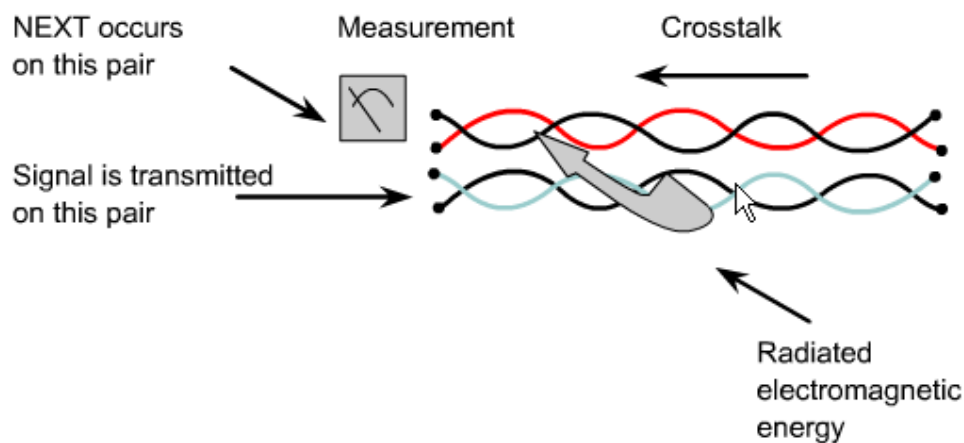
$$N = 10 \log k + 10 \log T + 10 \log W = -228.6 \text{ dBW} + 10 \log T + 10 \log W$$

Khi các tín hiệu có tần số khác nhau chia sẻ chung một môi trường truyền thì kết quả là sẽ sinh ra nhiễu điều chế. Hiệu ứng của loại nhiễu điều chế này làm sinh ra một tín hiệu có tần số bằng tổng hoặc tích các tần số của 2 tín hiệu gốc. Ví dụ, việc truyền đồng thời hai tín hiệu  $f_1$  và  $f_2$  sẽ sinh ra một tín hiệu nhiễu có tần số là  $f_1 + f_2$ .

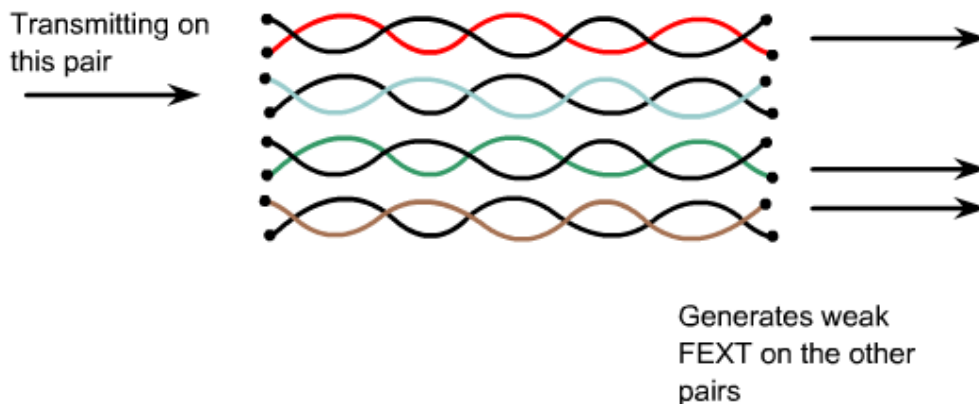
Nhiễu điều chế sinh ra khi có các hiện tượng không tuyến tính (nonlinear) trong các thiết bị phát, thiết bị thu hoặc hệ thống truyền. Thông thường, các thành phần này hoạt động như là các hệ thống tuyến tính; đó là giá trị đầu ra bằng với giá trị đầu vào nhân với hằng số. Trong một hệ thống không tuyến tính, giá trị đầu ra là một hàm phức tạp của giá trị đầu vào. Hiện tượng không tuyến tính này xảy ra do các thành

phần hoạt động không đúng chức năng (malfunction) hoặc do việc sử dụng các tín hiệu có cường độ quá lớn.

Nhiều xuyên âm là hiện tượng giống như khi một người đang gọi điện thoại lại nghe được một cuộc hội thoại khác trong cuộc hội thoại của mình. Đó là hiệu ứng xảy ra giữa các cặp dây đôi xoắn đặt cạnh nhau hoặc do tác động của sóng vi ba (microwave) lên các vật dẫn vô tình đóng vai trò là các ăngten thu sóng. Có 3 loại nhiễu xuyên âm đối với các trường hợp các cặp dây đôi xoắn đặt cạnh nhau là nhiễu xuyên âm dạng đầu gần (NEXT - Near-End Crosstalk), nhiễu xuyên âm dạng đầu xa (FEXT - Far-End Crosstalk) và nhiễu xuyên âm tổng đầu gần (PSNEXT – Power Sum NEXT)

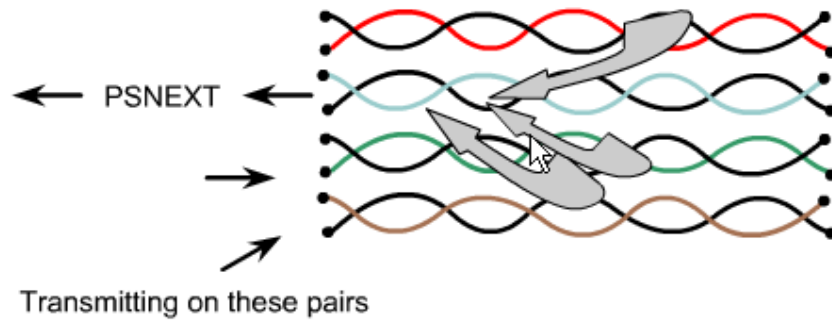


**Hình 2.13a Nhiễu xuyên âm dạng đầu gần**



**Hình 2.13b Nhiễu xuyên âm dạng đầu xa**

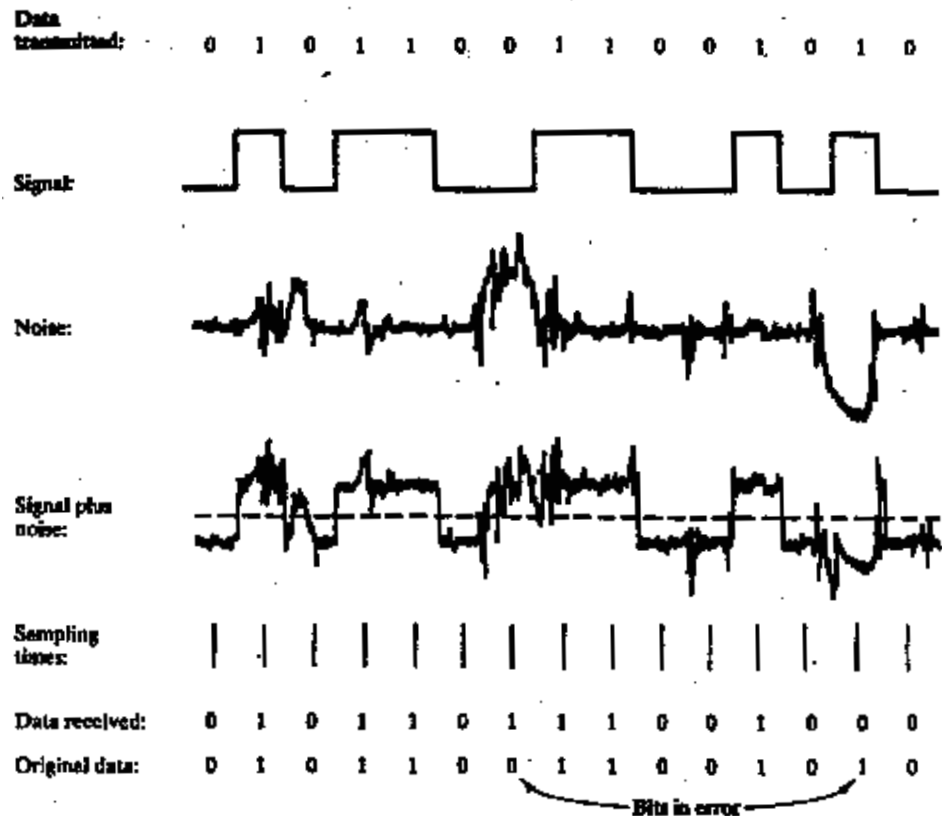




**Hình 2.13c Nhiều xuyên âm dạng tổng đầu gần**

Tất cả các loại nhiễu được đề cập ở trên đều có thể dự đoán được về dạng và cường độ tác động của chúng. Điều này cho phép các kỹ sư của các hệ thống truyền thông có thể đối phó được với chúng. Tuy nhiên, nhiễu xung lực là một loại nhiễu không liên tục (noncontinuous), gồm các xung bất thường xảy ra trong một khoảng thời gian ngắn và có biên độ rất cao. Loại nhiễu này được sinh ra do nhiều nguyên nhân khác nhau về nhiễu điện từ chẳng hạn như sóng ánh sáng hoặc các điểm rò rỉ điện năng trong các hệ thống truyền thông.

Nhiễu xung lực thường chỉ là một loại nhiễu gây tác động xấu không nhiều đối với dữ liệu tương tự. Ví dụ, việc truyền âm thanh có thể bị ngắt quãng một thời gian rất ngắn nhưng không làm ảnh hưởng đến khả năng hiểu âm thanh của người nghe. Tuy nhiên, nhiễu xung lực lại là một nguồn gây lỗi chính đối với các hệ thống truyền thông số. Ví dụ, một năng lượng mạnh tác động ngắn trong khoảng thời gian 0.01 giây không đủ làm phá hủy toàn bộ dữ liệu âm thanh nhưng cũng đủ để xóa đi 50 bit dữ liệu đang được truyền với tốc độ 4800 pbs. Hình 2.14 là một ví dụ về hiệu ứng của nó lên một tín hiệu số. Ở đây nhiễu bao gồm cả nhiễu nhiệt cộng với nhiễu xung lực. Dữ liệu số được khôi phục từ tín hiệu bằng cách lấy mẫu (sampling) tín hiệu nhận được tại thiết bị thu theo chu kỳ một lần lấy mẫu trên một khoảng thời gian định thời bit (bit time). Như ta thấy trên hình vẽ, nhiễu này làm thay đổi các bit 1 thành 0 và ngược lại với tần suất tương đối lớn.



Hình 2.14 Ảnh hưởng của tạp nhiễu lên một tín hiệu số

#### II.3.4. Khả năng truyền tải của kênh truyền (Channel Capacity).

Như ta đã thấy, có một loạt các yếu tố làm ảnh hưởng đến tín hiệu làm méo hoặc phá hủy tín hiệu. Với tín hiệu số, câu hỏi đặt ra ở đây là các yếu tố này tác động vào tốc độ truyền dữ liệu ra sao đối với các môi trường truyền? Tốc độ truyền dữ liệu qua một con đường truyền thông (communication path) hay một kênh truyền (channel) với các điều kiện cho trước được gọi là khả năng truyền tải của kênh truyền.

Có 4 khái niệm mà ở đây chúng ta sẽ tìm mối quan hệ với nhau:

- **Tốc độ truyền dữ liệu:** Đây là tốc độ được tính bằng đơn vị bits trên giây (bps) mà dữ liệu có thể truyền đi được.
- **Dải thông:** Đây là dải thông của tín hiệu được truyền có ràng buộc với thiết bị truyền và bản chất tự nhiên của môi trường truyền, được tính bằng số chu kỳ trên giây (cycles per second) hoặc hertz.
- **Nhiều:** Mức độ trung bình của nhiễu qua con đường truyền thông.
- **Tỷ lệ lỗi:** Tỷ lệ xảy ra lỗi, trong đó 1 lần lỗi xảy ra là khi truyền bit 1 mà lại nhận được bit 0 hoặc ngược lại.

Vấn đề mà chúng ta gặp phải là: Các thiết bị truyền thông thường có giá thành tỷ lệ thuận với dải thông mà chúng hỗ trợ. Hơn nữa, mọi kênh truyền trên thực tế đều

có giới hạn về dải thông. Những sự giới hạn này do các tính chất vật lý của kênh truyền sinh ra hoặc do giới hạn đã được tính toán trước tại các thiết bị truyền để tránh khỏi các nguồn gây nhiễu khác. Vì những lý do trên, chúng ta muốn sử dụng một cách có hiệu quả một kênh truyền với dải thông cho trước. Đối với dữ liệu số, điều này có nghĩa là ta mong muốn đạt được tốc độ truyền dữ liệu cao nhất có thể tại một giới hạn xác định về tỷ lệ lỗi đối với một dải thông cho trước. Sự ràng buộc chính để đạt được độ hiệu quả này chính là nhiễu.

Để bắt đầu chúng ta hãy xét một kênh truyền không có nhiễu. Trong môi trường này, sự giới hạn về tốc độ truyền dữ liệu đơn giản là do dải thông của tín hiệu. Phát biểu toán học Nyquist về mối quan hệ giữa tốc độ truyền dữ liệu và dải thông của tín hiệu là: Nếu tốc độ truyền dữ liệu của tín hiệu là  $2W$  thì tín hiệu chỉ cần có dải thông là  $W$  là đủ để mang tín hiệu qua môi trường truyền. Phát biểu ngược lại cũng đúng trong trường hợp này: Nếu dải thông của tín hiệu là  $W$  thì tốc độ truyền dữ liệu tối đa của tín hiệu là  $2W$ . Kết quả này rất quan trọng đối với việc phát triển các mô hình mã hóa dữ liệu từ số sang tương tự và được trình bày chi tiết trong phụ lục 4A.

Ở đoạn trên, ta đã nói đến mối quan hệ giữa tốc độ truyền dữ liệu và dải thông của tín hiệu. Nếu các tín hiệu được truyền dạng nhị phân (hai mức hiệu điện thế) thì tốc độ truyền dữ liệu của tín hiệu có dải thông  $W$  Hz là  $2W$  bps. Ví dụ, xét một kênh truyền thoại qua modem để truyền dữ liệu số. Giả sử dải thông là 3100 Hz thì dải thông  $C$  của kênh truyền là  $2W=6200$  bps. Tuy nhiên, nếu ta xem trong chương 4, ta sẽ thấy rằng có các loại tín hiệu có nhiều hơn 2 mức hiệu điện thế được sử dụng; đó là mỗi thành phần tín hiệu có thể biểu diễn được nhiều hơn 1 bit. Ví dụ, nếu 4 mức hiệu điện thế có thể thực hiện được trong tín hiệu thì mỗi một thành phần tín hiệu có thể biểu diễn được 2 bit. Phát biểu Nyquist trong trường hợp này sẽ là:

$$C = 2W \log_2 M$$

trong đó  $M$  là số mức hiệu điện thế có thể có trong tín hiệu. Do đó, trong một số modem sử dụng hệ số  $M=8$ , giá trị  $C=18600$  bps.

Theo nguyên tắc trên, với một dải thông cho trước, tốc độ truyền dữ liệu của tín hiệu có thể tăng lên bằng cách tăng số lượng thành phần tín hiệu (số mức hiệu điện thế). Tuy nhiên điều này làm tăng gánh nặng đối với các thiết bị thu: Thay vì việc chỉ cần phân biệt hai mức giá trị khác nhau của tín hiệu, thiết bị thu phải phân biệt 1 trong  $M$  mức khác nhau của tín hiệu. Nhiễu và các yếu tố ảnh hưởng đến tín hiệu sẽ giới hạn giá trị  $M$ .

Bây giờ ta sẽ xét đến mối quan hệ giữa tốc độ truyền dữ liệu với nhiễu và tỷ lệ lỗi. Mối quan hệ này có thể nhận biết bằng trực giác bằng cách quay lại theo dõi Hình 2.15. Sự có mặt của nhiễu có thể phá hỏng 1 hay nhiều bit theo một mẫu xác định của nhiễu. Nếu tốc độ truyền dữ liệu tăng lên thì các bit trở thành “ngắn hơn”, vì vậy nhiễu

bit có thể bị tác động trong một mẫu xác định của nhiễu. Do đó, với một dạng mức độ nhiễu xác định, nếu tốc độ truyền dữ liệu càng cao thì tỷ lệ lỗi xảy ra sẽ càng lớn.

Tất cả các khái niệm này đều được tính toán theo công thức toán học Shannon. Như chúng ta đã thấy, nếu tốc độ truyền dữ liệu càng cao thì ảnh hưởng của nhiễu đến tín hiệu càng lớn. Với một cấp độ nhiễu cho trước, ta hy vọng rằng với cường độ tín hiệu lớn hơn, có thể tăng cường khả năng đọc chính xác dữ liệu nhận được với sự có mặt của nhiễu tại các thiết bị thu. Tham số chính đưa ra trong suy luận này là tỷ lệ tín hiệu/nhiễu (signal-to-noise ratio) S/N. Giá trị S/N là tỷ lệ của cường độ tín hiệu trên giá trị cường độ nhiễu tại một điểm xác định trên đường truyền. Thông thường, tỷ lệ này được đo tại thiết bị thu. Để dễ biểu diễn về mặt giá trị, tỷ lệ này thường được tính theo đơn vị decibel:

$$(S/N)_{dB} = 10 \log \frac{\text{Cường độ tín}}{\text{Cường độ nhiễu}}$$

Nếu giá trị S/N càng lớn thì có nghĩa là chất lượng tín hiệu càng cao và số lượng các bộ lặp trung gian cần thiết sẽ càng ít.

Tỷ lệ tín hiệu/nhiễu là rất quan trọng trong các hệ thống truyền dữ liệu số bởi vì nó thiết lập giới hạn biên trên của tốc độ truyền dữ liệu có thể đạt được. Công thức Shannon được sử dụng để tính toán khả năng truyền lớn nhất của kênh truyền theo đơn vị bit trên giây:

$$C = W \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

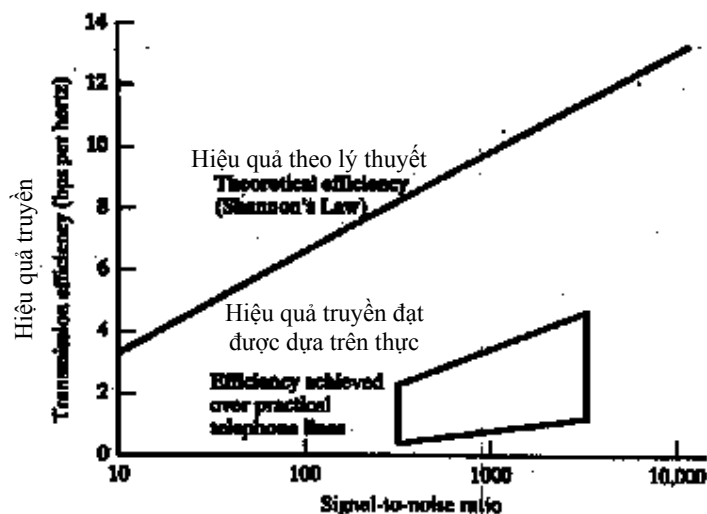
Trong công thức này, C là khả năng truyền của kênh truyền tín theo đơn vị bit trên giây và W là dải thông của kênh truyền tính theo đơn vị hertz. Ví dụ, xét một kênh thoại đang được sử dụng qua modem để truyền dữ liệu số. Giả sử dải thông của kênh là 3100 Hz. Giá trị S/N là 30 dB hay tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu là 1000:1. Ta có:

$$C = 3100 \log_2 (1 + 1000) = 30894 \text{ bps}$$

Trên thực tế, tốc độ truyền dữ liệu bao giờ cũng nhỏ hơn tốc độ truyền được tính theo công thức của định luật Shannon bởi vì công thức này không tính đến các yếu tố khác làm ảnh hưởng đến tín hiệu như nhiễu nhiệt, nhiễu xung lực, sự suy giảm cường độ tín hiệu và méo do trễ.

Khả năng truyền của kênh được tính theo công thức trên còn được gọi là khả năng truyền không lỗi (error-free capacity). Shannon đã chứng minh được rằng nếu tốc độ truyền dữ liệu thực tế của kênh nhỏ hơn khả năng truyền không lỗi thì về mặt nguyên tắc có thể sử dụng một loại mã tín hiệu thích hợp để đạt được khả năng truyền không lỗi của kênh. Thật không may là định lý Shannon lại không chỉ ra cách tìm loại mã như vậy mà nó chỉ cung cấp một tiêu chuẩn so sánh để đo hiệu năng truyền thông thực tế.

Độ đo tính hiệu quả của một kênh truyền số là tỷ lệ  $C/W$ , được tính theo đơn vị bps trên hertz. Hình vẽ 2.15 minh họa định luật về tính hiệu quả của một kênh truyền. Nó cũng cho ta thấy các kết quả thực tế đạt được đối với các kênh thoại thông thường.



Hình 2.15 Hiệu quả truyền theo lý thuyết và thực tế

Có thể rút ra nhiều nhận xét liên quan đến công thức trên. Với một mức độ nhiễu cho trước, để tăng tốc độ truyền dữ liệu người ta sẽ tăng cường độ tín hiệu hoặc tăng dải thông. Tuy nhiên, khi cường độ của tín hiệu tăng lên dẫn đến hiện tượng không tuyến tính xuất hiện trong hệ thống làm cho khả năng tác động của nhiễu điều chế tăng lên. Cũng cần chú ý là, vì nhiễu được giả định là nhiễu trắng cho nên khi dải thông càng rộng thì càng nhiễu nhiễu xuất hiện trong hệ thống. Vì vậy, khi giá trị  $W$  tăng lên, tỷ lệ  $S/N$  sẽ giảm đi.

Cuối cùng, ta đề cập đến một tham số có liên quan tới tỷ lệ  $S/N$  để thuận lợi hơn trong việc xác định tốc độ truyền dữ liệu số và tỷ lệ lỗi. Tham số này là tỷ lệ của năng lượng tín hiệu trên một bit đối với giá trị cường độ nhiễu trên một hertz được ký hiệu là  $E_b/N_0$ . Xét một tín hiệu số hoặc tương tự chứa dữ liệu số nhị phân được truyền tại tốc độ truyền bit xác định  $R$ . Cần nhắc lại là  $1W = 1 \text{ J/s}$ , năng lượng tín hiệu trên bit được cho bởi công thức  $E_b = S \cdot T_b$ , trong đó  $S$  là cường độ tín hiệu và  $T_b$  là thời gian cần thiết để truyền một bit. Tốc độ truyền bit  $R$  được tính bằng công thức  $R = 1/T_b$ . Do đó:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S/R}{N_0} = \frac{S}{kTR}$$

Nếu tính theo decibel thì công thức trên sẽ trở thành:

$$\frac{E_b}{N_0} = S - 10 \log R + 228,6 \text{ dBW} - 10 \log T$$

### *Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin*

Tỷ lệ  $E_b/N_0$  là rất quan trọng bởi vì tỷ lệ lỗi bit đối với dữ liệu số là một hàm của tỷ lệ này. Với một giá trị  $E_b/N_0$  cho trước, nếu cần tính tỷ lệ lỗi thích hợp thì các tham số trong công thức trên có thể được lựa chọn. Chú ý rằng khi tỷ lệ  $R$  tăng lên thì cường độ tín hiệu truyền, có quan hệ với nhiễu, cũng phải tăng lên để duy trì tỷ lệ  $E_b/N_0$  thích hợp.

Để hiểu sâu hơn về kết quả này, chúng ta hãy cùng quay lại Hình 2.15. Tín hiệu ở đây là tín hiệu số nhưng suy luận có thể giống với tín hiệu tương tự. Trong một vài trường hợp, nhiễu có thể đủ để thay đổi giá trị của một bit. Bây giờ, nếu tốc độ truyền dữ liệu tăng lên gấp đôi, thời gian của tất cả các bit đều bị co lại và với cùng một mẫu nhiễu cho trước nào đó, có thể phá hủy đồng thời 2 bit chứ không phải là 1 bit như trường hợp trước khi tăng tốc độ truyền. Do đó, với ràng buộc giữa cường độ tín hiệu và cường độ nhiễu, khi ta tăng tốc độ truyền dữ liệu thì cũng đồng nghĩa với việc tăng tỷ lệ lỗi đối với dữ liệu được truyền đi.

*Ví dụ:*

Đối với phương pháp điều chế dịch pha (trong chương 4), tỷ lệ  $E_b/N_0 = 8,4$  dB là cần thiết cho tỷ lệ lỗi là  $10^{-4}$ . Nếu nhiệt độ trong phòng là  $290^0\text{K}$  và tốc độ truyền dữ liệu là 2400 bps. Hỏi cường độ tín hiệu yêu cầu phải là bao nhiêu?

Ta có:

$$\begin{aligned} 8,4 &= S(\text{dBW}) - 10 \log 2400 + 228,6 \text{ dBW} - 10 \log 290 \\ &= S(\text{dBW}) - (10)(3,38) + 228,6 - 10(2,46) \\ \rightarrow S &= -161,8 \text{ dBW} \end{aligned}$$

## CHƯƠNG III - CÁC MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DẪN

### III.1. Tổng quan

Các môi trường truyền dẫn là các đường truyền vật lý giữa thiết bị truyền và thiết bị thu trong một hệ thống truyền dữ liệu. Môi trường truyền dẫn có thể được phân loại thành dạng môi trường truyền hữu tuyến và môi trường truyền vô tuyến. Trong cả hai trường hợp, việc truyền thông được thực hiện nhờ các dạng sóng điện từ. Với các môi trường truyền dẫn hữu tuyến, sóng điện từ được dẫn hướng dọc theo môi trường vật chất cấu tạo nên môi trường truyền dẫn chẳng hạn như cáp đôi xoắn đồng, cáp đồng trục và cáp quang. Áp suất và không gian là các ví dụ điển hình về môi trường truyền dẫn vô tuyến. Với loại môi trường này, sóng điện từ sẽ không dẫn hướng sóng điện từ khi truyền. Dạng truyền thông sử dụng môi trường truyền dẫn vô tuyến còn được gọi là truyền thông không dây (wireless transmission).

Các đặc tính và chất lượng của hệ thống truyền dữ liệu phụ thuộc vào cả đặc tính của các môi trường truyền và đặc tính của tín hiệu. Trong trường hợp môi trường truyền hữu tuyến, bản thân môi trường truyền là quan trọng hơn khi xác định các giới hạn của hệ thống truyền.

Với môi trường truyền vô tuyến, dải thông của tín hiệu do antenna phát sinh ra là quan trọng hơn môi trường truyền trong việc xác định các đặc tính của hệ thống truyền. Một trong các đặc tính quan trọng của các tín hiệu do antenna phát ra là tính có hướng. Thông thường, các tín hiệu có tần số càng thấp thì càng ít có khả năng truyền theo tiêu điểm nghĩa là kiểu truyền của chúng theo kiểu lan tỏa (omnidirectional). Khi tín hiệu có tần số càng cao thì càng có khả năng truyền theo tiêu điểm.

Khi xem xét để thiết kế tín hiệu cho các hệ thống truyền, các mối quan tâm chính quan trọng là tốc độ truyền dữ liệu và khoảng cách truyền. Tín hiệu có tốc độ truyền càng cao và khoảng cách truyền càng lớn thì được đánh giá là càng tốt. Có một số các yếu tố sau liên quan đến các môi trường truyền dẫn và được sử dụng để xác định tốc độ truyền dữ liệu và khoảng cách truyền:

**Dải thông (bandwidth):** Dải thông của tín hiệu càng lớn thì tín hiệu càng có khả năng truyền dữ liệu với tốc độ càng cao.

**Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu (Transmission impairments):** Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu chẳng hạn như sự suy giảm cường độ tín hiệu làm giới hạn khoảng cách truyền. Với môi trường truyền hữu tuyến, cáp đôi xoắn thường bị ảnh hưởng nhiều yếu tố ảnh hưởng hơn so với cáp đồng trục và cáp đồng trục bị ảnh hưởng nhiều hơn so với cáp quang.

**Nhiễu(interference):** interference from competing signals in overlapping frequency bands can distort or wipe out a signal. Interference is of particular concern for unguided media, but it is also a problem with guided media. For guided media, interference can be caused by emanations from nearby cables. For example, twist pair are often bundled together, and conduits often carry multiple cables. Interference can also be experienced from unguided transmission. Proper shielding of a guided medium can minimize this problem.

**Number of receivers:** A guided medium can be used to construct a point to point link or a shared link with multiple attachments. In the latter case, each attachment introduces some attenuation and distortion on the line, limiting distance and/or data rate.

**Số lượng các máy thu:** Một môi trường truyền hữu tuyến có thể được sử dụng để tạo ra một liên kết điểm – điểm hoặc có thể được liên kết với các thiết bị kết nối khác. Liên quan đến hành động này là do việc giới hạn khoảng cách và/hoặc tốc độ truyền dữ liệu dẫn đến việc suy giảm và bóp méo tín hiệu trên đường truyền.

### III.2. Môi trường truyền

Môi trường truyền là con đường vật lý nối giữa thiết bị phát và thiết bị thu. Những đặc tính và chất lượng của dữ liệu truyền được quyết định bởi tính chất tín hiệu và môi trường truyền. Môi trường truyền có thể là truyền dẫn định hướng hoặc không định hướng. Trong cả hai trường hợp sự liên lạc đều dùng sóng điện từ. Trong trường hợp *Truyền có định hướng* (có dây dẫn) sóng điện từ theo một con đường vật lý: đôi dây song hành, cáp đồng trục, sợi quang. Bản thân môi trường là nhân tố quan trọng quyết định giới hạn sự truyền.

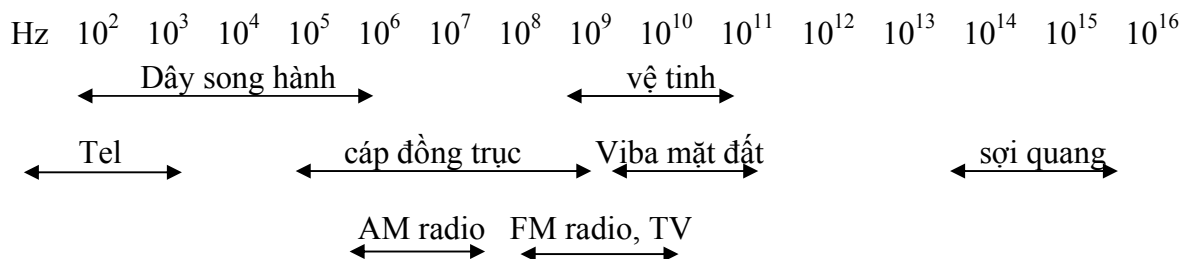
Môi trường truyền	Tốc độ truyền	Băng thông	Khoảng cách lặp lại
Dây song hành	4Mbps	250 KHz	2 - 10 Km
Cáp đồng trục	500 Mbps	350 KHz	1 - 10 Km
Sợi quang	2 Gbps	2 GHz	10 - 100 Km

(Đặc tính đường truyền với môi trường định hướng: điểm - điểm)

Với môi trường *truyền không định hướng* (không có dây dẫn) sóng điện từ không theo vật dẫn nào, ví dụ như sóng điện từ truyền lan trong không khí, trong chân không hoặc qua nước biển. Phổ và băng tần số của tín hiệu do ăngten phát quan trọng hơn môi trường truyền. Tín hiệu phụ thuộc vào hướng của ăngten. Thường tần số thấp được bức xạ về mọi hướng còn tần số cao là yếu tố định hướng chùm tia về hướng cần thiết.

Sóng viba có phạm vi từ 2 – 40GHz, sóng radio 30MHz – 1GHz và các dãy tần số khác. Tần số trung tâm của tín hiệu là yếu tố tạo ra băng thông và tốc độ truyền.

*Phổ phân bố trường điện từ*



Đặc tính của băng liên lạc không định hướng

<u>Băng tần</u>	<u>Tên</u>	<u>Tín hiệu liên tục</u>	<u>Tín hiệu số</u>	<u>Ứng dụng</u>
-----------------	------------	--------------------------	--------------------	-----------------



30-300 KHz	LF	Điều chế	Băng thông	ASK, MSK	FSK,	1-100 Bps	Hàng hải
300-3000KHz	MF	AM	4KHz	ASK, MSK	FSK,	10-1000 Bps	Thương mại, AM Radio
3-30 MHz	HF	AM, SSB	4KHz	ASK, MSK	FSK,	10-3000 Bps	Radio sóng ngắn
30-300MHz	VHF	AM, SSB, FM	5KHz-5MHz	FSK, PSK		100 Kbps	TV VHF, Radio FM
300-3000 MHz	UHF	FM, SSB	20 KHz	PSK		10 Mbps	TV VHF, Viba mặt đất
3-30 GHz	SHF	FM	500 KHz	PSK		100 Mbps	Viba mặt đất, Viba trên không
30-300 Ghz	EHF	FM	1GHz	PSK		750 Mbps	Khoảng cách ngắn, điểm - điểm
				<u>Điều chế</u>		<u>Tốc độ</u>	

### III.2.1. Môi trường truyền định hướng (Guided Transmission Media)

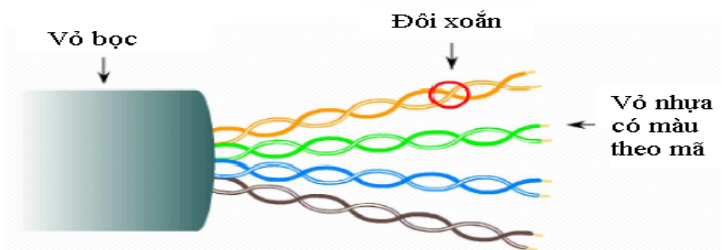
#### 1.1. Đôi dây song hành (twisted pair)

Là 2 sợi dây đồng được xoắn vào nhau để giảm nhiễu điện từ do môi trường xung quanh gây ra, rò rỉ. Được sử dụng để truyền tín hiệu Analog, tín hiệu số.

Có 2 loại: UTP và STP

#### 1.2. Cáp UTP (UnShielded Twist - Pair)

- Cáp không bọc kim UTP (Unshielded Twisted-Pair) có 5 loại:  
 UTP-1 để truyền thoại và truyền dữ liệu tốc độ thấp: 1 Mbps.  
 UTP-2 cho tốc độ 4 Mbps,  
 UTP-3 10 Mbps,  
 UTP-4 20 Mbps,  
 UTP-5 100 Mbps
- Cấu tạo và đặc tả: UTP 5
- Cấu tạo: Cáp UTP (loại 5) có 4 đôi dây xoắn nằm trong một vỏ bọc, mỗi một dây được bọc cách điện. Hiệu quả triệt nhiễu của nó chỉ dựa vào sự xoắn dây.



Hình 3.1 Cáp UTP

- Đặc tả cáp:
  - + Loại cáp này chỉ dựa vào hiệu quả triệt nhiễu duy nhất bởi sự xoắn dây để hạn chế sự thoái hóa tín hiệu gây ra bởi các xuyên nhiễu điện từ trường và xuyên nhiễu tần số radio (khi bất kỳ tín hiệu nhiễu nào thâm nhập thì sẽ vào cả hai dây, ảnh hưởng của chúng sẽ giảm đi bởi sự triệt lẫn nhau). Hơn nữa là giảm nhiễu xuyên âm giữa các cặp dây trong cáp. Tuy nhiên nó vẫn

là loại cáp dễ bị ảnh hưởng bởi tạp âm và xuyên nhiễu hơn bất kỳ loại cáp khác.

- + Số lượng vòng xoắn trên cặp dây có sự thay đổi.
- + Khoảng cách các đoạn mang tín hiệu ngắn hơn so với cáp đồng trục hay cáp quang.
- + Kích thước nhỏ gọn nên dễ dàng lắp đặt và rẽ tiền hơn so với các loại đường truyền khác.
- + Sử dụng đầu nối RJ45.

### 1.3. Cáp STP (Shield Twist - Pair)

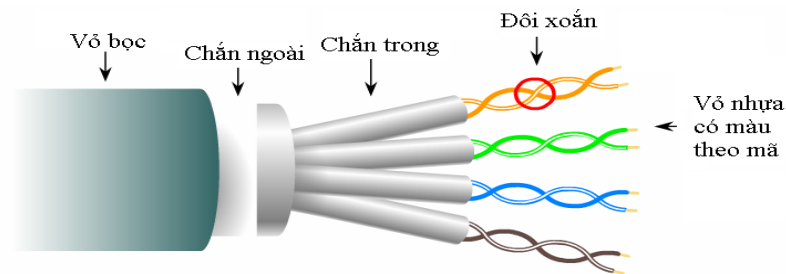
- Cáp bọc kim STP tính chống nhiễu cao. Tốc độ thông thường của STP là 16 Mbps, có thể tới 155 Mbps.

Đặc tính truyền:

- Tín hiệu Analog: 5-6Km, tín hiệu số: 2-3Km.
- Băng thông 250 KHz, suy giảm 1dB/1km.
- Hệ thống tiếng nói độ suy giảm cho phép 6 dB và khoảng cách tối đa 6 Km

- Cấu tạo và đặc tả cáp:

- Cấu tạo: Cáp STP kết hợp các kỹ thuật chắn bảo vệ, triệt nhiễu và xoắn dây. Mỗi đôi dây được gói trong một lá kim loại. Bốn đôi dây như vậy lại được bọc chung một lưới kim loại.



Hình 3.2 Cáp STP

- Đặc tả cáp:

- + Nó có trở kháng thông thường là 150Ω.
- + Giảm được nhiễu điện giữa các đôi dây và nhiễu xuyên âm.
- + Hạn chế được nhiễu điện từ bên ngoài như: các xuyên nhiễu điện từ trường và xuyên nhiễu tần số Radio
- + Về mặt lý thuyết thì tốc độ truyền có thể đạt 500Mbps nhưng thực tế thấp hơn rất nhiều. Chỉ đạt 155Mbps với cáp dài 100m.
- + Giá thành đắt hơn cáp UTP nhưng rẻ hơn cáp đồng trục và cáp quang.

### 1.4. Cách đấu nối

- Đấu các thiết bị giống nhau thì đấu chéo - 1326 (Crossover cable).
- Đấu từ Switch đến NIC đấu thẳng (straight - through cable).
- Đấu từ NIC tới console thì đấu đảo hoàn toàn (rollover cable).
- Màu của các chân theo thứ tự như sau:

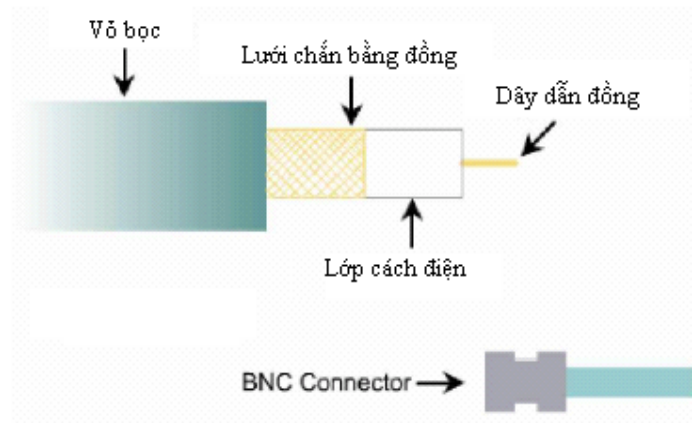
Pin 1	Cam	Pin 5	Xanh đậm
-------	-----	-------	----------

Pin 2	Cam - trắng	Pin 6	Xanh nhạt
Pin 3	Xanh nhạt - trắng	Pin 7	Nâu
Pin 4	Xanh đậm - trắng	Pin 8	Nâu - trắng

### 1.5. Cáp đồng trục(Coaxial cable)

Cấu tạo của cáp đồng trục bao gồm:

- Một dây dẫn đơn gọi là dây dẫn trung tâm(thường là dây đồng cứng).
- Một lớp cách điện mềm nằm bao quanh dây dẫn trung tâm.
- Một dây dẫn tạo thành một đường ống bao xung quanh lớp vỏ cách điện. Nó là lưới đồng hay kim loại đóng vai trò là dây dẫn thứ hai trong mạch và như một màn chắn cho dây dẫn bên trong bảo vệ dây dẫn trung tâm khỏi các tín hiệu xuyên nhiễu từ bên ngoài vào.
- Bên ngoài cùng là lớp vỏ plastic để bảo vệ cáp.



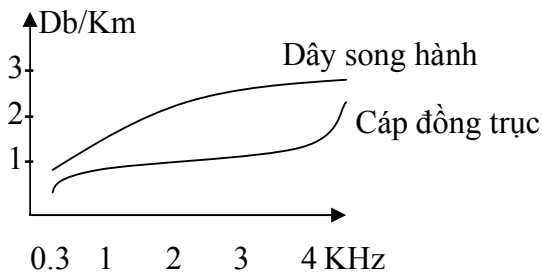
Hình 3.3 Cáp đồng trục

Cáp đồng trục để truyền điện thoại với khoảng cách xa, đường TV (RG.59,75Ω), cáp đường truyền TV, đường nối hệ thống, mạng cục bộ (RG.58, 50 Ω, 10 Mbps)

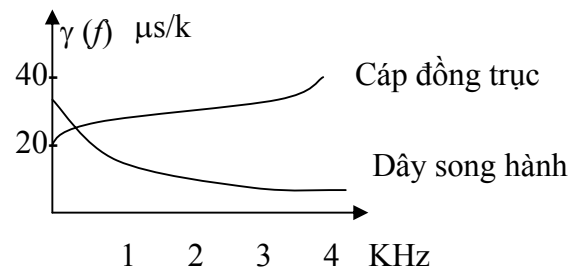
**Đặc tính truyền:** đặc tuyến tần số của cáp đồng trục tốt hơn nhiều so với đôi dây song hành. Tỷ số  $\frac{S}{N}$  phụ thuộc khoảng cách cáp đồng trục và nguồn tín hiệu.

Tín hiệu Analog đi xa vài Km,  $f_{\max}$  đạt 400 MHz

Tín hiệu Digital đi xa 1,6 Km, tốc độ 500 Mbps.



Hình 3.4a Độ suy giảm



Hình 3.4b Độ trễ

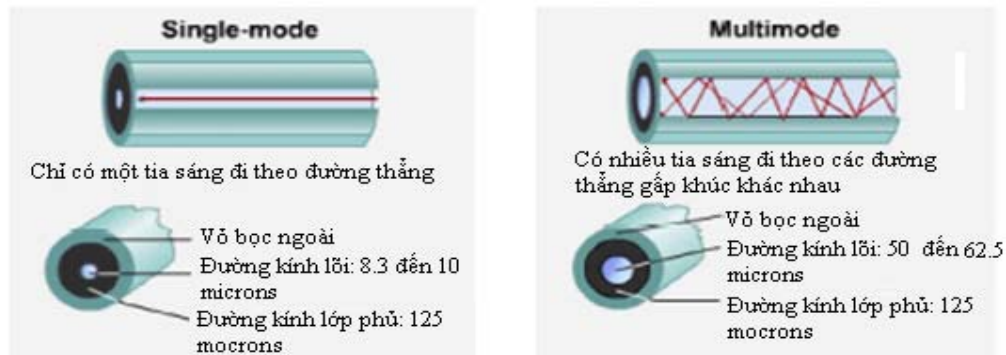
### 1.6. Cáp quang(Optical cable)

Một cáp quang bao gồm một sợi thủy tinh cho mỗi tín hiệu truyền, được bọc bởi một lớp phủ để có tác dụng phản xạ các tín hiệu trở lại để giảm mất mát tín hiệu, ngoài cùng là lớp vỏ plastic để bảo vệ cáp.. Tín hiệu ánh sáng được phát ra bởi một bộ phát quang thường là diode(LED – Light emitting diode) phát quang hay laser(ILD – injection laser diode), thiết bị này thực hiện chuyển đổi tín hiệu điện thông thường thành tín hiệu quang. Một bộ thu quang thường là photodiode cảm quang hay transistor dùng để chuyển tín hiệu quang sang tín hiệu điện.

Truyền tín hiệu ánh sáng nên tốc độ đạt tới 2 Gbps với khoảng cách khá xa (vài km), không sợ bị ảnh hưởng nhiễu điện từ.

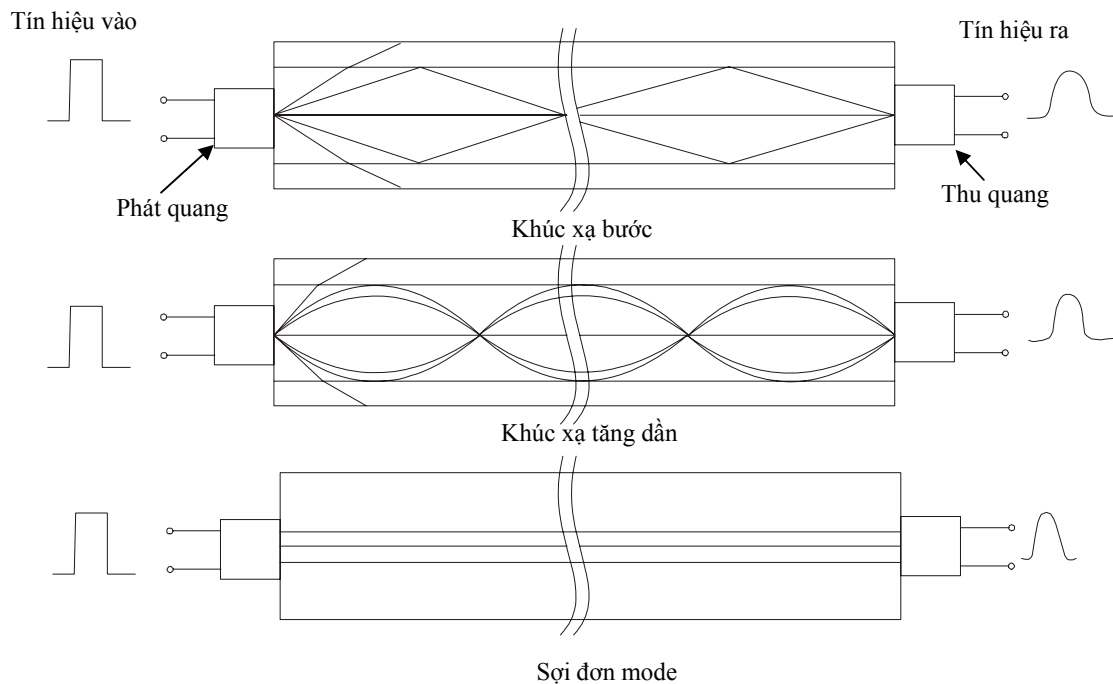
Sử dụng cho đường truyền xa, đường nội trong thành phố, đường nội tổng đài nông thôn, vòng lặp địa phương (nối từ tổng đài đến thuê bao), LAN.

**Cáp quang có hai loại:**



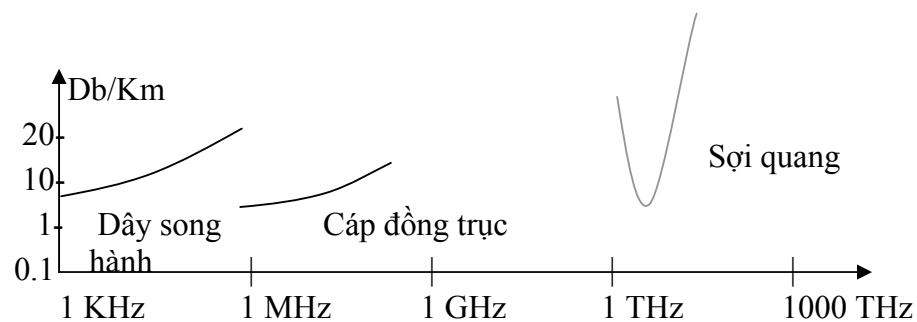
Hình 3.5 Cáp quang

- Chế độ truyền đa mode:
  - + Chế độ truyền đa mode khúc xạ bước : vật liệu phủ và lõi khác nhau nhưng hệ số khúc xạ ổn định không thay đổi. Tất cả ánh sáng phát ra bởi diode có góc phát nhỏ hơn góc tới hạn được phản xạ tại giao tiếp giữa lớp phủ và lõi và lan truyền trong lõi. Tùy vào góc phát mà ánh sáng sẽ mất một lượng thời gian để lan truyền dọc theo dây. Do đó tín hiệu nhận được có bề rộng xung rộng hơn xung gốc.
  - + Chế độ truyền khúc xạ thay đổi dần (tăng dần): sử dụng vật liệu lõi có hệ số khúc xạ thay đổi, khi đó ánh sáng bị khúc xạ một lượng lớn khi di chuyển ra xa lõi. Điều này làm hẹp bề rộng xung của tín hiệu và nhờ đó làm gia tăng tốc độ bit.
- Chế độ truyền đơn mode : giảm đường kính lõi đến chiều dài bước sóng đơn(3 – 10  $\mu\text{m}$ ) để tất cả ánh sáng phát ra sẽ truyền theo một hướng, nhờ vậy bề rộng xung nhận được sẽ xấp xỉ xung gốc, nhờ đó tăng được tốc độ truyền.



**Hình 3.6 Các chế độ truyền**

- *Đặc tính:* Băng thông rộng (2GHz), tốc độ cao Gbps, kích thước nhỏ, suy giảm ít, cách ly điện từ (không sợ nhiễu), khoảng cách lặp lại lớn.



**Hình 3.7 Sự suy giảm của môi trường định hướng**

- *Các nguyên nhân ảnh hưởng đến tín hiệu trong sợi quang :*
  - + Sự phân tán ánh sáng: do sự không thuần khiết trong sợi khiến cho ánh sáng bị phản xạ và tản đi một phần năng lượng.
  - + Sự hấp thụ: Xảy ra khi ánh sáng đập vào một vài tạp chất hóa học trong sợi quang các tạp chất này sẽ hấp thụ năng lượng và làm cho ánh sáng bị mờ đi.

- + Do sự gia công không đồng đều và gồ ghề trong mặt giao tiếp giữa lõi và lớp phủ, nên ánh sáng không thể phản xạ toàn phần tại mặt không nhẵn.
- + Sự tán sắc: Xảy ra khi các bước sóng ánh sáng di chuyển với tốc độ khác nhau ít so với các bước sóng khác

### III.2.2. Môi trường truyền không định hướng(Unguided Transmission Media)

- *Viba mặt đất*: là đĩa Parabol, kích thước khoảng 10 feet, để định hướng sóng Ăngten phát – thu được đặt cố định và được lắp đặt ở độ cao để không bị vật cản.

Khi không có vật cản, khoảng cách thu được:  $d = 7.14\sqrt{K.h(Km)}$ ;  $d$ : khoảng cách (Km),  $h$ : độ cao,  $K$ : hằng số để tính sự phản xạ hoặc hấp thụ do bề mặt trái đất cong với sự truyền lan đến điểm thấy được:  $K_{opt} = \frac{4}{3}$ . Nếu  $h = 100$  m thì  $d = 7.14\sqrt{133} = 82 Km$ .

Nếu xa quá cần tháp tiếp sức.

- + *Ứng dụng*: dùng trong hệ thống thông tin liên lạc xa trong khoảng cách lớn, chất lượng cao, thay thế hệ thống cáp đồng trục trong truyền hình và tiếng nói.
- + *Đặc tính*: Một số hệ thống thông tin điển hình:

Băng tần GHz	Băng thông MHz	Tốc độ Mbps
2	7	12
6	30	90
11	40	90
18	220	274

Sự suy giảm tín hiệu có thể tính theo:

$$L = 10 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 db$$

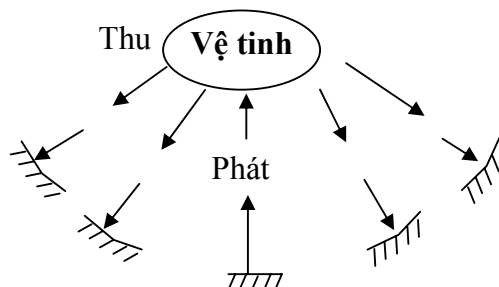
$d$ : Khoảng cách;

$\lambda$ : bước sóng.

- *Viba vệ tinh*: là một trạm chuyển tiếp để nối 2 hay nhiều trạm mặt đất. Bộ thu của vệ tinh trên một băng tần và phát xuống mặt đất ở băng tần khác.

Ứng dụng: Vệ tinh liên lạc là một cuộc cách mạng về kỹ thuật cũng như sợi quang:

- + Phân phối truyền hình.
- + Truyền điện thoại khoảng cách xa.
- + Mạng thương mại tư nhân.
- + Hệ thống VSAT: thiết bị đầu cuối nhỏ, giá thành thấp nối vào Ăngten VSAT (Very Small Aperture Terminals) công suất tín hiệu lớn cho phép phía thu Ăngten đường kính nhỏ.



Hình 3.8

- + *Đặc tính*: Phạm vi tần số tốt nhất 1 - 10 GHz  
Dưới 1 GHz bị ảnh hưởng nhiều từ thiên nhiên, mặt trời, khí quyển.  
Trên 10 GHz tín hiệu dễ bị suy giảm trong tầng khí quyển  
Băng C, băng 4/6 GHz, đường lên 5.9 - 6.4 GHz, đường xuống 3.7 - 4.2 GHz đã bị bão hoà.  
Băng L, lên 1.54 xuống 1.55 dùng cho thông tin di động.  
Băng K, 12/14 GHz, lên 14 - 14.5, xuống 11.7 - 12.2, bị suy giảm tín hiệu, dùng cho VSAT  
Vệ tinh do khoảng cách xa nên bị chậm 240 - 300 ms.
- *Sóng Radio*: Sóng Radio thì không định hướng, không cần Ăngten đĩa, còn Viba là tập trung (Ăngten đĩa). Ăngten cho sóng Radio không cần đặt ở độ cao và kích thước chính xác.
- + *Ứng dụng*: AM Radio, Radio sóng ngắn, Radio FM, TV VHF, TV UHF, radio gói (một loại thông tin dữ liệu số).
- + *Đặc tính*: Sóng Radio cũng sử dụng biểu thức độ xa cực đại:  $D = 7.14\sqrt{Kh}$  để tính khoảng cách giữa trạm phát và trạm thu.

Độ suy giảm cũng được tính theo công thức:  $L = 10 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 db$

Bước sóng  $\lambda$  của Radio dài hơn nên độ suy giảm ít so với sóng Viba.

Phạm vi 30 MHz – 1 GHz rất có hiệu quả cho thông tin liên lạc.

Tầng điện ly là trong suốt cho sóng Radio khoảng 30 MHz, sự truyền không bị hạn chế bởi tầm nhìn do sự phản xạ tầng khí quyển.

Trở ngại lớn nhất của băng tần này là tốc độ truyền không cao Kbps – Mbps. Các ảnh hưởng đến sóng Radio: Phản xạ mặt đất, nước, các vật cản thiên nhiên giữa các Ăngten.

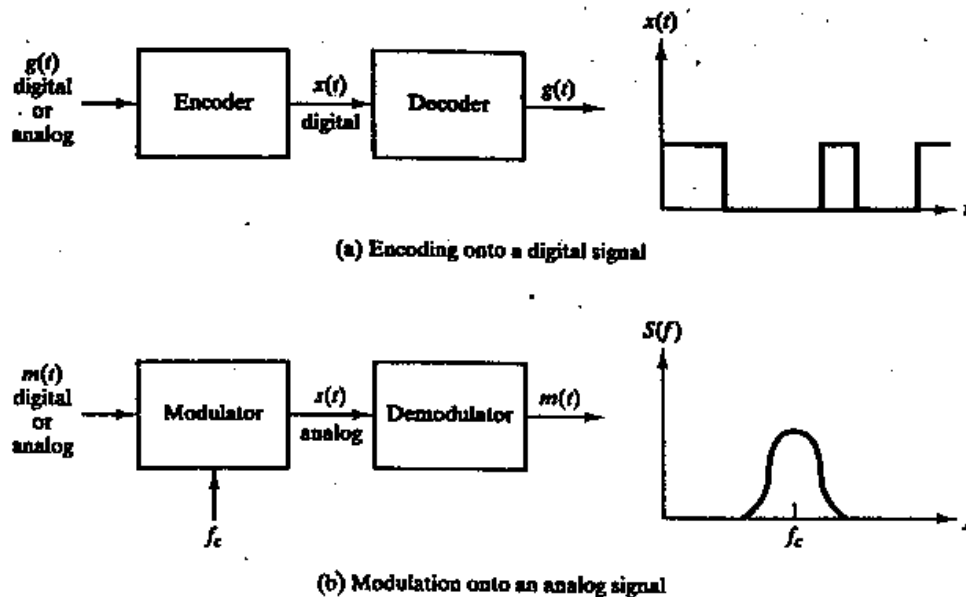
*Hệ thống ALOHA ở Hawaii*: Băng tần 407,35 MHz dùng cho thiết bị đầu cuối truyền đến trung tâm điều khiển và 413,475 MHz để truyền theo hướng vị trí, băng thông cả 2 kênh là 100 KHz và tốc độ truyền là 9600 bps. Khoảng cách giữa hai điểm 30 Km, sử dụng Repeater để tăng khoảng cách lên 500 Km.

*Hệ thống điện thoại di động*: của hãng Printer Terminal Corp, sử dụng tần số khoảng 450 – 540 MHz.

## CHƯƠNG IV - MÃ HÓA VÀ ĐIỀU CHẾ DỮ LIỆU

Trong *Chương 2*, ta đã thấy được sự khác nhau giữa dữ liệu số và dữ liệu tương tự. Sơ đồ 2.13 cho thấy, bất kỳ một dạng dữ liệu nào cũng có thể được mã hoá (encode) thành bất kỳ một trong 2 dạng tín hiệu là số hoặc tương tự.

### 4.1 / DIGITAL DATA, DIGITAL SIGNALS 97



**FIGURE 4.1** Encoding and modulation techniques.

Hình 4.1 là một cách nhìn khác mà nhấn mạnh vào quá trình xử lý. Với tín hiệu số, một nguồn dữ liệu  $g(t)$ , có thể dưới dạng tương tự hoặc số, được mã hoá thành một tín hiệu số  $x(t)$ . Dạng thực sự của  $x(t)$  phụ thuộc vào kỹ thuật mã hoá và nó được chọn để tối ưu khả năng sử dụng môi trường truyền. Ví dụ, một kỹ thuật mã hoá có thể được lựa chọn để tiết kiệm băng thông hoặc giảm thiểu lỗi.

Tín hiệu tương tự ở dạng cơ bản là tín hiệu liên tục, có tần số hằng được gọi là tín hiệu mang (carrier signal). Tần số của tín hiệu mang được lựa chọn sao cho phù hợp với môi trường truyền được sử dụng. Dữ liệu có thể được truyền bằng cách sử dụng tín hiệu mang bằng phương pháp điều chế (modulation). Điều chế là một quá trình mã hoá nguồn dữ liệu trên một tín hiệu mang với tần số  $f_c$ . Mọi kỹ thuật điều chế đều dựa trên ba tham số cơ bản sau:

- Biên độ (amplitude)



- Tần số (frequency)
- Pha (phase)

Tín hiệu vào  $m(t)$  có thể là dạng tương tự hoặc số được gọi là tín hiệu được điều chế hoặc tín hiệu có băng tần cơ bản (baseband signal). Kết quả của việc điều chế là tín hiệu đã điều chế  $s(t)$ . Như ta thấy trong sơ đồ 4.1b,  $s(t)$  là tín hiệu có băng tần giới hạn (bandlimited). Vị trí của dải thông trong phổ của tín hiệu có liên quan với  $f_c$  và thường tập trung quanh tâm  $f_c$ .

Mỗi một trong bốn trường hợp có thể trong sơ đồ 4.1 đều được sử dụng rộng rãi trong thực tế. Lý do để lựa chọn một trong bốn trường hợp này phụ thuộc vào một số yếu tố khác nhau. Sau đây là một số lý do để lựa chọn sử dụng:

- Dữ liệu số, tín hiệu số: Nói chung, thiết bị dùng để mã hoá dữ liệu số thành tín hiệu số ít phức tạp hơn và rẻ hơn so với thiết bị điều chế từ dữ liệu số sang tín hiệu tương tự.
- Dữ liệu tương tự, tín hiệu số: Việc biến đổi từ dữ liệu tương tự sang dạng tín hiệu số cho phép sử dụng thiết bị các thiết bị modem số và các thiết bị chuyển mạch trong khi thực hiện công nghệ truyền.
- Dữ liệu số, tín hiệu tương tự: Một vài môi trường truyền, ví dụ như cáp quang hay môi trường truyền không dây chỉ truyền được các tín hiệu tương tự.
- Dữ liệu tương tự, tín hiệu tương tự: Dữ liệu tương tự dưới dạng điện tử có thể được truyền dạng các tín hiệu băng tần cơ bản một cách dễ dàng với giá thành rẻ. Điều này được thực hiện bằng cách sử dụng công nghệ truyền tiếng nói qua các đường thoại. Một phương pháp điều chế được sử dụng phổ biến là dịch phổ của tín hiệu băng tần cơ bản tới một trải phổ khác. Bằng cách này, nhiều tín hiệu có trải phổ khác nhau có thể chi sẻ chung một môi trường truyền. Trường hợp này còn được biết đến là kỹ thuật dồn kênh theo tần số (frequency-division multiplexing).

#### **IV.1 Dữ liệu số, tín hiệu số**

Một tín hiệu số là một trình tự các xung hiệu điện thế rời rạc (discrete). Mỗi xung là một thành phần tín hiệu. Dữ liệu nhị phân được truyền bằng cách mã hoá mỗi một bit dữ liệu trong các thành phần tín hiệu. Dạng tương ứng 1-1 giữa bit dữ liệu và thành phần tín hiệu là dạng đơn giản nhất. Ví dụ như bit 0 được mã hoá bằng thành phần xung hiệu điện thế thấp và bit 1 được mã hoá bằng thành phần xung hiệu điện thế cao.

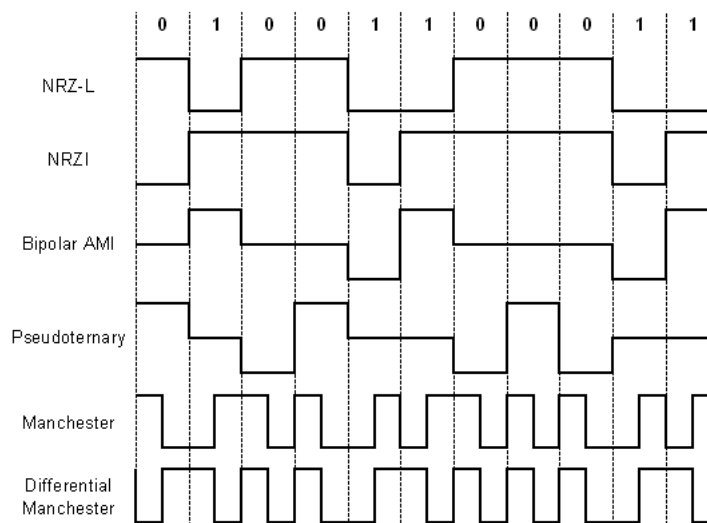
Trước hết, ta sẽ định nghĩa một vài thuật ngữ. Nếu mọi thành phần tín hiệu của một tín hiệu đều có cùng dấu, ta gọi tín hiệu này là tín hiệu đơn cực (unipolar). Với dạng tín hiệu phân cực (polar signal), một trạng thái logic được biểu diễn bằng một mức hiệu điện thế dương và một trạng thái khác được biểu diễn bằng một mức hiệu điện thế âm. Tốc độ truyền dữ liệu của tín hiệu được tính bằng đơn vị bps (bit/giây). Khoảng thời gian một bit (duration) là khoảng thời gian cần thiết để thiết bị truyền (transmitter) phát ra một bit. Nếu tốc độ truyền dữ liệu là  $R$ , thì khoảng thời gian một bit là  $1/R$ . Ngược lại, tốc độ điều chế (modulation rate) là tốc độ thay đổi mức của tín hiệu được tính bằng đơn vị baud được tính bằng số thành phần tín hiệu trong một giây.

Khi một thiết bị nhận tín hiệu, điều quan trọng là: Thứ nhất nó phải biết chính xác về tính chất thời gian của mỗi một bit (khi nào 1 bit bắt đầu và khi nào bit đó kết thúc). Thứ hai, thiết bị nhận phải xác định được mức của tín hiệu cho mỗi một vị trí bit là mức cao (1) hay mức thấp (0).

Những yếu tố nào đảm bảo một thiết bị nhận có thể nhận biết được một cách tốt nhất tín hiệu truyền đến? Có 3 yếu tố đó là tỷ số tín hiệu/nhiều, tốc độ truyền dữ liệu, và dải thông:

- Việc tăng tốc độ truyền dữ liệu sẽ làm tăng tỷ lệ bit bị lỗi (khả năng bị lỗi khi nhận bit).
- Khi tỷ số S/N tăng thì tỷ lệ bit lỗi tăng.
- Việc tăng dải thông làm tăng tốc độ truyền.

Còn một yếu tố khác có thể làm tăng hiệu năng truyền, đó là kiểu mã hoá (encoding scheme). Kiểu mã hoá là cách ánh xạ từ các bit dữ liệu đến các thành phần tín hiệu. Có nhiều kiểu mã hoá khác nhau được liệt kê trong bảng 4.2 và được minh hoạ trên hình vẽ 4.2. Trước khi đi vào chi tiết các kỹ thuật này, ta sẽ xem xét một vài yếu tố để đánh giá và so sánh giữa các cách mã hoá với nhau:



Hình 4.2 Các kiểu mã hoá dữ liệu

- **Phổ tín hiệu:** Tín hiệu có càng ít các thành phần tần số cao thì băng thông nó đòi hỏi càng nhỏ. Tín hiệu không có thành phần một chiều (dc) được xem là tốt hơn so với tín hiệu có thành phần một chiều bởi vì nó ít bị ảnh hưởng của nhiễu hơn. Cuối cùng, khả năng ảnh hưởng của méo và nhiễu đến tín hiệu phụ thuộc rất nhiều vào tính chất phổ của tín hiệu. Trên thực tế, chức năng truyền của một kênh truyền thường rất kém ở các tần số biên. Do đó, một tín hiệu được thiết kế tốt phải tập trung năng lượng truyền vào tâm của dải thông. Trong trường hợp này, khả năng tác động của méo vào tín hiệu thu được sẽ là ít hơn. Để đạt được mục đích này, khi thiết kế các mã có thể dựa trên hình dạng của phổ tín hiệu được truyền.
- **Xung nhịp đồng hồ:** Cần phải xác định được thời điểm bắt đầu và thời điểm kết thúc của mỗi một tín hiệu tương ứng với khi truyền một bit. Đây là một công việc phức tạp. Một cách tiếp cận tương đối tốn kém là cung cấp cho mỗi bên thiết bị truyền và thiết bị nhận một đồng hồ dẫn nhịp để đồng bộ hoá. Một cách tiếp cận khác là cung cấp một vài cơ chế đồng bộ hoá trên cơ sở tín hiệu

được truyền. Điều này có thể thực hiện được cùng với kỹ thuật mã hoá thích hợp.

- **Phát hiện lỗi:** Ta sẽ thảo luận chi tiết về các kỹ thuật phát hiện lỗi trong Chương 5 và sẽ thấy trong Chương 6 trách nhiệm của một tầng logic trên tầng tín hiệu được xem là tầng điều khiển liên kết dữ liệu. Tuy nhiên, việc xây dựng một vài cơ chế phát hiện lỗi trong mô hình mã hoá tín hiệu vật lý cũng là một việc rất có ích. Nó cho phép phát hiện ra các lỗi một cách nhanh chóng hơn.
- **Khả năng ảnh hưởng của nhiễu:** Mỗi một loại mã sẽ chịu một khả năng tác động khác nhau của nhiễu. Khả năng này thường được tính toán bằng tỷ lệ lỗi bit.
- **Giá thành và độ phức tạp:** Mặc dù công nghệ số vẫn tiếp tục làm giá thành giảm xuống nhưng việc xét đến khía cạnh kinh tế là một công việc không thể bỏ qua được. Trong thực tế, tốc độ tín hiệu càng nhanh để đạt được một tốc độ truyền bit nào đó thì giá thành càng đắt. Ta sẽ thấy để đạt được cùng một tốc độ truyền bit, các loại mã khác nhau yêu cầu tốc độ tín hiệu khác nhau.

#### **IV.1.1 Mã NRZ (Nonreturn to Zero)**

Cách phổ biến nhất và cũng là dễ nhất để truyền các tín hiệu số là sử dụng hai mức hiệu điện thế khác nhau cho hai số nhị phân. Các loại mã theo dạng này có cùng tính chất là mức hiệu điện thế sẽ là hằng số trong khoảng thời gian 1 bit. Không có sự chuyển đổi về giá trị mức hiệu điện thế 0 (non return to zero). Ví dụ, khi không có hiệu điện thế có thể biểu diễn cho bit 0 và với mức hằng số dương của hiệu điện thế có thể biểu diễn bit 1. Thông thường, một mức hiệu điện thế âm sẽ biểu diễn cho giá trị của một bit và một mức hiệu điện thế dương sẽ biểu diễn cho bit kia.

Mã NRZ-L (Nonreturn to Zero Level) thường là loại mã được các trạm hoặc các thiết bị khác sử dụng để sinh ra hoặc thông dịch dữ liệu số nhị phân. Các loại mã khác nếu được sử dụng trong truyền thông thì thông thường đều được các hệ thống truyền sinh ra từ mã NRZ-L ban đầu.

Một phiên bản khác của mã NRZ là NRZI (Nonreturn to Zero Inverted). Cũng như mã NRZ-L, mã NRZI duy trì một xung có hiệu điện thế là hằng số trong chu kỳ của một bit. Dữ liệu được tự mã hoá bằng cách xem xét có hay không có sự chuyển đổi tại thời điểm bắt đầu một bit. Một sự chuyển đổi (từ cao xuống thấp hoặc từ thấp lên cao) tại thời điểm bắt đầu một bit biểu diễn cho giá trị bit 1. Nếu không có sự chuyển đổi tại thời điểm bắt đầu một bit thì sẽ tương ứng với giá trị bit 0.

NRZI là một ví dụ về loại mã so sánh khác biệt (differential code). Trong loại mã so sánh sự khác biệt, tín hiệu được mã hoá bằng cách so sánh sự khác biệt của các thành phần tín hiệu kế nhau thay vì xác định giá trị tuyệt đối của mỗi một thành phần tín hiệu. Một ưu điểm của loại mã này là việc phát hiện ra sự thay đổi khác biệt giữa các thành phần tín hiệu thường có độ tin cậy cao hơn so với việc so sánh giá trị của tín hiệu với một ngưỡng xác định. Một ưu điểm khác là trong các sơ đồ kết nối phức tạp, khi đầu nhằm dẫn đến đảo đầu của dây dẫn thì toàn bộ các bit 0 sẽ chuyển thành bit 1 khi sử dụng mã NRZ-L còn đối với mã NRZI thì việc này không ảnh hưởng đến giá trị các bit.

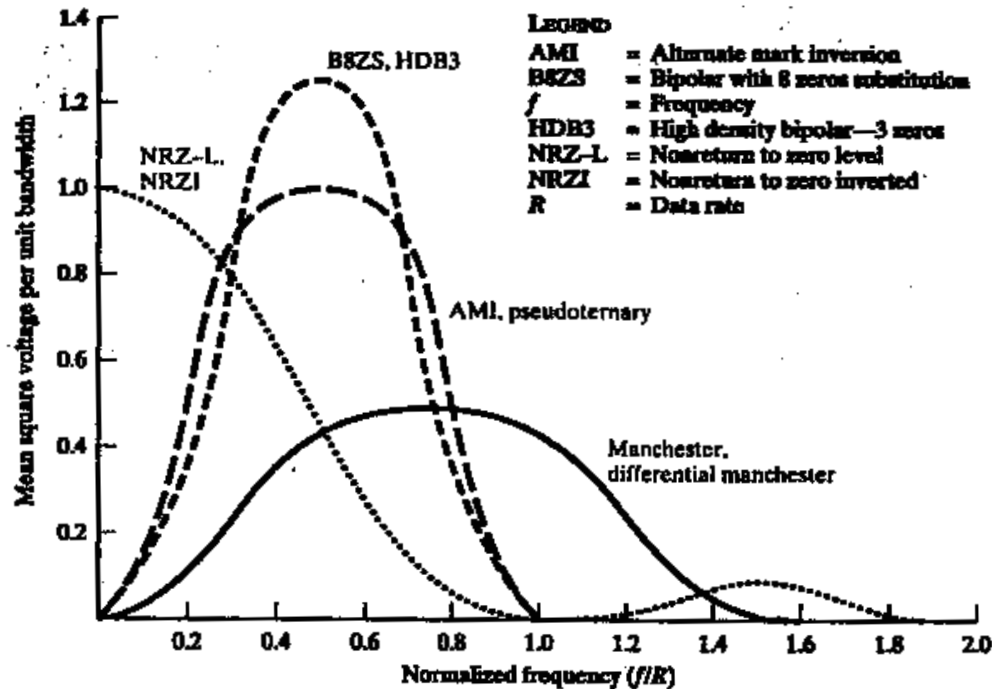


FIGURE 4.3 Spectral density of various signal encoding schemes.

Mã NRZ là một loại mã dễ thực hiện trong thực tế và thêm vào đó nó đem lại khả năng sử dụng băng thông một cách hiệu quả. Tính chất sử dụng băng thông có hiệu quả được minh họa trên hình 4.3. Hình vẽ này so sánh mật độ phổ của các kỹ thuật mã hoá. Trong hình vẽ này, tần số được chuẩn hoá bằng tốc độ truyền. Như ta đã thấy, hầu hết năng lượng trong các tín hiệu NRZ và NRZI đều nằm giữa thành phần một chiều dc đến một nửa tốc độ truyền. Chẳng hạn, nếu một mã NRZ được sử dụng để sinh ra một tín hiệu với tốc độ truyền dữ liệu là 9600 bps, thì phần lớn năng lượng của tín hiệu này tập trung vào khoảng từ thành phần một chiều đến 4800Hz.

Nhược điểm chính của các tín hiệu NRZ là sự có mặt của thành phần một chiều dc và thiếu khả năng đồng bộ (synchronization capacity). Để thấy được điều này một cách rõ ràng hơn, ta hãy xét một chuỗi dài các bit 1 hoặc 0 với mã NRZ-L hoặc một chuỗi dài các bit 0 với mã NRZ-I. Kết quả là sẽ có một hiệu điện thế hằng trong một khoảng thời gian dài. Trong các tình huống như vậy, bất kỳ một sự sai lệch nào về thời gian giữa thiết bị gửi và thiết bị nhận sẽ gây ra hậu quả là mất sự đồng bộ giữa 2 bên.

Bởi vì tính đơn giản và mối quan hệ với đặc tính tần số thấp, các mã NRZ thường được sử dụng trong công nghệ ghi số băng từ. Tuy nhiên, các nhược điểm của các loại mã này thường không thích hợp với các việc các ứng dụng sử dụng chúng trong vấn đề truyền tín hiệu.

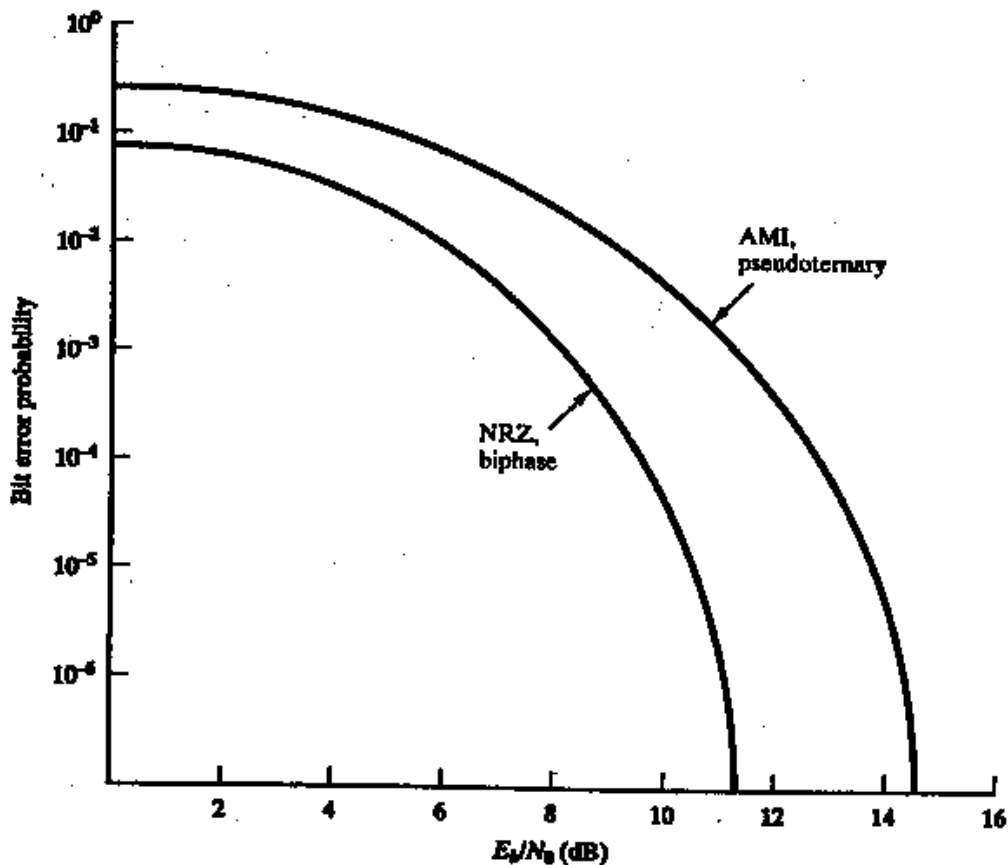
#### IV.1.2. Mã nhị phân đa mức (Multilevel Binary)

Một nhóm các loại mã sử dụng các kỹ thuật mã hoá được xem là mã nhị phân đa mức. Các loại mã này sử dụng nhiều hơn 2 mức tín hiệu. Hai ví dụ về các mã thuộc nhóm này được minh họa trong Hình 4.2 là mã lưỡng cực AMI (bipolar-AMI (Alternate mark inversion)) và mã bậc ba giả (pseudoternary).

Trong trường hợp của mã lưỡng cực AMI, một bit 0 được biểu diễn khi không có tín hiệu và một bit 1 được biểu diễn bằng một xung dương hoặc âm. Các xung biểu diễn bit 1 phải thay đổi cực liên tiếp. Các tiếp cận này có rất nhiều ưu điểm. Thứ nhất, với chuỗi bit 1 liên tiếp có độ dài, không còn hiện tượng mất sự đồng bộ giữa 2 bên gửi và nhận. Mỗi bit 1 sẽ tương ứng với một sự chuyển đổi cực của xung và thiết bị nhận có thể đồng bộ hoá lại dựa trên sự chuyển đổi cực này. Thứ hai, bởi vì các tín hiệu 1 thay đổi hiệu điện thế từ dương đến âm nên không có thành phần một chiều. Dải thông của tín hiệu trong trường hợp này được xem là nhỏ hơn dải thông của tín hiệu với mã NRZ (*hình 4.3*). Cuối cùng, tính chất chuyển đổi xung cung cấp một cơ chế phát hiện lỗi đơn giản. Bất kỳ một lỗi độc lập nào theo kiểu xoá một xung hoặc thêm vào một xung đều gây ra mâu thuẫn với tính chất chuyển đổi xung.

Toàn bộ các tính chất đã mô tả ở đoạn trên cũng được áp dụng đối với loại mã bậc ba giả (pseudoternary). Trong trường hợp này, số 1 nhị phân được biểu diễn bằng hiện tượng xuất hiện tín hiệu và số 0 nhị phân được biểu diễn bằng sự đảo cực dương và âm của các xung. Mã lưỡng cực AMI và mã bậc ba giả không khác biệt về ưu điểm và mỗi một loại sẽ là cơ sở của các ứng dụng.

Mặc dù tính đồng bộ giữa thiết bị truyền và thiết bị nhận khi sử dụng các loại mã đa cấp này đã được tăng lên so với các loại mã NRZ, nhưng trường hợp chuỗi các bit 0 liên tiếp trong trường hợp mã AMI và chuỗi các bit 1 liên tiếp trong trường hợp mã bậc ba giả vẫn gây ra hiện tượng mất đồng bộ. Có nhiều kỹ thuật đã được sử dụng để khắc phục vấn đề này. Một cách tiếp cận là chèn thêm vào các bit để tạo ra những sự chuyển đổi xung. Kỹ thuật này được sử dụng trong ISDN cho truyền thông tốc độ thấp. Tất nhiên là đối với tốc độ cao, dạng mã này sẽ là đắt hơn bởi vì kỹ thuật này sẽ làm tăng tốc độ truyền tín hiệu của tín hiệu vốn đã có tốc độ cao. Để giải quyết vấn đề này với bài toán truyền ở tốc độ cao, một kỹ thuật xáo trộn dữ liệu nào đó sẽ được sử dụng; ta sẽ thấy kỹ hơn về 2 kỹ thuật xáo trộn dữ liệu (scrambling data) trong các mục sau của chương này.



**FIGURE 4.4** Theoretical bit error rate for various digital encoding schemes.

Với một số hiệu chỉnh phù hợp, các loại mã nhị phân đa cấp đã giải quyết được các vấn đề của mã các mã NRZ. Tất nhiên là với bất kỳ một quyết định thiết kế kỹ thuật nào, cần phải có sự cân đối hợp lý về mọi mặt. Với mã nhị phân đa cấp, đường tín hiệu có thể nhận một trong ba cấp. Vì vậy, theo lý thuyết, mỗi một thành phần tín hiệu có thể biểu diễn được  $\log_2 3 = 1,58$  bit thông tin nhưng trên thực tế mỗi một thành phần tín hiệu chỉ biểu diễn một bit thông tin. Điều này làm cho tính hiệu quả của mã nhị phân đa cấp kém hơn so với mã NRZ. Một điều nữa là các thiết bị thu tín hiệu mã nhị phân đa cấp phải phân biệt được giữa 3 mức (+A, -A, 0) thay vì 2 mức như trong các dạng tín hiệu khác đã thảo luận trước đó. Vì vậy, tín hiệu nhị phân đa mức yêu cầu năng lượng tín hiệu lớn hơn xấp xỉ 3 dB so với tín hiệu 2 mức với cùng một giá trị xác suất lỗi bit. Điều này được minh họa trên hình 4.4. Nói cách khác, ở cùng một tỷ số tín hiệu trên nhiễu ( $E_b/N_0$ ), tỷ lệ lỗi bit của mã NRZ nhỏ hơn nhiều so với mã nhị phân đa cấp.

#### IV.1.3. Mã đảo pha (biphase)

Có một nhóm các mã khác được gọi chung là mã đảo pha (biphase) cũng được sử dụng để khắc phục các vấn đề của các mã NRZ. Có 2 loại mã trong nhóm này là mã Manchester và mã Difference Manchester được sử dụng tương đối phổ biến.

Với loại mã Manchester, ở thời điểm giữa của mỗi bit đều có sự thay đổi mức xung. Việc đổi mức ở giữa này phục vụ như là một cơ chế tạo xung đồng hồ. Với dữ liệu: sự chuyển đổi từ mức thấp lên mức cao sẽ biểu diễn bit 1 và sự chuyển đổi từ mức cao xuống mức thấp sẽ biểu diễn bit 0.

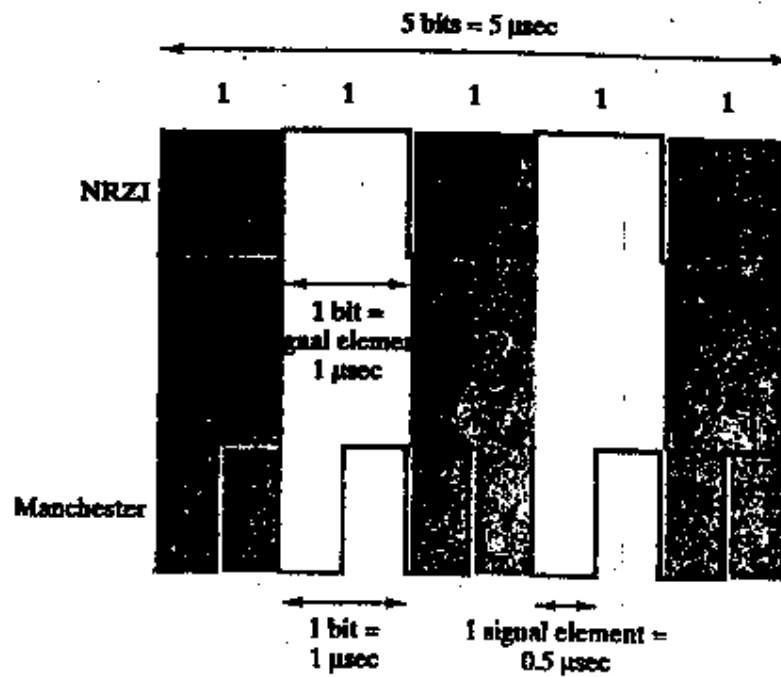


FIGURE 4.5 A stream of ones at 1 Mbps.

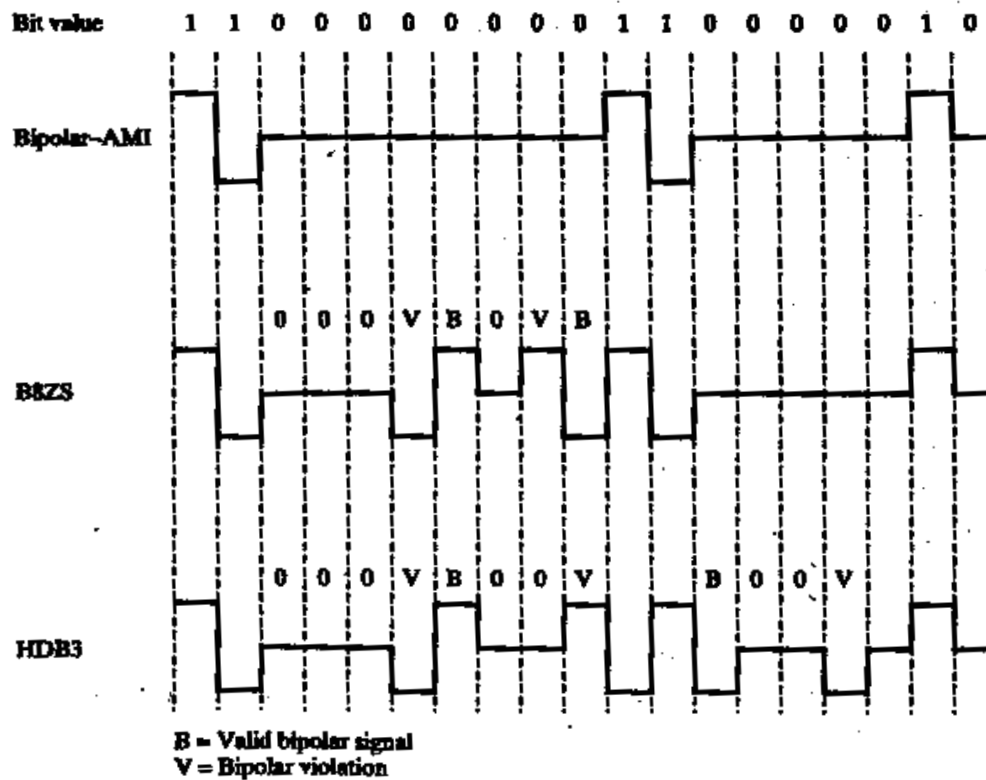


FIGURE 4.6 Encoding rules for B8ZS and HDB3.

Với loại mã Difference Manchester, sự chuyển đổi mức ở giữa bit cũng được sử dụng để cung cấp cơ chế tạo xung đồng hồ. Bit 0 được biểu diễn nếu không có sự chuyển đổi mức tại đầu chu kỳ bit đó và bit 1 được biểu diễn nếu có mặt sự chuyển đổi mức tại đầu chu kỳ bit đó. Mã Difference Manchester là một loại mã có được các lợi ích của mã theo kiểu so sánh sự khác biệt (differential code).

Tất cả các loại mã đảo pha đều yêu cầu tối thiểu một lần chuyển đổi mức tín hiệu trong chu kỳ của một bit và thường là 2 lần chuyển đổi trong một chu kỳ. Do đó, tốc độ điều chế tín hiệu lớn nhất gấp 2 lần tốc độ của mã NRZ. Điều này cũng có nghĩa là băng thông yêu cầu cho loại mã đảo pha này sẽ lớn hơn. Mặt khác, mã đảo pha có những ưu điểm sau:

- + Đồng bộ hoá (synchronization): Bởi vì có một sự chuyển đổi được định trước vào thời điểm giữa chu kỳ mỗi bit cho nên thiết bị thu có thể được đồng bộ hoá trên cơ sở của sự chuyển đổi này. Vì lý do này, mã đảo pha đôi khi còn được gọi là mã tự tạo xung nhịp đồng hồ.
- + Không có thành phần tín hiệu một chiều (no dc component)
- + Phát hiện lỗi (error detection): Việc thiếu một sự chuyển đổi đã được xác định trước có thể được xem là một cơ chế báo lỗi. Nhiều trên đường truyền phải tác động vào cả hai chu kỳ trước và sau một chuyển đổi mức đã xác định nào đó để gây ra một lỗi không phát hiện được.

Như hình vẽ 4.3, năng lượng của mã đảo pha tập trung vào khoảng từ  $\frac{1}{2}$  đến 1 lần tốc độ truyền bit. Do đó, loại mã này yêu cầu dải thông hẹp và không chứa thành phần một chiều. Tuy nhiên, dải thông của mã này vẫn rộng hơn dải thông của các loại mã nhị phân đa mức.

Mã đảo pha được sử dụng rất phổ biến cho kỹ thuật truyền dữ liệu. Mã Manchester được sử dụng trong chuẩn IEEE 802.3 cho việc truyền dẫn trong cáp đồng trục baseband và cáp đôi xoắn trong các mạng LAN kiểu bus CSMA/CD. Mã Differential Manchester được chỉ định trong chuẩn IEEE 802.5 cho mạng LAN Token Ring sử dụng cáp đôi xoắn có vỏ bảo vệ.

#### IV.1.4. Tốc độ điều chế

Khi sử dụng các kỹ thuật mã hoá tín hiệu, ta cần phân biệt một cách rõ ràng giữa tốc độ truyền dữ liệu (được tính bằng số bit trên giây) và tốc độ điều chế (được tính bằng baud). Tốc độ truyền dữ liệu hay tốc độ truyền bit là  $1/t_B$  với  $t_B$  là khoảng thời gian một bit. Tốc độ điều chế là tốc độ phát sinh tín hiệu. Ví dụ, xét kỹ thuật mã hoá Manchester. Bề rộng tối thiểu của một thành phần tín hiệu là một xung có độ rộng bằng  $\frac{1}{2}$  khoảng thời gian 1 bit. Với một chuỗi liên tiếp các bit 1 hoặc các bit 0. Phải sinh ra một dòng liên tiếp các xung như vậy. Do đó, tốc độ điều chế tối đa của mã Manchester là  $2/t_B$ . Tình huống này được minh hoạ trên hình vẽ 4.5 cho thấy việc truyền một chuỗi các bit 1 liên tiếp với tốc độ truyền dữ liệu là 1Mbps với 2 kiểu kỹ thuật mã hoá là NRZI và Manchester. Nói chung,

$$D = R/b = R/(\log_2 L).$$

Trong đó:

D là tốc độ điều chế tính bằng đơn vị baud,

R là tốc độ truyền dữ liệu, tính bằng đơn vị bps.



L là số các phần tử tín hiệu

b là số bit trên một phần tử tín hiệu

#### IV.2. Dữ liệu số, tín hiệu tương tự

Để truyền dữ liệu số bằng cách sử dụng tín hiệu tương tự, thì phương pháp truyền thường gặp là truyền dữ liệu số qua mạng điện thoại công cộng. Mạng điện thoại được thiết kế để nhận, chuyển mạch và truyền các tín hiệu tương tự trong dải tần số tiếng nói từ 300 -3400Hz. Dải tần này thì không thích hợp cho việc truyền các tín hiệu số. Tuy nhiên, các thiết bị số đã được gắn vào thông qua một modem, để thực hiện chuyển đổi dữ liệu số thành tín hiệu tương tự và ngược lại.

Trong mạng điện thoại, các modem được sử dụng để sinh ra các tín hiệu trong dải tần số âm thanh. Đây cũng là các công nghệ cơ bản để sinh ra các tín hiệu tại các dải tần số cao( ví dụ như vi sóng).

*Các công nghệ mã hóa:* Có 3 công nghệ mã hóa hay điều chế được sử dụng để biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu tương tự.

- Amplitude Shift Keying
- Frequency Shift Keying
- Phase Shift Keying

##### ▪ Điều biên(ASK)

Trong phương pháp điều biên thì ta có 2 giá trị nhị phân được biểu diễn bởi 2 biên độ tần số khác nhau của sóng mang. Thông thường, một giá trị có biên độ là 0, khác với sự vắng mặt của sóng mang, thì giá trị kia là một số nhị phân được biểu diễn bởi một giá trị với biên độ là một hằng của sóng mang. Tín hiệu nhận được là

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_c t) & \text{bit 1} \\ 0 & \end{cases}$$

tại vị trí mà tín hiệu sóng mang bằng  $A\cos(2\pi f_c t)$ . Phương pháp điều chế ASK thì dễ bị ảnh hưởng với các thay đổi lớn bất thường và nó là một kỹ thuật điều chế hơi thiếu hiệu quả. Trên các đường truyền âm thanh, tốc độ của tín hiệu chỉ đạt tới 1200bps.

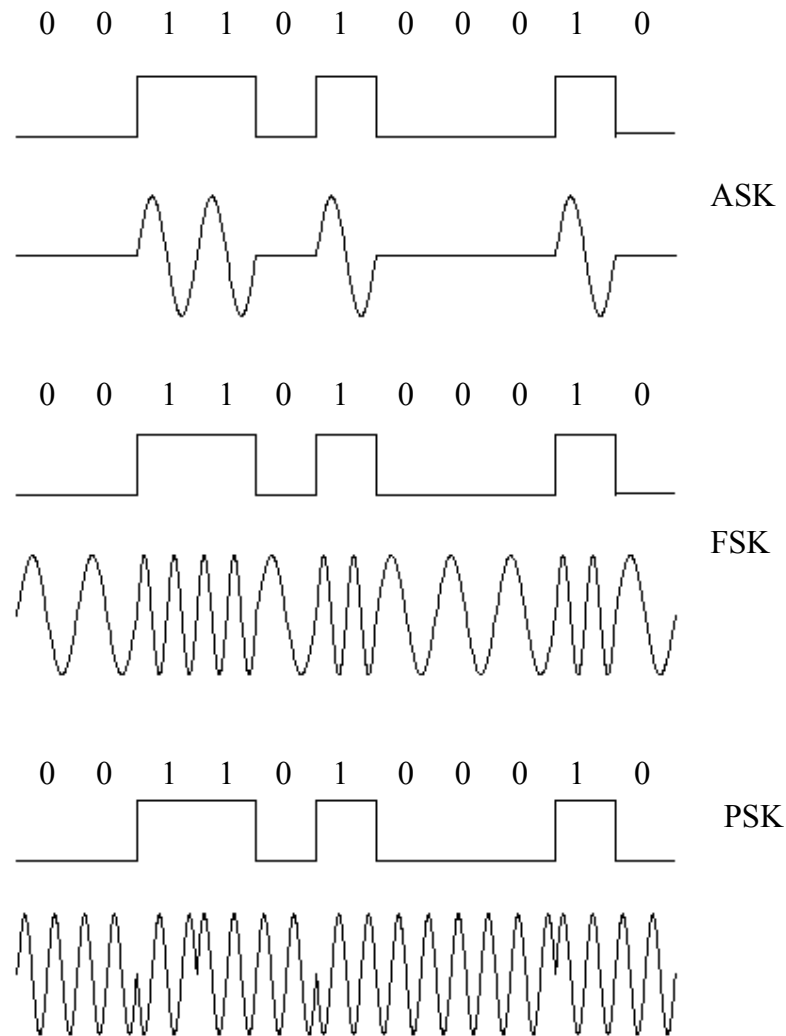
Phương pháp điều chế ASK thường được sử dụng để truyền dữ liệu số qua đường cáp quang. Đối với các máy phát diod, để phương trình trên là hợp lệ. Lúc đó, một phần tử tín hiệu sẽ được biểu diễn bởi một xung ánh sáng trong khi phần tử còn lại được biểu diễn bởi sự vắng mặt của ánh sáng.

##### ▪ Điều tần(FSK)

Trong phương pháp điều biên, hai giá trị nhị phân được biểu diễn hai tần số khác nhau của sóng mang. Tín hiệu kết quả là:

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_1 t) & \text{bit 1} \\ A\cos(2\pi f_2 t) & \text{bit 0} \end{cases}$$

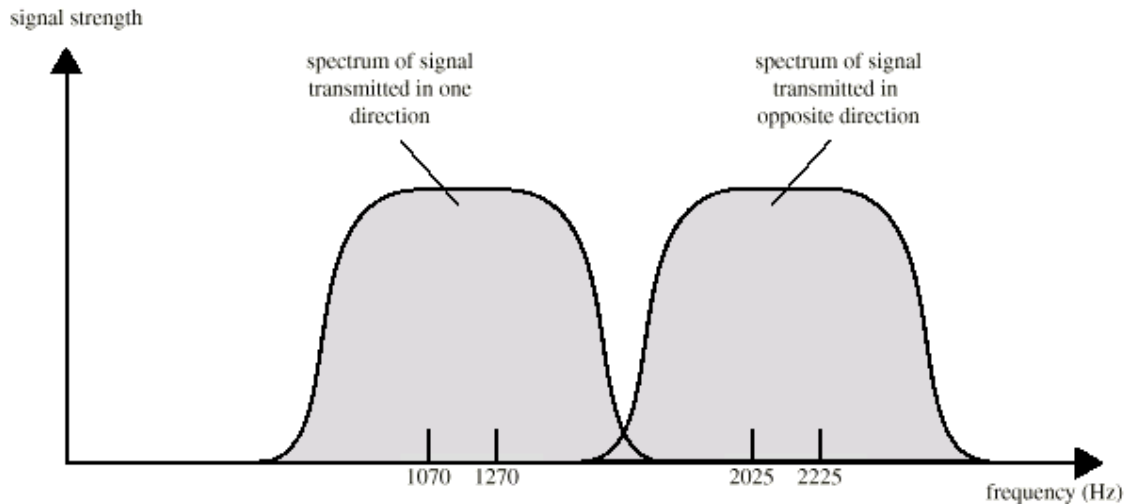
tại vị trí tần số  $f_1$  và  $f_2$ , đều đặt cách nhau một khoảng tần số  $f_c$  bằng nhau và nằm về hai hướng ngược nhau.



**Figure 4.7 Modulation of analog signals for digital data**

Hình 4.8 cho thấy một ví dụ về việc sử dụng phương pháp FSK để mô tả hoạt động song công hoàn toàn qua đường âm thanh. Hình minh họa này là một kỹ thuật được sử dụng cho modem BELL 108. Nhắc lại rằng đường truyền âm thanh thì thuộc dải tần số từ 300 đến 3400Hz và ý nghĩa của việc truyền song công hoàn toàn là tín hiệu có thể truyền theo hai chiều cùng một thời điểm. Các điều kiện để thực hiện song công hoàn toàn đối với các tín hiệu truyền, là băng thông của kênh thông tin được tách ra tại tần số 1700 Hz. Trong một hướng ( truyền hoặc nhận), các tần số được sử dụng để biểu diễn 1 và 0 được đặt vào điểm giữa có tần số 1170Hz, với sự dịch chuyển tần số là 100Hz về mỗi phía. Hoạt động xen kẽ giữa 2 tần số sẽ sinh ra tín hiệu có trải phổ được biểu thị là một vùng tối bên trái hình 4.8. Tương tự như vậy, đối với hướng ngược lại ( nhận hoặc truyền) modem sử dụng các tần số cách nhau là 100Hz về mỗi phía của trung tâm tần số 2125 Hz. Trải phổ của tín hiệu này được biểu thị ở vùng tối bên phải trên hình vẽ 4.8. Chú ý rằng là có hiện tượng chồng lấp không lớn về tần số và do đó có sự giao thoa nhỏ.

Tín hiệu FSK ít bị lỗi hơn so với tín hiệu ASK. Trên các đường truyền âm thanh, tốc độ thường được sử dụng là 1200bps. Phương pháp này cũng thường được sử dụng để truyền sóng radio cao tần(3-30MHz). Thậm chí nó còn được sử dụng ở các tần số cao hơn trên các mạng cục bộ mà sử dụng cáp đồng trục.



**Figure 4.8 Full-Duplex FSK Transmission on a Voice-Grade Line**

#### ▪ Điều pha(PSK)

Trong phương pháp PSK, pha của tín hiệu sóng mang được thay đổi để biểu diễn dữ liệu. Hình vẽ dưới cùng của *hình 4.7* là một ví dụ về hệ thống 2 pha. trong hệ thống này, một số 0 nhị phân được biểu bằng cách gửi đi một tín hiệu liên tục cùng pha với tín hiệu liên tục trước đó. Một số 1 nhị phân được biểu diễn bằng cách gửi đi một tín hiệu liên tục ngược pha với tín hiệu trước đó. Phương pháp này được gọi là PSK vì phân, như là sự thay đổi về pha được tham chiếu tới một bit được truyền trước đó hơn là sự tham chiếu tới một vài tín hiệu bất biến. Tín hiệu kết quả là

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{bit 1} \\ A\cos(2\pi f_c t) & \text{bit 0} \end{cases}$$

liên quan đến pha đo được ở thời bit trước đó.

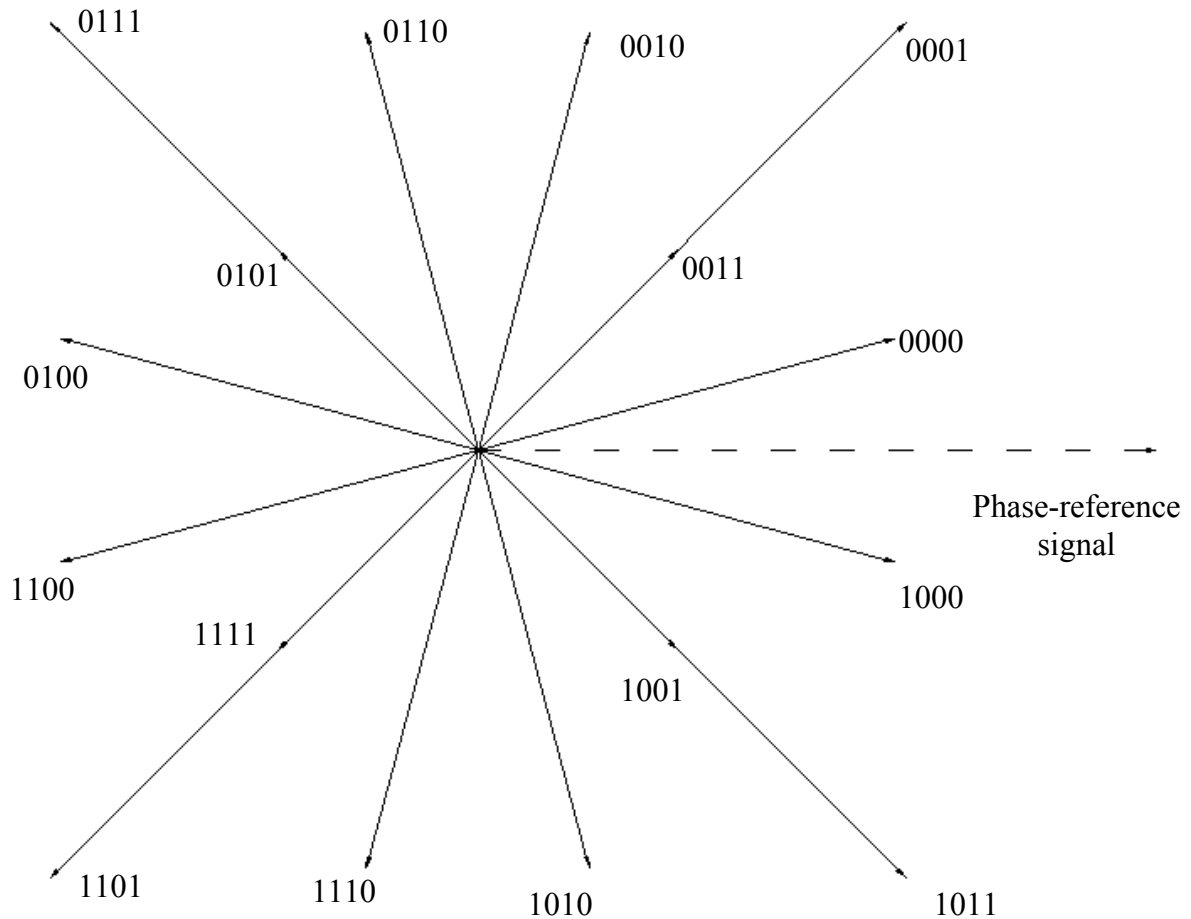
Bảng thông sử dụng có thể đạt được hiệu quả cao hơn nếu mỗi một phần tử tín hiệu có thể biểu diễn nhiều hơn một bit. Chẳng hạn, thay vì một sự đổi pha 180 độ, như cho phép trong PSK, một kỹ thuật mã hóa chung được biết đến như là sự dịch pha vuông góc(Quadrature -PSK) sử dụng các sự thay đổi pha với nhiều góc 90 độ.

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_c t + 45^\circ) & \text{bit 11} \\ A\cos(2\pi f_c t + 135^\circ) & \text{bit 10} \\ A\cos(2\pi f_c t + 225^\circ) & \text{bit 00} \\ A\cos(2\pi f_c t + 315^\circ) & \text{bit 01} \end{cases}$$

Như vậy, mỗi phần tử tín hiệu sẽ đại diện cho 2 bit.

Lược đồ này có thể được mở rộng. Nó có khả năng truyền 3bit tại cùng một thời điểm với việc sử dụng 8 góc pha khác nhau. Hơn nữa, mỗi góc pha có thể có nhiều hơn một biên độ. Chẳng hạn, một chuNh modem có tốc độ 9600bps sử dụng 12 pha, thì truyền được 4 bit với mỗi pha sẽ có 2 giá trị biên độ( *hình 4.9*).

Ví dụ vừa rồi chỉ ra sự khác nhau khá rõ giữa tốc độ dữ liệu  $R(\text{bps})$  và tốc độ điều chế  $D(\text{baud})$  của một tín hiệu. Chúng ta giả sử rằng lược đồ này được sử dụng cho tín hiệu vào là NRZ-L. Tốc độ dữ liệu là  $R=1/t_b$ , với  $t_b$  là thời gian truyền của mỗi bit. Tuy nhiên tín hiệu được mã hóa chứa  $l=4$  bit trên mỗi phân tử của tín hiệu sử dụng với  $L=16$  trạng thái kết hợp khác nhau của pha và biên độ. Tốc độ điều chế có thể nhận thấy là  $R/4$ , bởi vì mỗi phân tử tín được truyền là 4 bit. Như vậy, với tốc độ dòng tín hiệu là 2400bps thì tốc độ dữ liệu là 9600bps. Đây là lý do mà tốc độ bit đạt được cao hơn qua các đường âm thanh bằng việc sử dụng các lược đồ điều chế phức tạp hơn.



**Figure 4.9 Phase angles for 9600bps transmission**

## CHƯƠNG V - GIAO DIỆN GIAO TIẾP DỮ LIỆU

### V.1. Các phương pháp truyền số liệu (Transmission Mode)

Có 2 cách truyền thông tin nối tiếp là: dị bộ và đồng bộ.

- Truyền dị bộ (Asynchronous):

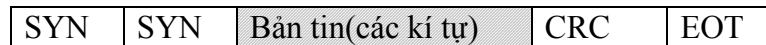


Ngoài các bit tin (ký tự) phải thêm các bit khung (start, parity, stop) để nhận biết đầu ký tự, cuối ký tự và kiểm tra parity để phát hiện lỗi đường truyền.

Nếu ký tự 8 bit, hiệu suất đường truyền  $\frac{8}{11} = 70\%$

Hiệu suất thấp do nhận biết từng ký tự.

- Truyền đồng bộ (Synchronous)



Để nhận biết đầu và cuối bản tin là các ký tự điều khiển SYN, EOT và CRC để kiểm tra bản tin đúng sai.

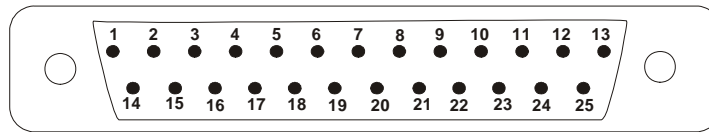
Ở đây nhận biết luôn cả bản tin, chứ không phải từng ký tự nên số bit dư thừa ít, thời gian nhanh và hiệu suất cao. Nếu bản tin có 128 ký tự, hiệu suất đường truyền là  $\frac{128}{132} = 99.9\%$

### V.2. Giao diện ghép nối

#### V2.1. Giao tiếp RS 232D/V24

##### 2.1.1. Một số khái niệm về RS – 232D/V24

- ChuN RS-232D/V24 do tổ chức CCITT và EIA đưa ra, nó được định nghĩa như là một giao tiếp chuN cho việc kết nối giữa DTE và Modem(DCE).
- DTE (Data Terminal Equipment) là *thiết bị đầu cuối dữ liệu*. Đây là thuật ngữ dùng để chỉ các máy tính của người sử dụng. Tất cả các ứng dụng của người sử dụng đều nằm ở DTE. Mục đích của mạng máy tính chính là nối các DTE lại với nhau nhằm cho phép chúng chia sẻ tài nguyên, trao đổi dữ liệu và lưu trữ thông tin dùng chung.
- DCE (Data Circuit-Terminating Equipment) là thiết bị *cuối kênh dữ liệu*. Đây là thuật ngữ dùng để chỉ các thiết bị làm nhiệm vụ nối các DTE với các đường truyền thông. Nó có thể là một Modem, một Transducer (quang->điện & điện ->quang), một Multiplexor (bộ dồn kênh),... Chức năng của nó là chuyển đổi từ tín hiệu biểu diễn dữ liệu của người sử dụng thành tín hiệu có thể truyền được trên đường truyền.
- Về phương diện cơ chuN RS-232D / V24 sử dụng đầu nối 25 chân gồm 2 hàng. Hàng trên gồm 13 chân là các chân từ chân 1 đến chân 13. Hàng dưới gồm 12 chân là các chân từ chân 14 đến chân 25.



**Hình 5.1 DB25 Connector**

- Về phương diện điện: Sử dụng ngưỡng hiệu điện thế nhỏ hơn -3V cho giá trị bit 1 và ngưỡng lớn hơn +3V cho giá trị bit 0.
- Tốc độ tín hiệu qua giao diện không vượt quá 20Kbps với khoảng cách không vượt quá 15m.
- Đối với đầu nối với DTE là kiểu Male (chân cắm) còn đầu nối với DCE là kiểu Female (khe cắm).

### **2.1.2. Vị trí và ý nghĩa các chân tín hiệu của RS – 232D/V24**

*Xem bảng 5.1*

STT	Tên	Mã	Chiều truyền	Ý nghĩa
1	SGH	AA		Protective Ground - Đất bảo vệ
2	TxD	BA	DTE->DCE	Transmitted Data – Dữ liệu truyền từ DTE
3	RxD	BB	DCE->DTE	Received Data - Dữ liệu nhận về DTE
4	RTS	CA	DTE->DCE	Request To Send – DTE y/c truyền DL
5	CTS	CB	DCE->DTE	Clear To Send – DCE sẵn sàng truyền
6	DSR	CC	DCE->DTE	Data Set Ready – DCE sẵn sàng làm việc
7	-	AB	-	Signal Ground – Thiếp lập mức tín hiệu đất.
8	CD	CF	DCE->DTE	Carrier Detect – DCE phát hiện được tín hiệu sóng mang
9	-	-	-	Reserved for testing – Dành cho kiểm tra
10	-	-	-	Reserved for testing – Dành cho kiểm tra
11	-	-	-	Unassigned – Chưa sử dụng
12	S-CD	SCF	DCE->DTE	Secondary Carrier Detect – Kênh thứ 2 phát hiện sóng mang.
13	S-CTS	SCB	DCE->DTE	Secondary Clear To Send
14	S-TxD	SBA	DTE->DCE	Secondary Transmitted Data
15	TxCk	DB	DCE->DTE	Transmitter Signal Element Timing – Tín hiệu đồng hồ đồng bộ truyền DL từ Modem.
16	S-RxD	SBB	DTE->DCE	Secondary Received Data
17	RxCk	D	DTE->DCE	Received Signal Element Timing – Tín hiệu đồng hồ đồng bộ nhận DL từ Modem.
18	LL	LL	-	Local Loopback – Tín hiệu điều khiển kiểm tra modem nội bộ
19	S-RTS	SCA	DTE->DCE	Secondary Request To Send
20	DTR	CD	DTE->DCE	Data Terminal Ready – DTE sẵn sàng làm
21	RL/SQD	RL/CG	2 chiều	Remote Loopback / Signal Quality Detector
22	CE	RI	DCE->DTE	Ring Indicator – Báo nhận được tín hiệu chuông từ tổng đài gửi đến
23	DSRD	CH/CI	2 chiều	Data Signal Rate Detector
24	TxCk	CI	DTE->DCE	Transmitter Signal Element Timing – Tín hiệu đồng hồ đồng bộ truyền DL từ DTE.
25	TM	DA	-	Test Mode –Tín hiệu điều khiển K.Tra modem

**Bảng 5.1 Vị trí và ý nghĩa các chân tín hiệu**



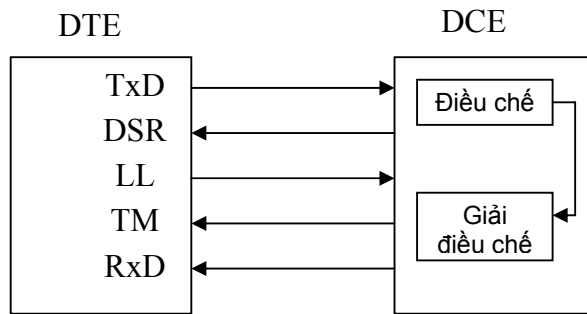


trở để cho phép modem gọi chuN bị nhận dữ liệu, modem được gọi đặt CTS (Clear To Send) ở mức tích cực để báo cho DTE được gọi rằng nó có thể bắt đầu truyền dữ liệu. Khi phát hiện thấy sóng mang từ xa đến, modem gọi đặt chân CD (Carrier Detect) ở mức tích cực. Lúc này kết nối đã được thiết lập, tiến trình truyền tin có thể bắt đầu

- DTE được gọi bắt đầu gửi một thông điệp ngắn mang tính thăm dò cho DTE gọi. Ngay sau nó phải chuN bị cho việc nhận đáp ứng từ DTE gọi bằng cách đặt chân RTS ở mức không tích cực (off) và modem được gọi đáp ứng bằng cách đặt chân CTS ở mức không tích cực đồng thời cắt tín hiệu sóng mang. Khi modem bên gọi phát hiện thấy mất tín hiệu sóng mang. Nó sẽ báo cho DTE bên gọi để bắt đầu truyền dữ liệu bằng cách đặt chân CD ở mức không tích cực. DTE bên gọi sẽ bắt đầu việc truyền dữ liệu sau khi thiết lập chân RTS ở mức tích cực và đợi sau một khoảng thời gian khi modem bên gọi đáp ứng bằng cách thiết lập chân CTS ở mức tích cực. Khoảng thời gian trễ này là khoảng thời gian để DTE bên được gọi chuN bị nhận dữ liệu. Sau đó dữ liệu được truyền từ chân TxD bên gọi đến chân RxD bên được gọi. Mỗi khi một bản tin được trao đổi giữa 2 DTE thì thủ tục này sẽ được lặp lại.
- Cuối cùng, sau khi đã truyền xong, cuộc gọi sẽ bị xoá, công việc này được thực hiện bởi cả 2 DTE bằng cách đặt chân RTS về mức không tích cực. Kết quả là cả 2 modem bên gọi và bên được gọi sẽ cắt sóng mang. Khi phát hiện thấy sóng mang bị cắt, chân CD của cả 2 bên sẽ được thiết lập về giá trị không tích cực. Sau đó, cả 2 DTE sẽ đáp ứng bằng cách đặt chân DTR về mức không tích cực và 2 DCE sẽ đáp ứng bằng cách đặt chân DSR về mức không tích cực. Kết nối bị xóa tại thời điểm này.
- Sau một khoảng thời gian, DTE của bên được gọi lại thiết lập chân DTR lên mức tích cực để chuN bị cho việc nhận cuộc gọi mới.

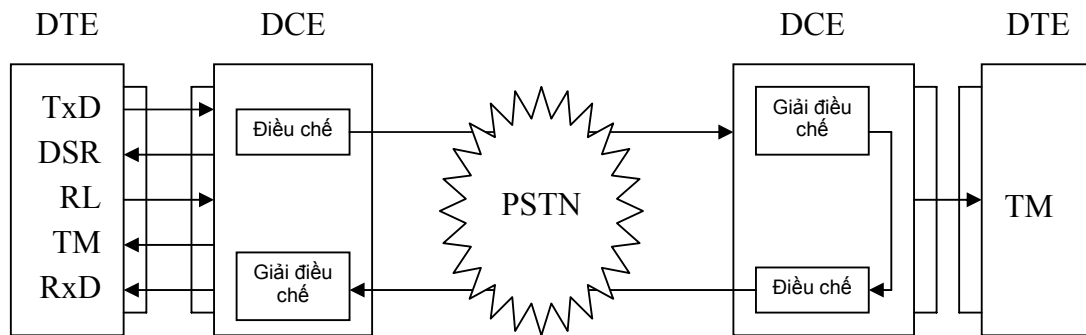
#### **2.1.4. Kiểm soát lỗi**

- Khi 2 DTE đang truyền và có một lỗi xảy ra, rất khó biết chắc chắn nguyên nhân nào gây ra và nằm ở đâu trong số: modem nội bộ, modem đầu xa, đường truyền dẫn hay DTE ở xa. Để giúp nhận dạng nguyên nhân gây ra lỗi, giao tiếp EIA-232D cung cấp 3 chân điều khiển đó là LL(Local Loopback), RL (Remote Loopback) và TM (test mode).
- Để kiểm tra trên modem cục bộ DTE sẽ đặt chân LL ở mức tích cực. Khi modem cục bộ nhận được tín hiệu mức tích cực ở chân LL, nó sẽ đáp ứng bằng cách nối liền cổng ra của mạch điều chế với cổng vào của mạch giải điều chế và sau đó nó sẽ đặt chân TM ở mức tích cực. Khi DTE phát hiện ra chân TM có dạng tích cực, nó sẽ truyền số liệu mẫu thử trên chân TxD và nhận số liệu từ chân RxD. Nếu số liệu mẫu giống với số liệu truyền thì modem nội bộ hoạt động tốt, ngược lại nó sẽ có vấn đề.



Hình 5.3 Kiểm tra modem nội bộ

- Khi modem cục bộ không có vấn đề, DTE sẽ tiến hành kiểm thử modem ở xa bằng chân RL (Remote Loopback). Khi nhận thấy điều này modem nội bộ phát lệnh đã quy định trước đến modem đầu xa và tiến hành kiểm thử. Modem đầu xa khi đó sẽ đặt chân TM thành tích cực để báo cho DTE nội bộ biết đang bị kiểm thử (không thể truyền số liệu lúc này) đồng thời nối liền cổng ra của mạch giải điều chế với cổng vào của mạch điều chế, sau đó gửi trở lại một lệnh thông báo chấp nhận đến modem thử. Modem thử sau khi nhận lệnh, đáp ứng bằng cách đặt chân TM lên mức tích cực và DTE thử nhận thấy điều này sẽ gửi các mẫu thử. Nếu số liệu truyền và nhận như nhau thì cả 2 modem hoạt động bình thường. Nếu không có tín hiệu thì đường dây có vấn đề.



Hình 5.4 Kiểm tra modem đầu xa

### V.2.2. Giao tiếp RS-232C

Chuẩn này quy ước phương thức ghép nối giữa thiết bị đầu cuối số liệu (Data Terminal Equipment-DTE) và thiết bị truyền số liệu (Data Communication Equipment-DCE).

- Phần cơ học là một bộ nối 25 chân, hàng trên đánh số từ 1-13 (từ trái sang phải), hàng dưới từ 14-25 (trái qua phải).
- Phần điện: quy ước tín hiệu “1” < -3V và “0” > +3V. Tốc độ cho phép 20 kbps qua dây cáp 15m (thường là 9,6 kbps).
- Phần chức năng: có 25 đường tín hiệu, nhưng phần lớn các thiết bị đầu cuối của máy tính chỉ cần một số đường này là đủ để hoạt động.
  - + Chân 22: tín hiệu RI (Ring Indicator) chuông báo có máy gọi.
  - + Chân 20: DTR (Data Terminal Ready) máy tính sẵn sàng.
  - + Chân 17: R<sub>x</sub>CLK (Receive Data Clock) xung đồng bộ thu.
  - + Chân 16: T<sub>x</sub>CLK (Transmit Data Clock) xung đồng bộ phát.

*Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin*

- + Chân 8: CD (Carrier Detect) có tín hiệu đường dây.
- + Chân 7: SIG (Signal Ground) dây đất tín hiệu.
- + Chân 6: DSR (Data Set Ready) modem sẵn sàng.
- + Chân 5: CTS (Clear To Send) cho phép máy tính gửi số liệu.
- + Chân 4: RTS (Request To Send) máy tính yêu cầu gửi số liệu.
- + Chân 3: RXD (Receive Data) thu số liệu.
- + Chân 2: TXD (Transmit Data) phát số liệu.
- + Chân 1: SHG (Shield Ground) dây đất bảo vệ.

## CHƯƠNG VI - ĐIỀU KHIỂN LIÊN KẾT DỮ LIỆU

### VI.1. Kiểm soát lỗi

Khi truyền tin trong hệ thống máy tính, khả năng xảy ra lỗi do hỏng hóc ở phần nào đó hoặc do nhiễu gây ra là khá lớn.

▪ **Các biện pháp để kiểm soát lỗi là:**

- So sánh từ tổng kiểm tra bản tin (FCS) khi phát và khi thu.  
Nếu FCS phát  $\neq$  FCS thu là bản tin bị sai, yêu cầu phát lại.
- Nếu quá thời gian không nhận được trả lời (time out) là có vấn đề về truyền tin và yêu cầu phát lại
- Đánh số thứ tự gói tin gửi đi để đảm bảo trật tự gói tin và phòng ngừa mất tin

▪ **Cách tính FCS:**

- **Phương pháp bit chẵn lẻ: (parity)**

Kiểm tra ngang (Vertical Redundancy Checking – VRC): Thêm “bit parity” vào mỗi byte (kí tự) để phát hiện lỗi. Từng byte /kí tự.

Kiểm tra dọc (Longitudinal Redundancy Checking – LRC): Lỗi được phát hiện cho cả khối tin thay vì tìm lỗi trong từng byte /kí tự. Trong phương pháp này ta thêm vào mỗi khối tin một byte tổng kiểm tra ở cuối (Characteristic Redundancy Checking). Byte này được tính bằng phép logic XOR của tất cả các byte trong khối tin.

- **Tính theo đa thức chuẩn  $G(x)$ :**

Cho bản tin  $M(x)$  và đa thức chuẩn  $G(x)$  có bậc là  $r$ . CRC chính là số dư  $T(x)$  của phép chia  $M(x).x^r$  theo modulo 2 cho  $G(x)$ .

Trong các mạng diện rộng ta thường dùng:

CRC<sub>16</sub> :  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$  hay

CRC<sub>CCITT</sub> :  $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$

Trong mạng cục bộ hay trong mạng diện rộng tốc độ cao ta dùng:

CRC<sub>32</sub>:  $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

▪ **Mã sửa sai:**

Byte tổng kiểm tra bản tin (CRC/FCS) trình bày ở trên chỉ cho phép ta phát hiện bản tin bị lỗi và yêu cầu phát lại.

Để biết được cả vị trí sai ta phải dùng mã sửa sai.

Để sửa sai một bit, ta dùng tập mã Hamming dựa trên các “bit chẵn lẻ” được rải vào các bit tin theo nguyên lý cân bằng Parity để chỉ ra các bit lỗi.

Trong trường hợp mã Hamming sửa sai 1 bit, nếu bản tin có  $k$  bit và số bit parity là  $r$  thì số bit tin và parity phát đi là  $n = k + r$ .  $r$  bit kiểm tra được đặt ở các vị trí: 1, 2, 4, ...,  $2i$  và được tạo bởi cộng modulo 2 giá trị nhị phân của các vị trí có bit tin bằng “1”. Vì các bit kiểm tra chiếm vị trí  $2i$  với  $i=1,2,4,\dots,2(r-1)$  nếu độ dài cực đại của các từ mã Hamming là  $n \leq 2r-1$  và do đó số cực đại của các bit tin được bảo vệ là  $k \leq (2r-1-r)$

Số bit dư thừa trong mã sửa sai lớn, nên chủ yếu dùng trong truyền “đơn công” như các hệ thu thập số liệu từ xa (Vệ tinh) còn đa số vẫn là dùng phát hiện lỗi.

### VI.2. Điều chỉnh thông lượng

Điều chỉnh thông lượng để tốc độ phát số liệu phù hợp, không quá nhanh gây ra tắc nghẽn đường truyền, hoặc quá chậm làm cho hiệu suất đường truyền thấp. Một trong các biện pháp điều chỉnh thông lượng là cơ chế trượt cửa sổ (sliding windows).

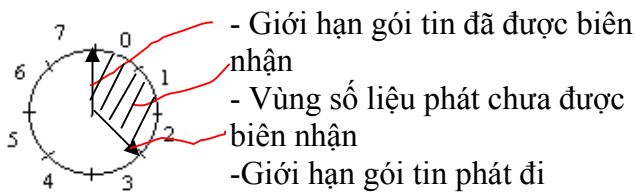
#### VI.2.1. Cơ chế cửa sổ

Các thông số của cửa sổ: kích thước cửa sổ  $n$  bit, có  $2^n$  khoang, và độ mở của cửa sổ là số khoang cho phép phát/Thu.

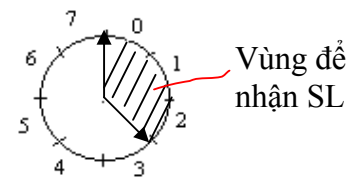
## Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin

Ví dụ cửa sổ phát và thu với  $n=3$  và độ mở  $=3$

Cửa sổ phát

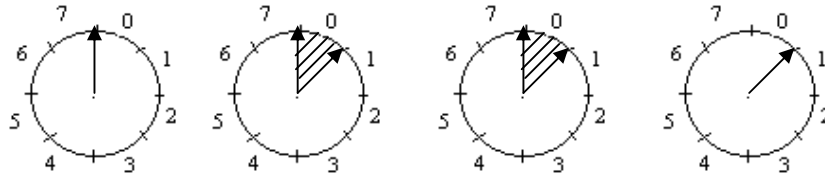


Cửa sổ thu

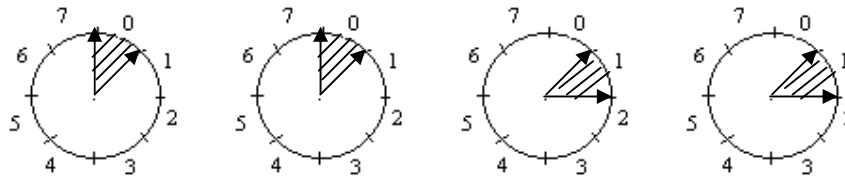


Hoạt động của cửa sổ Phát /Thu với  $n = 3\text{bit}$  và độ mở  $=1$

Phát



Thu



a/ Bắt đầu

b/ A-Phát

c/ B- Thu

d/ A- Nhận ACK

Khi B- Thu: B chuyển tin lên tầng 3, trả lời ACK, chuẩn bị vùng SL mới.

### VI.2.2. Quá trình trao đổi số liệu giữa hai máy A và B

Bản tin (Số liệu) phải được đóng gói (bổ sung header), ví dụ:

Seg	ACK	Số thứ tự gói tin	TIN
-----	-----	-------------------	-----

Seg: Thứ tự cửa sổ phát,

ACK: Thứ tự cửa sổ thu

Seg và ACK là tương ứng với thứ tự gói tin phát và gói tin thu

Bên phát đi ta có: s. seg và s. ack. Bên thu ta có: r. seg và r. ack

Bên phát tin sau khi phát, chờ trả lời mới phát tiếp. Bên thu tin sau khi thu nhận phải xử lý để nhận tin và phát tin. Nhận tin nếu  $r.\text{seq}$  phù hợp với  $s.\text{ack}$  đã trả lời biên nhận. Phát tin thì  $s.\text{seq}$  phải phù hợp với  $r.\text{ack}$  của phía kia. Quá trình phát tin chờ trả lời mới phát tiếp (stop and wait) tương ứng với giao thức “dừng và chờ”.

Độ mở của cửa sổ bằng 1 ( $w = 1$ ) thì phát 1 gói số liệu phải chờ biên nhận (ACK) mới tiếp gói sau.

Nếu để  $w = 3$  thì có thể phát 3 gói dữ liệu liên tiếp mới phải “dừng chờ” thông báo trả lời về kết quả nhận gói số liệu đó. Do đó  $w = 3$  lưu lượng số liệu trên đường truyền lớn hơn, nghĩa là hiệu suất đường truyền cao hơn.

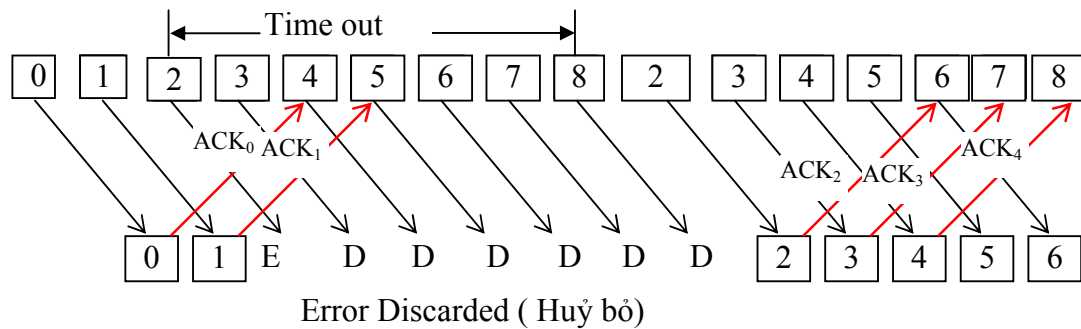
### VI.2.3. Vận chuyển liên tục (pipelining)

Ngược lại với trường hợp trên, khi phát đến thu quá xa (qua vệ tinh) , thời gian đợi trả lời ACK rất lâu và hiệu suất đường truyền thấp, do đó ta liên tục phát ra không chờ ACK. Ví dụ, kênh vệ tinh có tốc độ 50kbps để lan truyền 500 msec gửi gói tin 1000 bit mất 20ms. Hiệu suất đường truyền  $\frac{20}{520} = 4\%$ .

Khi phát liên tục nếu gói tin đúng thì không có vấn đề gì, nếu gói tin bị lỗi ta phải phát lại. Có 2 cách phát lại:

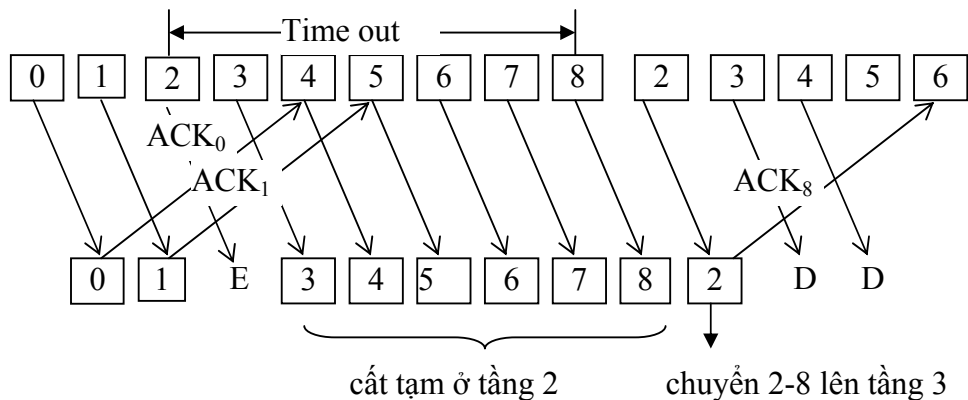
- Phát lại từ n (go back n)
- Phát lại chỉ gói n (selective repeat)

Go back n:



Phương pháp này lãng phí đường truyền, số gói phát lại nhiều nhưng quản lý đơn giản, không cần bộ nhớ đệm ở tầng 2 để giữ tạm các gói tin không đúng số thứ tự sau gói tin bị lỗi.

Selective Repeat:



Phương pháp này đòi hỏi bộ nhớ lớn để lưu giữ tạm các gói tin sau gói hỏng và việc quản lý phức tạp hơn.

Nhưng số gói tin quản lý lại ít. Bên phát sau khi nhận được ACK8 phát liên tiếp các gói 9,10,...; chứ không phải phát lại gói 7,8 nữa.

### VI.3. Giao thức BSC và HDLC

Dựa trên các cơ sở của giao thức người ta xây dựng các giao thức truyền số để đảm bảo truyền tin tin cậy và hiệu suất của giao thức. Hai giao thức đặc trưng cho tầng 2 là: BSC và HDLC.

#### VI.3.1. Giao thức BSC (Binary Synchronous Communication)

## Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin

Đây là giao thức hướng kí tự (COP – Character Oriented Protocol)

### 1.1 Tập kí tự điều khiển ( cột 1 và 2 trong bảng mã ASCII)

SOH(01): Start of header

ACK (06): Acknowledge

STX(02): ---- --- Text

DLE (10): Data Link escape

ETX(03): End of Text

NAK (15): Negative ACK

EOT(04): End of Transmission

SYN

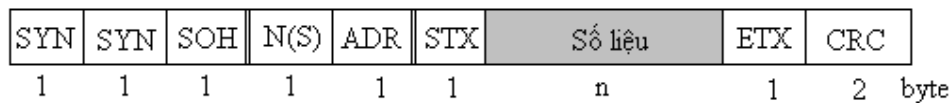
(16): Synchronous

ENQ(05): Enquiry

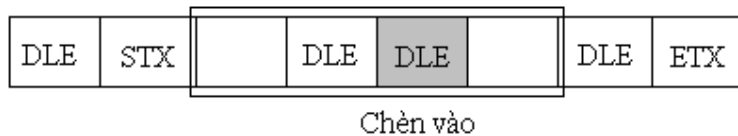
ETB (17): End of Block

### 1.2. Dạng bản tin

- Số liệu:



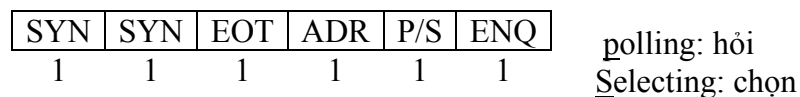
- Để thông suốt bản tin:



Khi phát ra số liệu gặp Byte trùng với DLE ta chèn thêm DLE và khi thu khử bỏ DLE chen thêm.

N(S): thứ tự của số phát, ADR: địa chỉ nơi nhận.

- Điều khiển:



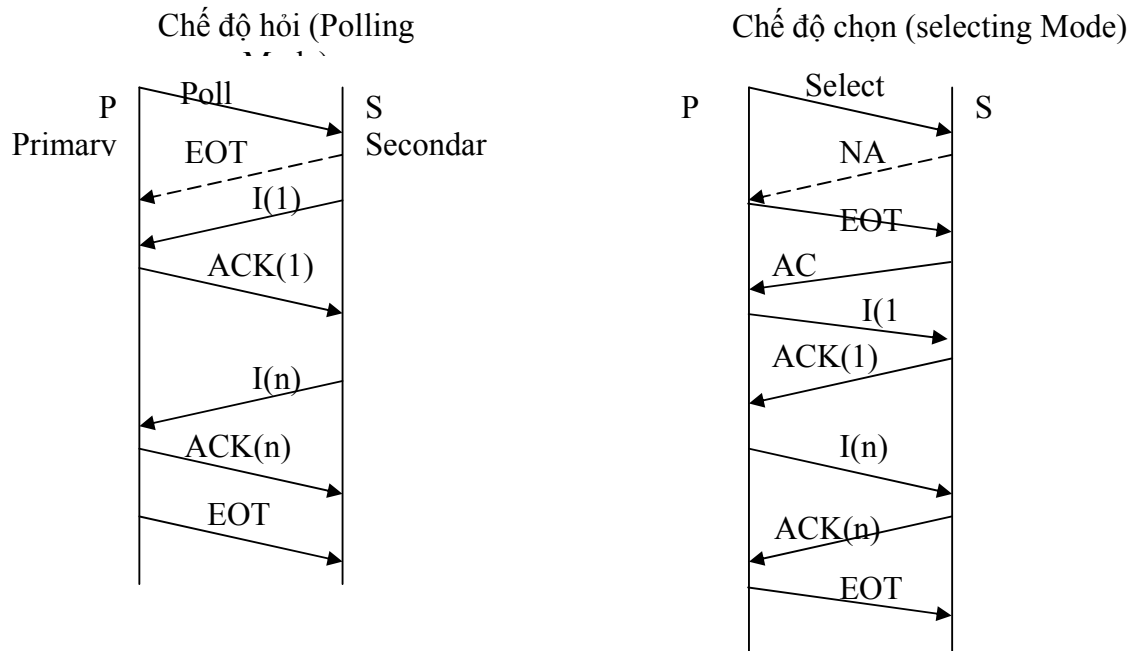
EOT có hai chức năng:

- Kết thúc trao đổi SL 

SYN	SYN	ACK
-----	-----	-----

 ( NAK,EOT)
- Khởi tạo lại kết nối.

### 1.3. Trao đổi bản tin



#### Ở chế độ hỏi (Polling)

- P gửi lệnh hỏi tất cả các trạm, yêu cầu các trạm gửi cho P.
- Nếu trạm  $S_i$  có số liệu cần trao đổi với P,  $S_i$  sẽ gửi số liệu cho đến khi không còn số liệu để trao đổi.
- nếu  $S_i$  không có số liệu để trao đổi với P,  $S_i$  gửi thông báo kết thúc EOT.

#### Ở chế độ chọn (Selecting)

- P gửi lệnh chọn một trạm  $S_i$ .
- Nếu  $S_i$  không sẵn sàng trao đổi với P,  $S_i$  gửi thông báo NAK và P sẽ kết thúc phiên giao dịch với  $S_i$  bằng việc gửi thông báo EOT. Trong trường hợp ngược lại  $S_i$  gửi ACK và P sẽ gửi số liệu cho  $S_i$ . P chủ động kết thúc kết nối bằng việc gửi thông báo EOT khi không còn số liệu gửi cho  $S_i$  nữa.

### VI.3.2. Giao thức HDLC (High level data link control)

Đây là giao thức hướng bit (BOP - Bit Oriented Protocol)

#### 2.1. Dạng bản tin

$$G(x): x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

flag	(Header)		(128.1024 byte)	2 byte	flag
01111110	Address	Control	<b>Tin (số các bit)</b>	FCS	01111110

Đề thông suốt bản tin (transparent): khi phát số liệu 5 bit “1” liên tiếp ta chèn thêm 1 bit “0” để không nhầm lẫn với Flag (báo hiệu kết thúc bản tin). Khi thu thì bit “0” chèn thêm được khử bỏ.

#### 2.2. Từ điều khiển

Cho ta biết 3 dạng của bản tin: dạng I, dạng S, dạng U

- Dạng I (Information):

0	1	2	3	4	5	6	7
0	N(S)		P/F	N(R)			



Bit 0= "0": dạng I; N(S): thứ tự cửa sổ phát ; N (R): thứ tự cửa sổ chờ thu.

P =1: yêu cầu phải trả lời;

F =1: bên thu trả lời.

- Dạng S (SuperVisor): điều khiển trao đổi số liệu

Bit 0,1= "01": dạng S

0	1	2	3	4	5	6	7
10		S		P/F		N(R)	

S = 00:RR, Receive Ready; đã nhận tới N(R)-1, chờ thu N(R)

= 10: RNR, ---- Not -----; -----, chưa thể thu N(R)

= 10: REJ, Reject ; -----, yêu cầu phát lại từ N(R)

= 11: SREJ, Select Rej ; -----, yêu cầu phát lại chỉ N(R).

- Dạng U(Unnumbered): điều khiển quá trình nối, tách, thông báo...

Bit 0,1= "11": dạng U

0	1	2	3	4	5	6	7
11		M		P/F		M	M
		M					

U = 1111p100: SABM: yêu cầu kết nối 2 máy ngang nhau

= 1111p000: SARM: ----- có chính phụ

= 1100p001: SNRM:-----,phụ chỉ thực hiện

= 1100p010: DISC: yêu cầu tách (kết thúc)

= 1100F110: UA(Unnumbered Acknowledge): đồng ý, chấp nhận

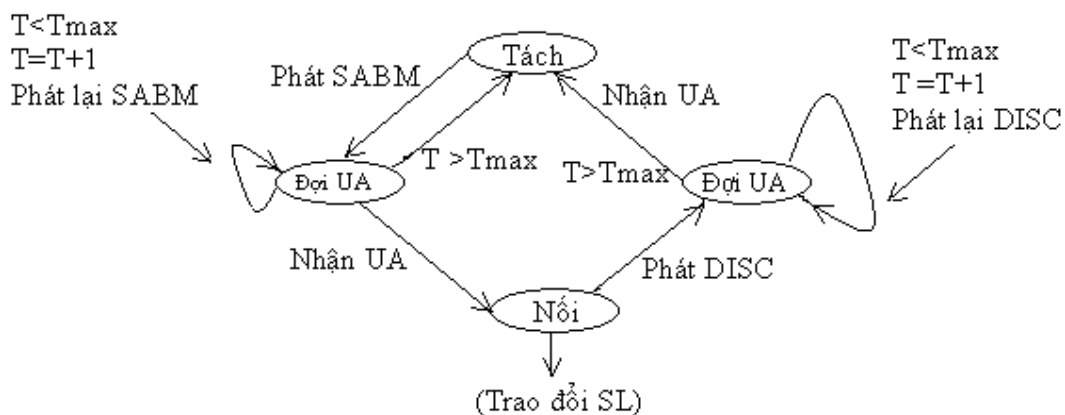
Ngoài ra có lệnh reset RESET: khởi tạo lại kết nối.

Frame Reject FRMR: khước từ nhận gói dữ liệu

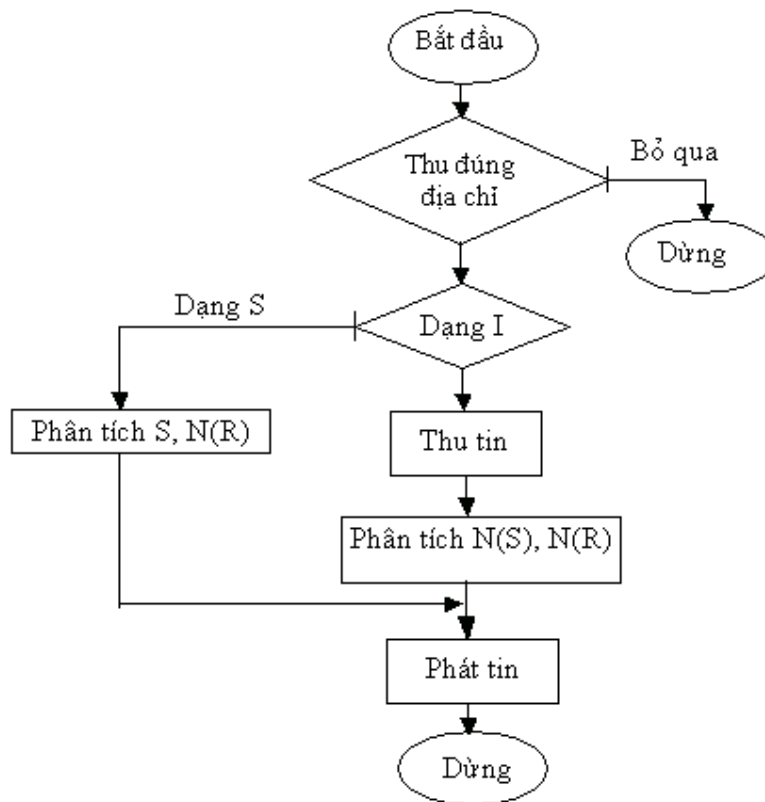
Command Reject CMDR: thông báo khước từ thực hiện lệnh

### 2.3. Trao đổi bản tin

- Quá trình nối tách:



- Quá trình thu - phát:



*Nhận xét HDLC:*

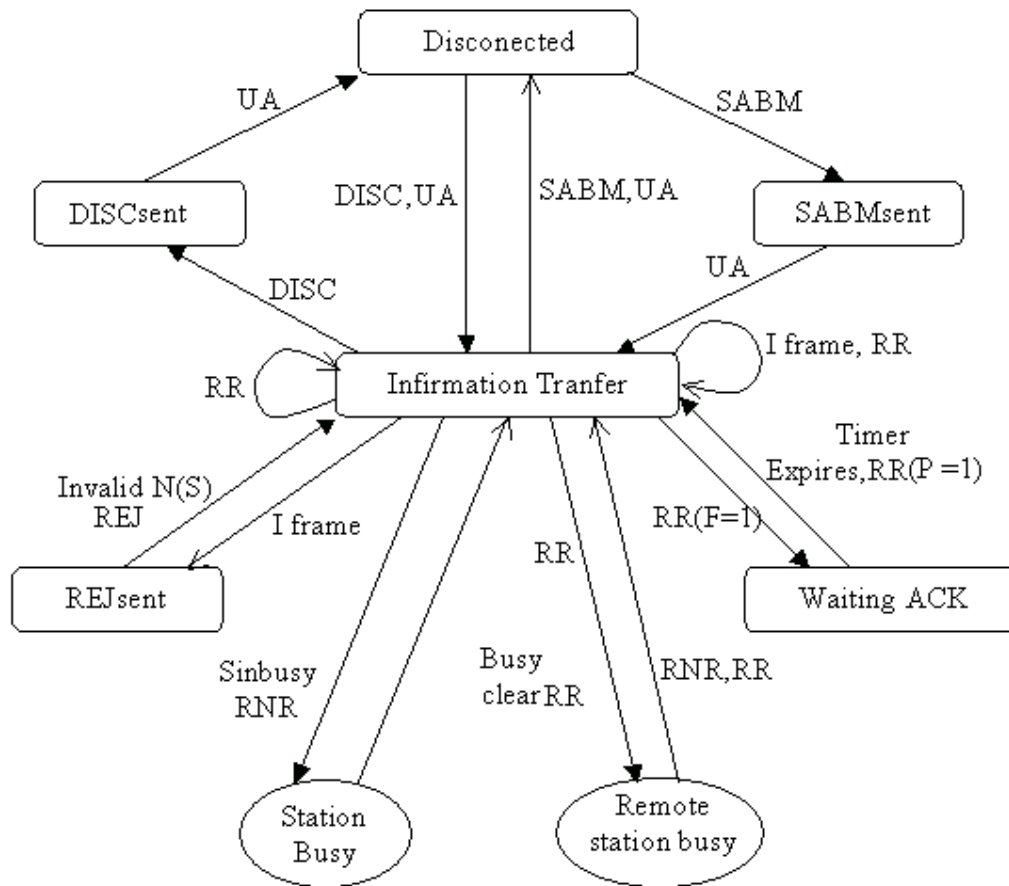
- Sơ đồ điều khiển tương đối đơn giản (không cần tập kí tự điều khiển)
- Nhận bit by bit nên mềm dẻo, dễ tương thích với các hệ khác.
- Overhead ngắn, ít tín hiệu điều khiển nên tốc độ cao
- Thông suốt bản tin đơn giản, bổ sung ít bit

HDLC được coi là chuẩn quốc tế thích ứng với các hệ thống phức tạp.

#### **VI.4. Đặc tả giao thức(Protocol Specification)**

Để mô tả chính xác và đầy đủ hoạt động của một giao thức ta sử dụng các công cụ: đồ thị trạng thái, bảng trạng thái, chương trình cấu trúc mức cao; chứ không thể bằng sơ đồ kế tiếp các khung tin (frame sequence diagram) hoặc sơ đồ trao đổi các gói tin.

Ví dụ đặc tả giao thức HDLC:



## VI.5. Các giao thức điều khiển truy nhập phương tiện truyền

Khác với truyền số liệu giữa 2 điểm, trong mạng nhiều trạm làm việc có thể truy cập mạng tại cùng một thời điểm để truyền số liệu nên không tránh khỏi xảy ra xung đột truy nhập. Vì vậy cần các giao thức điều khiển truy nhập phương tiện truyền để đảm bảo tránh được xung đột, phát hiện và loại trừ xung đột truy nhập.

### VI. 5.1. Truy nhập CSMA /CD

Carrier Sense Multiple Access – Collision Detect: là truy nhập ngẫu nhiên, nghe đường truyền, nghe đường dây, đường dây không bận thì phát. Nếu bận có thể dùng:

- Giải pháp “tạm quay lui”, thời gian chết tăng, xung đột giảm.
- Giải pháp “kiên trì đợi” tiếp tục nghe rồi phát  $T \downarrow$ , xung đột  $\uparrow$
- Giải pháp “đợi với xác suất p”, đây là giải pháp trung gian của 2 giải pháp trên. Thời gian chết của đường dây ở mức trung bình, khả năng xung đột ở mức trung bình.

Thiết bị để nghe đường dây gọi là Transceiver

Nhận xét:

- CSMA /CD dễ thực hiện, đơn giản.
- Nhưng không điều hoà lưu thông.
- Sử dụng khi lưu thông ít.
- Chuẩn là 802.3, được dùng trong mạng Ethernet

Dạng bản tin Ethernet

(có cấu hình BUS)

đ/c đích	đ/c nguồn	Type	Số liệu	CRC
6	6	2	46-1500	4 Bytes
Tốc độ 10 Mbps				

### VI.5.2. Token bus

Là truy nhập có điều khiển. Mạng có cấu hình BUS nhưng các trạm chỉ được phép truy nhập khi có thẻ bài (token). Thẻ bài lưu chuyển trên một vòng logic được xác định bởi địa chỉ trước và sau của mỗi trạm.

Nhận xét:

- Token Bus khó thực hiện hơn, quản lý phức tạp (token).
- Nhưng điều hoà lưu thông.
- Sử dụng khi lưu thông lớn.
- Chuẩn là 802.4 được dùng trong công nghiệp để kết nối thiết bị điều khiển quá trình

Dạng bản tin Token Bus:

Frame control	đ/c đích	đ/c nguồn	TIN	CRC
1	(2-6)	(2-6)	max 8142 bytes Tốc độ 1, 5, 10 Mbp	4

### VI.5.3. Token Ring

Là truy nhập có điều khiển, mạng có cấu hình vòng, thẻ bài lưu chuyển quanh vòng. Thẻ bài có bit trạng thái “Free / Busy”.

Trạm chỉ được phép gửi dữ liệu khi thẻ bài đi qua ở trạng thái “Free”. Và có 3 giai đoạn:

- Ghép dữ liệu vào để truyền, chuyển bit trạng thái Free sang Busy.
- Tới đích: nhận dữ liệu và đi tiếp về nguồn.
- Về tới nguồn: huỷ dữ liệu và chuyển bit trạng thái Busy sang Free để giải phóng đường kênh.

Nhận xét:

- Token Ring quản lý phức tạp vì có thẻ bài
- Nhưng điều hoà lưu thông
- Sử dụng khi lưu thông lớn
- Chuẩn là 802.5 và được sử dụng rộng rãi như CSMA/CD

Dạng bản tin Token Ring:

AC	FC	đ/c Đích	đ/c Nguồn	TIN	CRC	FS
1	1	2-6	2 - 6	Max 16 kb – 16Mbps Max 4kb – 4 Mbps	4	1

- AC (access Control): PPPTMRRR
  - + P (Priority bit): xác định mức ưu tiên truy nhập.
  - + T (Token bit): xác định trạng thái thẻ bài (T=0: free, T=1: busy)
  - + M (Monitor bit): xác định chức năng điều khiển, giám sát hoạt động mạng
  - + R (Request bit): xác định yêu cầu thẻ bài với độ ưu tiên truy nhập
- FC (Frame Control): FFZZZZZZ
  - + FF: loại gói số liệu (FF = 00: gói số liệu LLC, FF = 01: gói số liệu MAC)
  - + ZZ: mã lệnh đối với gói số liệu LLC

- FS (Frame Status): ACRRACRR
  - + A (Address recognized bit): A = 1 thì địa chỉ đích trùng với một địa chỉ nguồn của một thiết bị nào đó trên mạng
  - + C (Copied bit): C = 1 cho biết gói số liệu đã được thiết bị cuối “sao chép”.

**FDDI (Fiber Distributed Data Interface):**

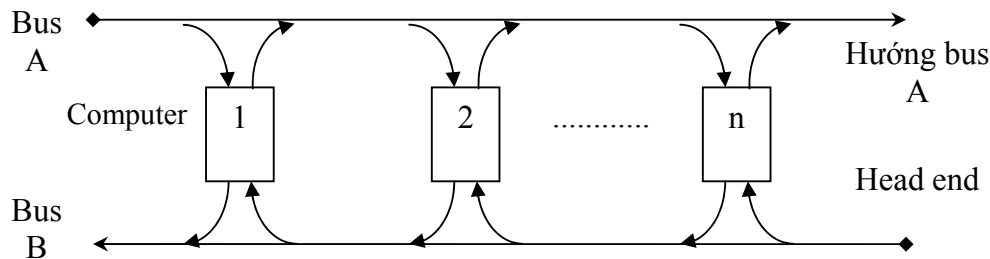
Nguyên lý làm việc của FDDI tương tự như Token Ring chuẩn 802.5

Điểm khác là: các trạm có nhu cầu gửi số liệu *có thể ghép tiếp số liệu nối tiếp trạm trước đó* khi gặp Token mà không cần chờ hết vòng (ring) của trạm trước. Do đó bản tin không cần byte AC để đổi bit “Free <--> Busy”

- Mạng FDDI có tốc độ 100Mbps, cho phép 500 trạm, khoảng cách tối đa giữa 2 trạm là 2 km (UTP chỉ có 100m), giới hạn toàn mạng là 200 km.
- Có 2 loại trạm dùng FDDI ring: DAS (Dual Attachment Station) cho phép nối tắt đoạn bị hỏng, SAS (Single AS) không thể nối lại đường.
- Concentrator để nối nhiều SAS đến DAS.

#### VI.5.4. DQDB (Distributed Queue Dual Bus)

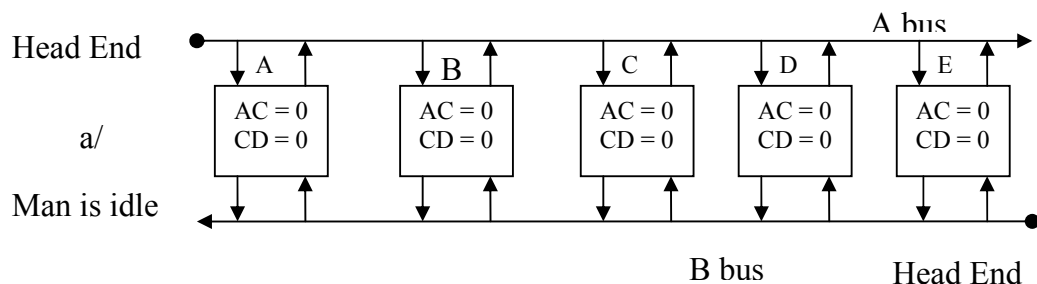
Chuẩn 802.6: gồm 2 bus đơn hướng (cables), các máy tính nối lên 2 bus này. Mỗi bus có 1 head-end, gửi về phía phải dùng bus trên, gửi về phía trái dùng bus dưới

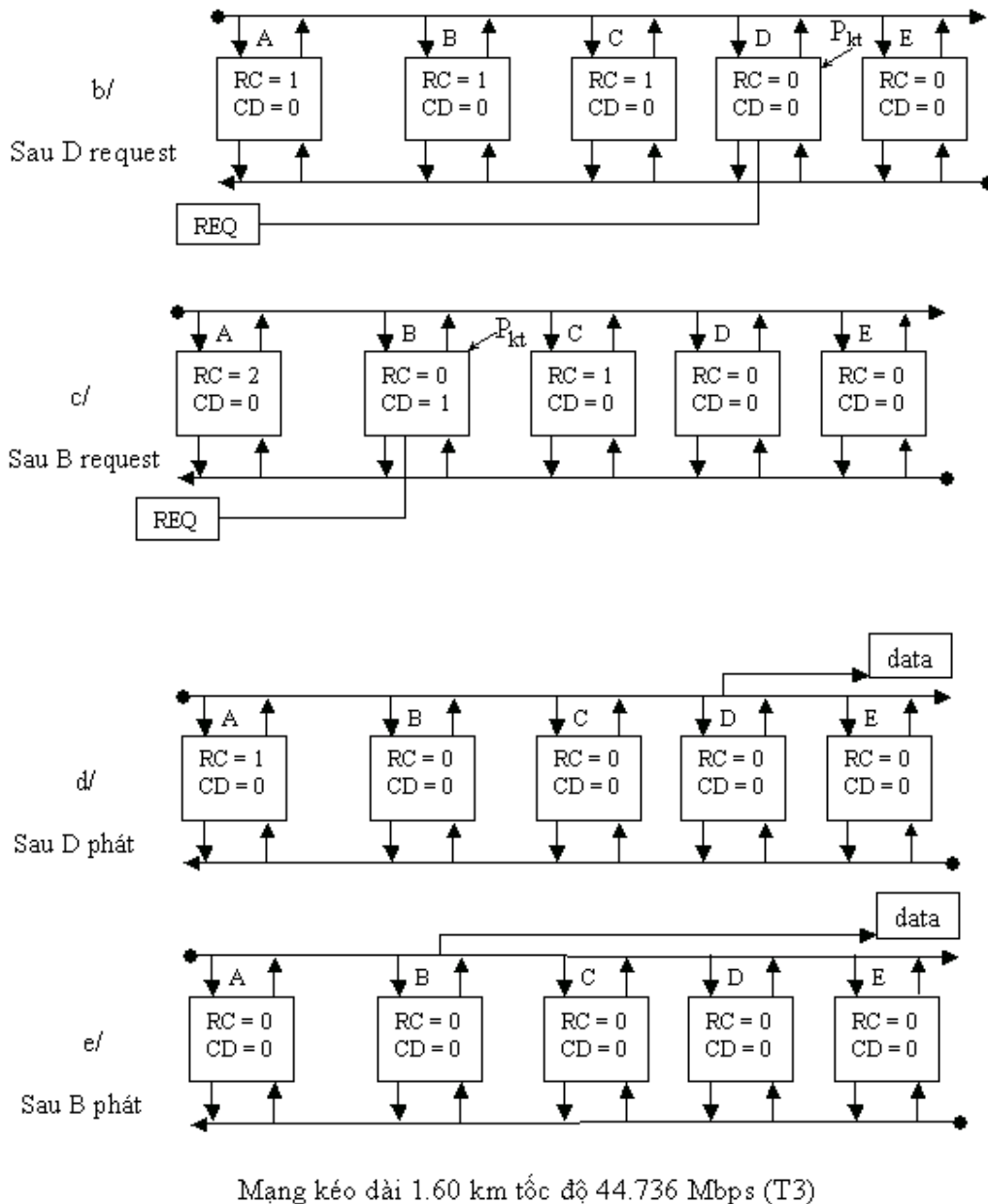


Các trạm phải xếp hàng để gửi số liệu vào FIFO order (không có central queue). Trạm chỉ được phép gửi khi đến lượt. Tránh tình trạng trạm gần head-end chiếm hết empty cell (cell=53 byte) AAL.

FIFO queue: mỗi trạm có 2 bộ đếm RC (request counter) và CD (countdown counter), RC đếm số yêu cầu phải giải quyết, CD chỉ ra vị trí trong hàng đợi. khi empty cell đi qua mà  $CD > 0$ , không được dùng cell empty.

Để gửi 1 cell trạm phải gửi request trên bus ngược lại, các trạm đi tiếp thì  $RC+1$ . Trạm tiếp theo có yêu cầu thì  $RC \rightarrow CD$ , chỉ ra vị trí xếp hàng đợi. trạm chỉ được phát khi cell empty đi qua mà  $CD=0$ . mỗi lần cell empty đi qua thì:  $RC-1$ ,  $CD-1$  nếu  $RC$  và  $CD \neq 0$





### VI.5.5. Wireless (802.11)

802.11 chạy trên sóng radio băng rộng và bước sóng nhìn thấy (infrared) với tốc độ 1-2 Mbps. Phổ rộng để không ảnh hưởng giữa các thiết bị.

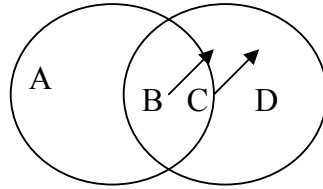
Frequency hopping: 79.1 Mhz chạy trên băng tần 2.4 Ghz

Infrared signals: phát khuếch tán, khoảng cách 10m trong toà nhà.

#### 5.5.1 Vấn đề tránh xung đột trong mạng không dây (collision avoidance)

Wireless Protocol tương tự như Ethernet, nhưng trong mạng không dây vấn đề phức tạp hơn vì không phải tất cả các nút nghe được nhau do hạn chế vùng phủ sóng.

Ví dụ:

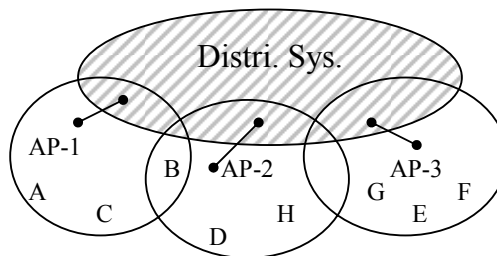


- Nút B có thể trao đổi với nút A, C nhưng không thể trao đổi với nút D vì xa.
- Nút C có thể trao đổi với nút B và D nhưng không thể trao đổi với nút A vì xa (ngoài vùng phủ sóng)
- Nếu A và D muốn trao đổi với B, nó gửi tin đến B. Xảy ra xung đột ở B. A và D không biết xung đột xảy ra, không giống như ở mạng Ethernet tín hiệu tới tất cả các trạm và biết được xung đột xảy ra.
- Nếu B gửi cho A, C biết vì nghe thấy phát của B, nhưng C có thể phát được cho D vì không ảnh hưởng khả năng nhận của A từ B (A và C xa nhau), nhưng sẽ ảnh hưởng nếu A gửi cho B.

#### 5.5.2. 802.11 giải quyết vấn đề tránh xung đột bằng thuật toán MACA-(Multiple Access with Collision Avoidance)

- Phải trao đổi gói tin điều khiển trước khi phát số liệu để báo cho các nút ở gần sắp có phát số liệu.
- Bên phát phát RTS (Request To Send) đến bên thu, kèm theo độ dài số liệu (time). Bên thu đáp lại CTS (Clear To Send), có vọng lại (echo) độ dài số liệu tới bên phát. Nút nghe thấy CTS là gần máy thu nên không được phát trong chu kỳ này. Nút nghe thấy RTS nhưng không nghe thấy CTS thì có thể phát mà không ảnh hưởng tới máy đang thu vì nó không gần máy thu.
- Bên thu gửi ACK đến bên phát khi nhận gói tin đúng (OK) sau đó các nút mới có quyền phát.
- Nhiều nút cùng phát RTS, xảy ra xung đột (collision), không có trả lời CTS, phải đợi một thời gian ngẫu nhiên (random) để phát lại.

#### 5.5.3. Hệ thống phân tán (distribution system)



Thực tế một số nút có thể di động, một số nút được gắn vào mạng có dây, gọi là AP (access point) được kết nối với nhau bởi hệ thống phân tán.

Ví dụ: hệ thống phân tán nối 3 điểm thâm nhập, mỗi cái phục vụ các nút trong một miền. AP đóng vai trò như base station.

Distribution system có thể là Ethernet, Token Ring, mỗi nút kết hợp với một điểm thâm nhập (AP)

- Nếu A muốn trao đổi với E, A gửi gói tin đến AP-1 qua Dis.sys. đến AP-3 và AP-3 gửi gói tin đến E.

Thuật toán chọn lựa AP (scanning) để chuyển số liệu từ vùng này sang vùng khác.

- 1) Nút gửi gói tin kiểm tra

*Bài giảng môn kỹ thuật truyền tin*

- 2) Các nút nghe được đáp lại gói tin trả lời
- 3) Nút sẽ chọn một trong các AP để trao đổi, gửi gói tin yêu cầu phối hợp
- 4) AP đáp lại với gói tin trả lời phối hợp.

Cơ chế này gọi là tìm kiếm điểm tham nhập tích cực (active scanning)

- Cách khác, các AP gửi gói tin thăm dò theo chu kỳ để giới thiệu các khả năng AP.

Cơ chế này gọi là passive scanning

Nút có yêu cầu chuyển số liệu gửi gói tin yêu cầu phối hợp (associate request frame) tới AP tương ứng (access point)

- *Frame format 802.11*

Control	Duration	Adr1	Adr2	Adr3	Seq ctrl	Adr4	Pay load	CRC
16	16	48	48	48	16	48	0-18.446	32

Vùng điều khiển chỉ ra RTS or CTS frame/ or scanning algorithm và có đôi bit cho To DS và From DS.

Các địa chỉ nhận biết phụ thuộc bit To DS và From DS.

- + Nếu DS = 00: nút này gửi trực tiếp đến nút kia
- + Nếu DS = 11: bản tin từ nút wireless vào DS, rồi từ DS đến nút wireless khác.

Như ví dụ trên

A→E thì: Addr1 tương ứng E, Addr2 → AP, Addr3 → AP-1, Addr4→A



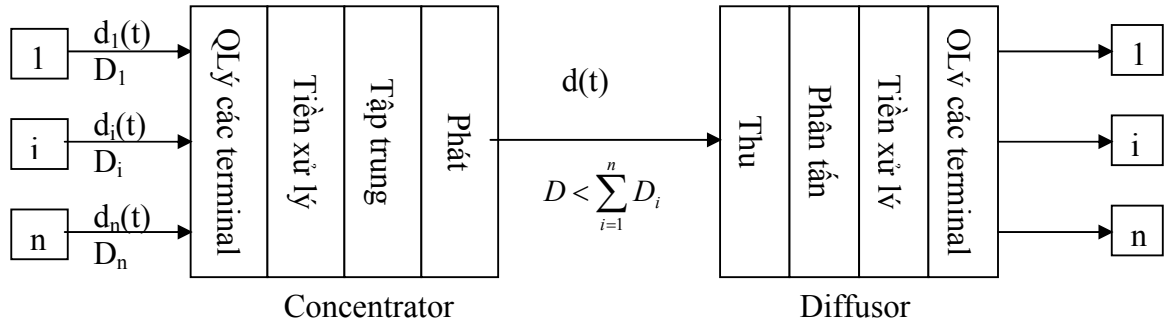
## CHƯƠNG VII - TỔNG QUAN VỀ GHÉP KÊNH

Để tận dụng các đường truyền có tốc độ cao, ta thường dùng các bộ tập trung, các bộ dồn kênh tách kênh để tập trung các đường dữ liệu vào đường chính.

### VII.1. Bộ tập trung (Concentrator)

Bộ tập trung có thể là một máy tính mini, nó tập trung số liệu ở nhiều đầu vào và đưa vào đường dây chính (tốc độ cao).

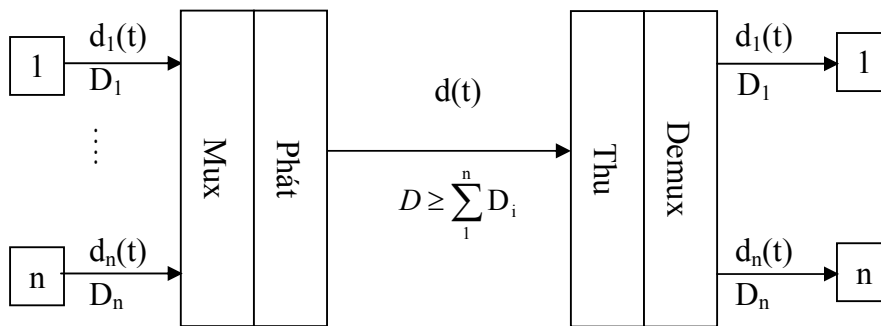
Nếu lưu lượng thông tin quá lớn, không thể đáp ứng được thì nó có thể lưu giữ lại một phần để sau truyền tiếp hoặc khoá 1 hay nhiều đường vào. Ngoài ra nó có thể chuyển mã, đổi tốc độ.



### VII.2. Bộ phân đường (Multiplexer)

Ngược lại với bộ tập trung, bộ phân đường được phân chia theo một phương pháp khác cố định theo thời gian hay tần số.

Nếu phân chia theo tần số ta có multiplex tần số (FDM), nếu phân chia theo thời gian ta có multiplex thời gian (TDM).



### Hiệu suất của Multiplex

$$\text{Hiệu suất} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i N_i}{D}$$

D: Lưu lượng đường dây tốc độ cao

$D_i = C_i N_i$  = tốc độ truyền đường dây tốc độ thấp i

$C_i$ : Nhịp truyền cực đại cho phép của đường tốc độ thấp i

$N_i$ : Số bit nhị phân truyền đi của ký tự  $C_i$

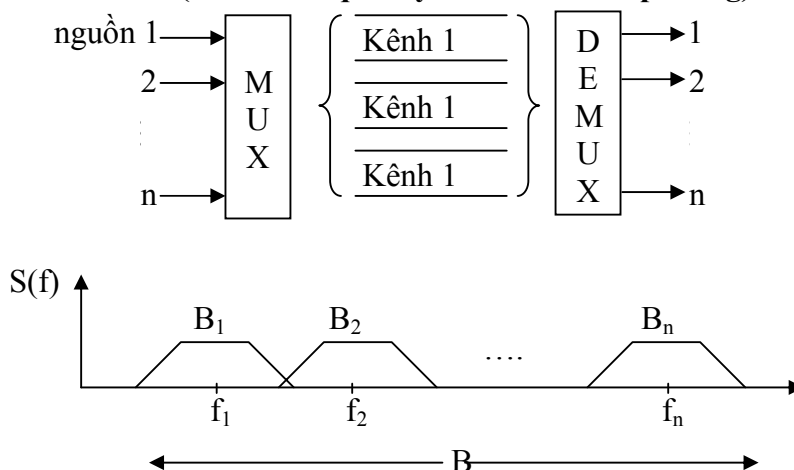
Ví dụ: Trên đường dây 110 bands, mỗi kí tự có  $N = 8$  bit với 1 bit start và 1 bit stop. Vậy nhịp truyền  $C_i$  là 10 kí tự/sec.

$$D_i = 10 \times 11 = 110 \text{ bit/sec } (C_i =$$

10,

$N_i = 11$ ).

### VII.3. Đồn kênh theo tần số (FDM- Frequency Division Multiplexing)



Để không bị mất thông tin  $f_i$  phải chọn sao cho các phổ sau khi điều chế không được trùng nhau.

Tín hiệu tổng hợp có băng thông là  $B$ .

Tín hiệu thu được ở bộ phận thu đưa vào bộ lọc băng thông có tần số trung tâm là  $f_i$  và băng thông là  $B_i$  để thu lại tín hiệu  $f_i$  đã được điều chế. Khi giải điều chế ta được  $d_i(z)$ .

Nếu dùng đường điện thoại cho dây số liệu “điện báo điều hoà” dùng FDM, bộ phận đường chuyển những tín hiệu  $d(t)$  của từng đường tốc độ thấp  $i$  thành tín hiệu sin dựa vào sự biến đổi.

$$d_i(t) = \begin{cases} 0 \dots \sin 2\pi(f_i + w_i)t \\ 1 \dots \sin 2\pi(f_i - w_i)t \end{cases}$$

Cặp tần số ( $f_{1i} = f_i + w_i$ ,  $f_{2i} = f_i - w_i$ ) tương ứng những đường khác nhau được chọn  $f_i$  sao cho nó không chồng nhau trong băng thông điện thoại (300-3400) Hz.

*Yêu cầu của FDM là:*

- Khoảng cách của tần số mang  $f_i$  và  $w_i$  do khả năng của bộ lọc và bộ tách sóng tần số tồn tại trong bộ giải điều chế.
- Tần số  $w_i$  tương ứng với kênh có lưu lượng  $D$  được chọn để giảm sự méo sai cho năng lượng cực đại tập trung trong khoảng  $f_i \pm w_i$ .

*Khi truyền điện báo trên kênh thoại CCITT cho:* Tốc độ - tần số.

50 bauds:  $f_i = 420 + (i-1)120$  Hz và  $w_i = 30$  Hz → cho phép giải quyết 24 đường.

100 bauds:  $f_i = 480 + (i-1)240$  Hz và  $w_i = 60$  Hz → cho phép giải quyết 12 đường.

200 bauds:  $f_i = 600 + (i-1)480$  Hz và  $w_i = 120$  Hz → cho phép giải quyết 6 đường.

Mux tần số hạn chế về khả năng tốc độ (50, 100, 200 bands), nó có hiệu suất thấp.

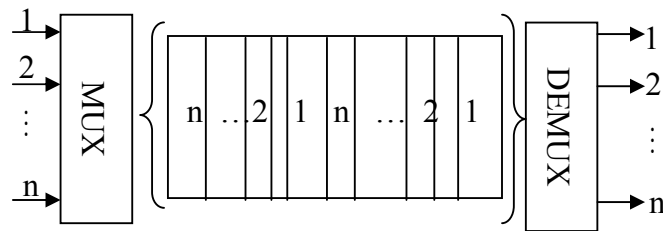
Tổng số bit 1 kí tự	Số	Tốc độ	Số kí tự	Tốc độ nhị phân	Hiệu
Start    N    Stop	đường	Điều chế	truyền /sec	đường tốc độ cao	suất

1	5	1,5	24	50 bauds	6,6	4800 bps	0,16
1	8	2	12	110 bauds	10	4800 bps	0,20
1	8	1	6	200 bauds	20	4800 bps	0,20

#### VII.4. Đồn kênh theo thời gian (TDM – Time Division Multiplexing)

TDM còn gọi là STDM (*Synchronous Time Division Multiplexing*)

- Đường tốc độ cao D bit/s, đường tốc độ thấp  $D_i$  bit/s.
- Số kênh được ghép  $n=D/D_i$
- Kênh di truyền kí tự có độ dài  $\lambda_i$  bi.
- Độ dài khung tin (Frame)  $L = n\lambda_i \left( \sum_1^n \lambda_i \right)$
- Nhịp điệu lặp lại của các khung là  $D/L$  khung/sec.
- IT khoảng thời gian cho 1 kí tự có độ dài  $\lambda_i$ .



- Nếu các kênh có  $D_i$  khác nhau, nghĩa là IT ở mỗi đường khác nhau.

Ta chọn IT cho đường có lưu lượng cao nhất để dùng cho tất cả các đường, như vậy hiệu suất sử dụng thấp.

Hai phương pháp khác là: Chọn  $D_i$  bé nhất và thành lập kênh có lưu động  $D_i$ ,  $2D_i$ ,  $3D_i$  ... hoặc tính L cho trường hợp max và tính  $D/2$ ,  $D/3$ ,  $D/4$ .

Hai phương pháp này cho cùng một hiệu suất nhưng khó đồng bộ.

- Mux thời gian hiệu quả cao hơn mux tần số.
- + Trong chế độ không đồng bộ nó chấp tất cả các đường từ 50 – 19200bps.
- + Trong chế độ đồng bộ: 1200-56000 bps và hiệu suất như bảng sau:

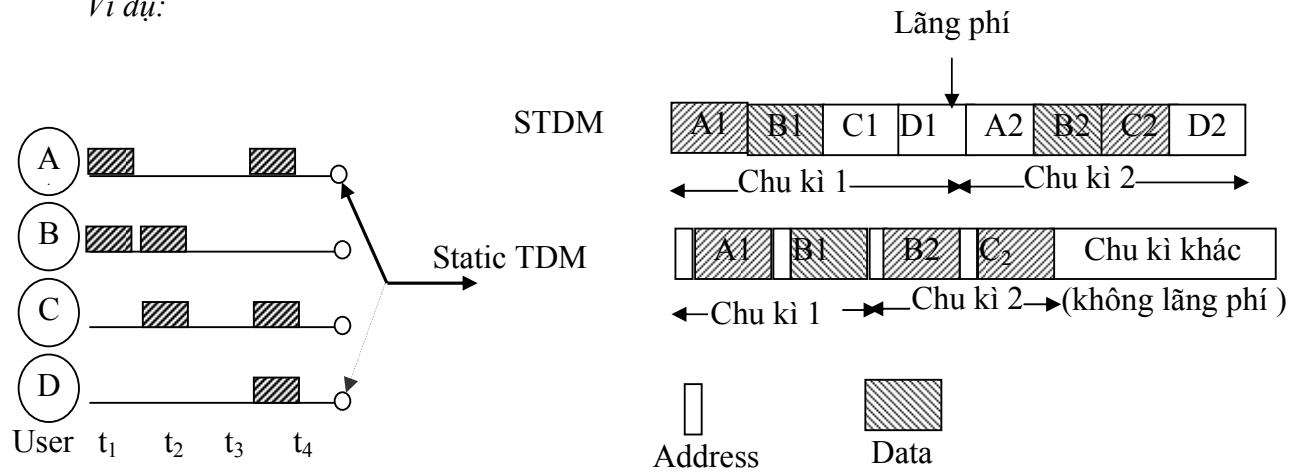
Tổng số bit trong 1 từ			Số	Tốc độ	Tốc độ	Lưu lượng nhị phân	Hiệu
Start	N	Stop	đường	điều chế	kí tự /s	đường tổng hợp	suất
1	8	2	50	110 bauds	50	4800 bps	0,83
1	8	1	23	200 bauds	20	4800 bps	0,76
1	8	1	7	600 bauds	60	4800 bps	0,70

#### VII.5. Phân đường thời gian theo thống kê

Trong trường hợp STDM khi đường kênh nào đó không có số liệu gây lãng phí khe thời gian (time slots).

Trong Statistical TDM hay còn gọi asynchronous TDM, nó cấp phát động khe thời gian, chỉ cho đường kênh có số liệu, do đó tránh được lãng phí đường kênh tốc độ cao.

Ví dụ:



Bên cạnh SL có thêm địa chỉ để biết từ nguồn nào

Với sự phát triển của  $\mu P$ , static TDM cho ta một thể hệ mới của MUX. Nó khảo sát phát hiện những đường có số liệu cần truyền, biến đổi mã (để có độ dài ngắn đi), đưa vào bộ nhớ tốc độ cao và các kí tự đượg truyền trên đường tốc độ cao.

**Tài liệu tham khảo:**

1. Data and Computer Communications – William Stallíng – Fifth Edition.
2. Mạng Máy Tính – PGS.TS Ngô Gia Hiều.
3. Kỹ Thuật Truyền Số Liệu – Nguyễn Hồng Sơn.