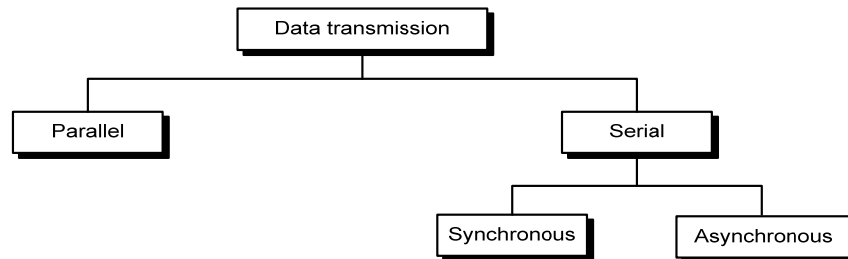


CHƯƠNG 6

TRUYỀN DỮ LIỆU SỐ: GIAO DIỆN VÀ MODEM

6.1 TRUYỀN DỮ LIỆU SỐ

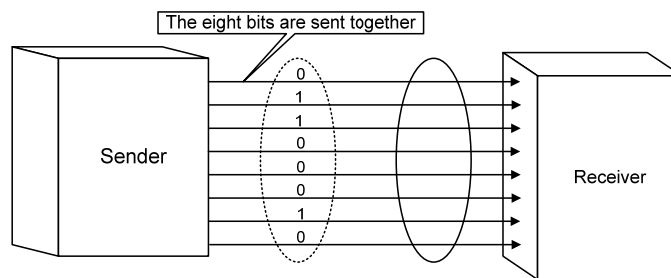
Các cách truyền số liệu: **Truyền song song** và **Truyền nối tiếp** (đồng bộ và không đồng bộ)



6.1.1 Truyền song song

+ Khái niệm: Truyền một lúc nhiều bit, mỗi bit đi trên một đường dây

+ Ví dụ:



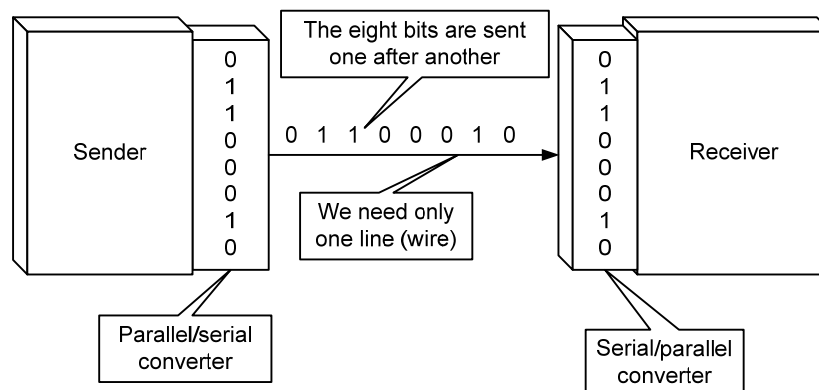
+ Ưu điểm: **Tốc độ nhanh.**

+ Khuyết điểm: **Chi phí cáp lớn. (khoảng cách xa) → thích hợp cự ly ngắn.**

6.1.2 Truyền nối tiếp

+ Khái niệm: Truyền lần lượt từng bit, chỉ sử dụng một dây.

+ Ví dụ:



+ Ưu điểm: **Chỉ cần một kênh truyền (1 dây)** → giảm giá thành và chi phí vận hành.

+ Khuyết điểm:

- Cần giải quyết bài toán chuyển đổi **nối tiếp sang song song** và song song sang nối tiếp.
- Tốc độ truyền chậm hơn so với truyền song song.

+ Phân loại: 2 loại

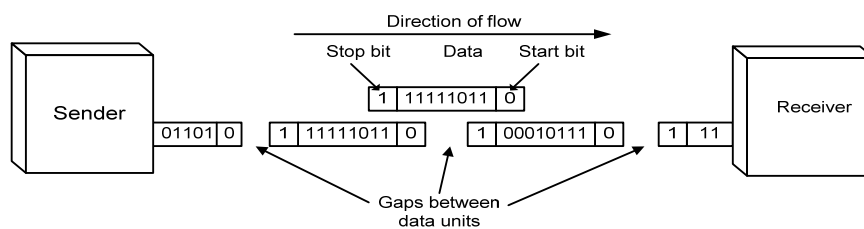
- **Truyền nối tiếp không đồng bộ** (asynchronous transmission)
- **Truyền nối tiếp đồng bộ** (synchronous transmission)

6.1.2.1 Truyền không đồng bộ

+ Đặc điểm: Phương pháp truyền này cần: **một bit start (0)** tại đầu bản tin, **một (nhiều) bit stop (1)** ở cuối bản tin và **tồn tại khoảng trống giữa các byte**.

Chú ý: Không đồng bộ ở đây được hiểu là **không đồng bộ ở cấp độ byte, nhưng vẫn đồng bộ ở từng bit**, do chúng có thời khoảng giống nhau.

+ Ví dụ:



+ Hiệu suất truyền = số bit dữ liệu / tổng số bit truyền;

Ví dụ: dữ liệu truyền 8 bit, suy ra hiệu suất truyền là: $8/10 = 0,8$.

+ Ưu điểm: Đơn giản, chi phí truyền thấp, hiệu quả tương đối cao.

+ Khuyết điểm: Do Tồn tại các bit start và bit stop, khoảng trống dẫn đến thời gian truyền chậm.

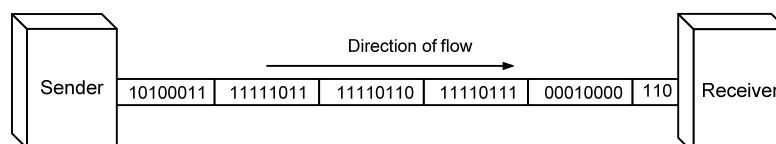
Phương thức này là một chọn lựa tối ưu trường hợp truyền với tốc độ thấp

Ví dụ: quá trình **truyền dữ liệu giữa bàn phím và máy tính**, theo đó người dùng chỉ gõ một làm một ký tự, và thường để lại nhưng khoảng thời gian trống đáng kể giữa hai lần truyền.

6.1.2.2 Truyền nối tiếp đồng bộ

+ Đặc điểm:

- **Các luồng bit được tổ hợp thành những khung (frame)** lớn hơn nhiều byte.
- **Không tồn tại khoảng trống giữa các Byte.**
- **Máy thu có nhiệm vụ nhóm các bit thành Byte.** (Đồng bộ bit và đồng bộ byte)



+ Ưu điểm: *Tốc độ truyền nhanh hơn bất đồng bộ.*

Byte tạo tín hiệu đồng bộ thường được thực hiện trong lớp kết nối dữ liệu.

+ Khuyết điểm: *Cần giải quyết bài toán đồng bộ một cách tối ưu.*

+ Hiệu suất truyền: 1

Thường dùng trong truyền dẫn tốc độ cao như truyền dữ liệu giữa các thiết bị số.

6.2 GIAO DIỆN DTE-DCE.

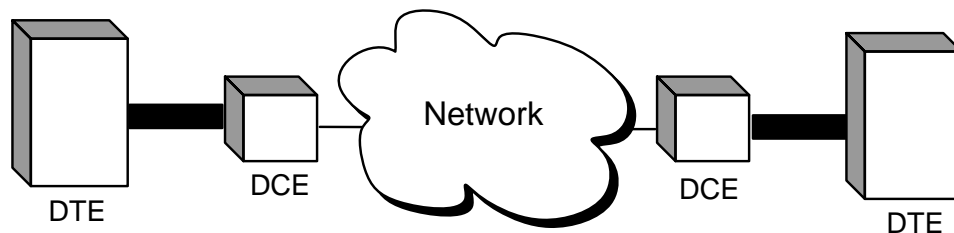
+ DTE (Data Terminal Equipment): Thiết bị đầu cuối dữ liệu, là nguồn hoặc đích của dữ liệu số.

Ví dụ: Máy số, máy tính, máy fax....(phát dữ liệu số, thu dữ liệu số)

+ DCE (Data Circuit-Terminating Equipment): Thiết bị mạch đầu cuối dữ liệu, là thiết bị phát hoặc nhận dữ liệu ở dạng tương tự, ở dạng số.

Ví dụ: Modem (Nhận và phát tín hiệu số, tương tự).

DTE tạo ra dữ liệu số và chuyển đến DCE, DCE chuyển tín hiệu này thành các dạng thích hợp cho quá trình truyền. Khi đến nơi nhận thì thực hiện quá trình ngược lại, như trong hình 6.6.



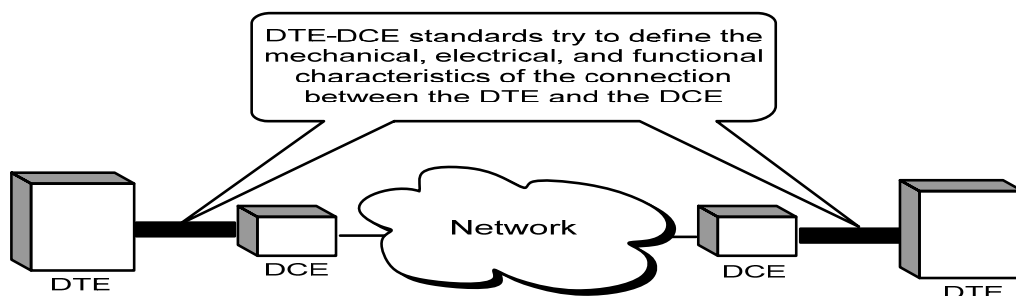
Hình 6.1

6.2.1 Các Chuẩn giao tiếp:

+ Mục đích của chuẩn giao tiếp DTE và DCE: nhằm định nghĩa các đặc tính cơ, đặc tính điện, đặc tính chức năng của kết nối giữa DTE và DCE.

+ Phân loại: **EIA** (Electronic Industries Association) và **ITU-T** đã phát triển nhiều chuẩn cho giao diện DTE-DCE.

- **EIA có các chuẩn:** **EIA-232, EIA-449, EIA-485, EIA-530**
- **ITU-T phát triển các chuẩn series V và series X.**



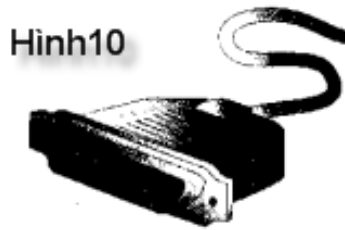
Hình 6.2

6.2.2 Giao diện EIA-232

Chuẩn giao diện quan trọng của EIA là EIA-232 (*trước đây gọi là RS-232*) nhằm định nghĩa các đặc tính về cơ, điện và chức năng của giao diện giữa DTE và DCE.

6.2.2.1 Các đặc tính về cơ

- Dùng **cáp 25 sợi** (đầu nối **DB-25**), **cáp 9 sợi** (DB-9)
- Chiều dài không quá 15 mét (50 feet)- Khoảng cách giữa DTE và DCE nhỏ hơn 15m.



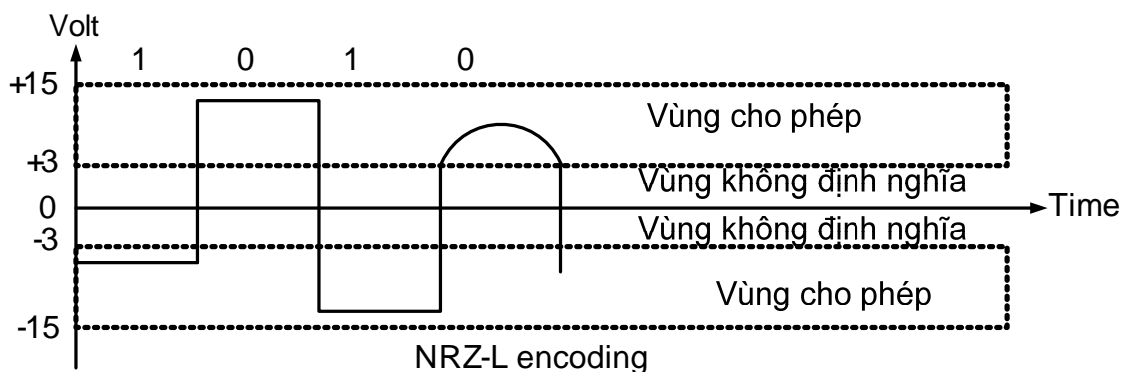
6.2.2.2 Các đặc tính điện

Định nghĩa mức điện áp và dạng tín hiệu được truyền trong giao tiếp DTE-DCE.

+Gửi dữ liệu: Dùng mã **NRZ-L**.

- +3V đến +15V → bit '0'
- -3V đến -15V → bit '1'

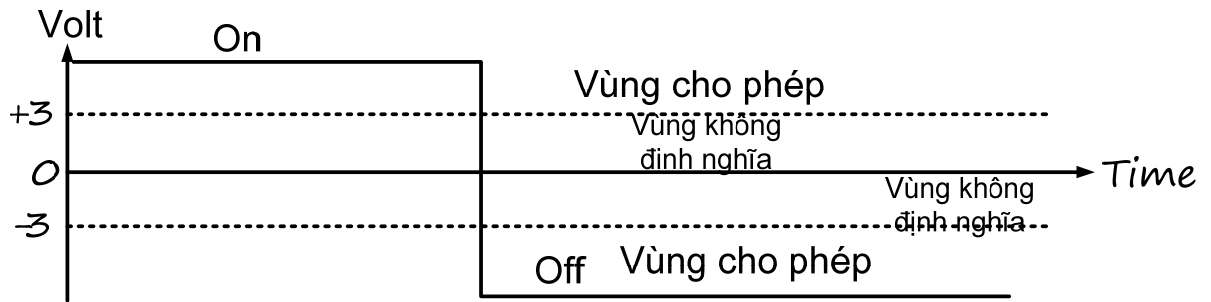
Ví dụ: Vẽ chuỗi 1010 dạng tín hiệu RS232



Ví dụ: Vẽ tín hiệu RS232 cho dữ liệu ứng với ký tự M (Mã hoá theo mã ASCII), truyền theo chế độ nối tiếp bất đồng bộ, kiểm tra lỗi Parity chẵn. Biết rằng tốc độ truyền 10 bps. Tính thời gian truyền.

+ Điều khiển và định thời (đồng bộ):

- Tín hiệu OFF <-3V và ON > +3V
- Về tốc độ bit, chuẩn EIA-232 cho phép tốc độ tối đa là **20 Kbps**.



6.2.2.3 Các chức năng chính

Có hai dạng **DB-25** và **DB-9**.

a. **DB-25 (thiết bị DTE)**

Chân 1: Vỏ bọc.

Chân 2: Phát dữ liệu

Chân 3: Thu dữ liệu

Chân 4: yêu cầu gửi

Chân 5: Xóa để gửi

Chân 6: Báo hiệu thiết bị DCE sẵn sàng

Chân 7: Mass chung

Chân 8: Phát hiện tín hiệu sóng mang trên đường dây

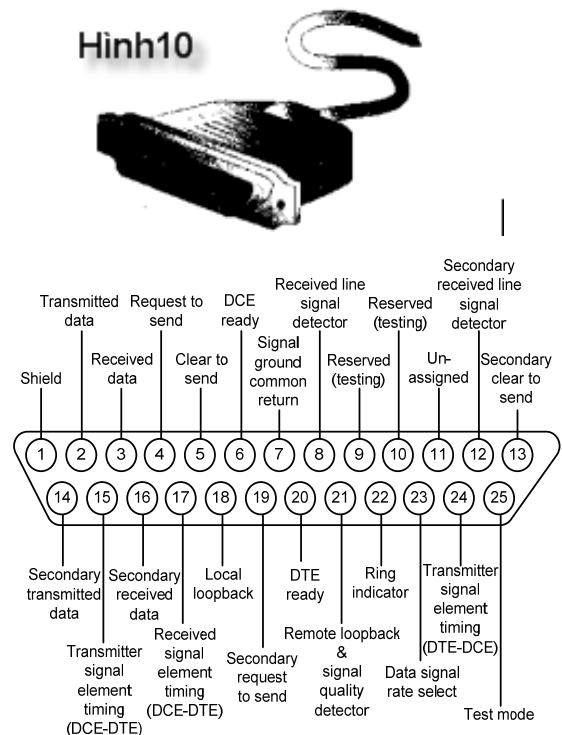
Chân 17: Đồng bộ thu

Chân 20: Báo hiệu thiết bị DTE sẵn sàng

Chân 22: Chỉ định báo hiệu

Chân 24: Đồng bộ phát

Hình 10



b. DB-9 (thiết bị DTE)

Chân 1: Phát hiện tín hiệu sóng mang trên đường dây (tương ứng DB-25 Chân 8)

Chân 2: Phát dữ liệu (tương ứng DB-25 Chân 2)

Chân 3: Thu dữ liệu (tương ứng DB-25 Chân 3)

Chân 4: Báo hiệu thiết bị DTE sẵn sàng (tương ứng DB-25 Chân 20)

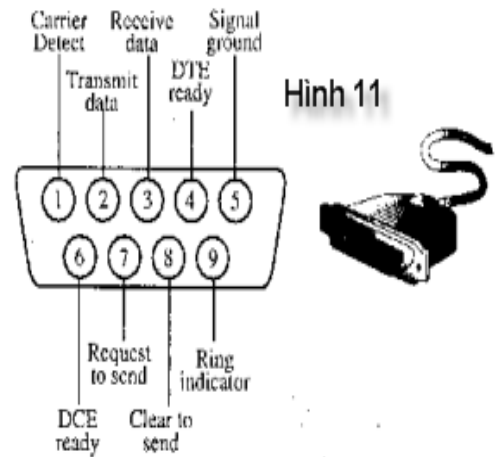
Chân 5: Mass chung tương ứng (DB-25 Chân 7)

Chân 6: Báo hiệu thiết bị DCE sẵn sàng (tương ứng DB 25 Chân 6)

Chân 7: Yêu cầu gửi (tương ứng DB-25 Chân 4)

Chân 8: Xóa đề gửi (tương ứng DB-25 Chân 5)

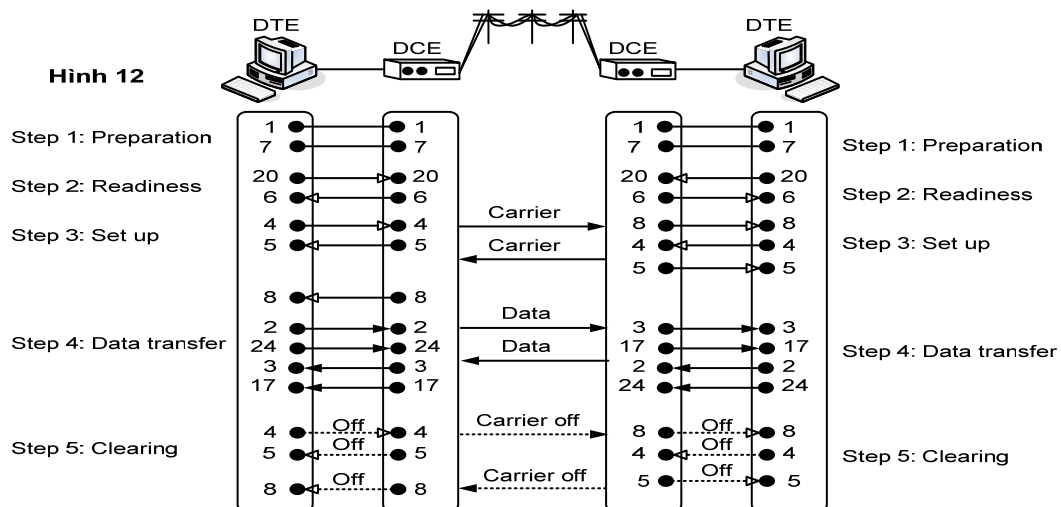
Chân 9: Chỉ định báo hiệu (tương ứng DB-25 Chân 22)



Ví dụ: Hãy mô tả việc truyền dữ liệu số từ thiết bị DTE1 sang thiết bị DTE2 dùng chuẩn EIA-232 (RS232). Sử dụng đầu nối **DB-25**, phương thức **truyền nối tiếp-đồng bộ**, chế độ truyền song công, truyền thông qua mạng (không truyền trực tiếp).

- Modem đóng vai trò DCE
- Máy tính là DTE.

Quá trình này gồm 5 bước : Chuẩn bị, sẵn sàng, thiết lập, truyền dữ liệu, xóa thiết lập.



Bước 1: Chuẩn bị: Hai mạch nối đất, 1 (shield) và 7 (signal ground) **Chân 1:** Vỏ bọc. **Chân 7:** Mass chung

Bước 2: sẵn sàng: Liên quan 2 chân: 6, 20;

Chân 6: Báo hiệu thiết bị DCE sẵn sàng

Chân 20: Báo hiệu thiết bị DTE sẵn sàng

Bảo đảm 4 thiết bị đã sẵn sàng cho việc truyền dẫn.

Đầu tiên, DTE phát tác động chân 20 và gửi tín hiệu DTE ready đến DCE của mình. DCE trả lời bằng cách tác động vào chân 6 và thông báo tín hiệu DCE ready, cho cả hai bộ thu phát.

Bước 3: thiết lập Liên quan 3 chân: 4, 5 và 8;

Chân 4: yêu cầu gửi

Chân 5: Xóa để gửi

Chân 8: Phát hiện tín hiệu sóng mang trên đường dây

Thiết lập các kết nối vật lý giữa modem phát và modem thu, bước này được xem như mở cho quá trình truyền và là bước đầu tác động vào mạng. Đầu tiên, **bộ DTE phát tác động chân 4 và gửi đến DCE của mình tín hiệu request to send**. DCE gửi tín hiệu carrier cho modem nhận (đang rảnh). Khi modem thu nhận được tín hiệu carrier, thì tác động vào chân 8 (tín hiệu line signal detector) của phần thu, báo cho máy tính biết là quá trình truyền sắp bắt đầu. Sau khi truyền tín hiệu carrier xong, **bộ DCE phát tác động chân 5, gửi đến DTE của mình tín hiệu clear to send**. Phần thu cũng vận hành theo các bước tương tự.

□ **Bước 4:** truyền dữ liệu Liên quan 4 chân: 2, 3, 17, 24;

Chân 2: Phát dữ liệu

Chân 3: Thu dữ liệu

Chân 24: Đồng bộ phát

Chân 17: Đồng bộ thu

Quá trình truyền dữ liệu. Máy tính khởi tạo việc chuyển dữ liệu của mình đến modem qua chân 2, kèm theo xung đồng bộ của **chân 24**. Modem chuyển tín hiệu số sang tín hiệu analog và gửi tín hiệu này vào mạng. Modem thu nhận tín hiệu, chuyển trở lại thành tín hiệu số và chuyển dữ liệu đến máy tính qua chân 3, có các xung đồng bộ từ chân 17. Máy thu hoạt động với các bước tương tự.

□ **Bước 5:** xóa thiết lập Liên quan 2 chân: 4, 5 và 8;

Sau khi cả hai phía đã truyền xong, hai máy tính ngừng tác động: mạch chân request to send (**chân 4**); các modem tắt các tín hiệu carrier (**chân 8**), bộ received signal detector (do không còn tín hiệu nữa để phát hiện) và mạch clear to send (**chân 5**).

Cáp thẳng

Bộ thử

Thí dụ: Truyền dữ liệu từ thiết bị DTE1 sang thiết bị DTE2 dùng chuẩn EIA-232 (RS232) – **DB9**, truyền bất đồng bộ song công, thông qua mạng.

- **Bước 1:** Chuẩn bị, Liên quan chân: 5 ;

- **Bước 2:** *Sẵn sàng*, Liên quan chân: 4, 6 ;
- **Bước 3:** *Thiết lập*, Liên quan chân: 7, 8, 1 ; *trạng thái Ổ*
- **Bước 4:** *Truyền dữ liệu*, Liên quan chân: 2, 3;
- **Bước 5:** *Xoá thiết lập*, Liên quan chân: 7, 8, 1 ; *trạng thái OFF*

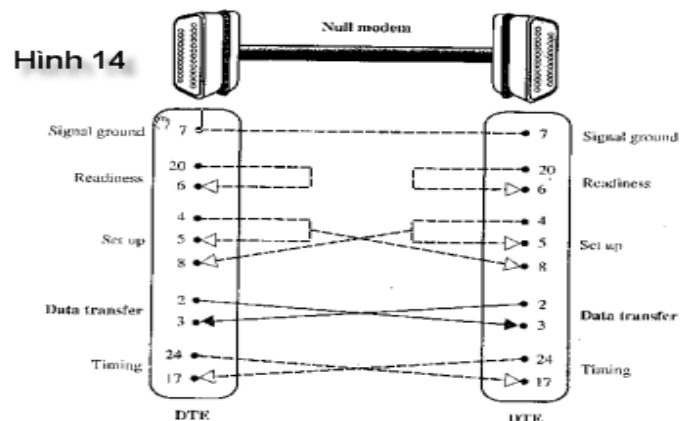
- Truyền dữ liệu giữa 2 thiết bị DTE1, DTE2 trực tiếp (không thông qua mạng- khoảng cách nhỏ hơn 15m)

+ **Modem rỗng (Null modem):** Truyền trực tiếp dữ liệu giữa hai thiết bị DTE ở gần nhau.

Giả sử khi **truyền trực tiếp dữ liệu giữa hai máy tính với khoảng cách gần (nhỏ hơn 15m), không cần có modem** do quá trình truyền không cần chuyển đổi sang tín hiệu analog, như dây điện thoại và không cần quá trình điều chế tín hiệu. Tuy nhiên, ta **vẫn cần phải thiết lập giao diện để thực hiện trao đổi thông tin** (tính sẵn sàng, truyền dữ liệu, nhận dữ liệu, ...) theo các **chuẩn của cấp do EIA-232 DTE-DCE qui định**. Dùng modem rỗng (null modem) (theo chuẩn EIA) tạo giao diện DTE-DTE không có DCE.

Do trong giao diện EIA-232 DTE-DCE **dùng cáp có đầu cái tại DTE** và đầu đực ở DCE, nên null modem phải có hai cọc nối đều là cái nhằm tương thích được EIA-232 DTE port, là các cọc đực.

Crossing connection (kết nối chéo): **truyền dữ liệu trực tiếp giữa hai thiết bị DTE ở gần nhau**, cần kết nối chéo (DB25)



Thí dụ: Vẽ kết nối và mô tả hoạt động **truyền dữ liệu từ thiết bị DTE1 sang thiết bị DTE2 dùng chuẩn EIA-232 (RS232) – DB 25**, truyền đồng bộ song công, không thông qua mạng.

- **Bước 1:** *Chuẩn bị*, Liên quan chân: 7 \leftrightarrow 7;
- **Bước 2:** *Sẵn sàng*, Liên quan chân: 6, 20 ; **DTE 1: 20 \rightarrow 6**; DTE 2: 20 \rightarrow 6
- **Bước 3:** *Thiết lập*, Liên quan chân: 4, 5, 8 ; **DTE 1: 4 \rightarrow 5 \rightarrow 8(DTE 2)**; DTE 2: 4 \rightarrow 5 \rightarrow 8 (DTE 1); *trạng thái Ổ*
- **Bước 4:** **Truyền dữ liệu**, Liên quan chân: 2, 3, 24, 17;
DTE 1: 2 \rightarrow 3 (DTE 2), 24 \rightarrow 17(DTE 2).

DTE 2: 2→3 (DTE 1), 24→17(DTE 1).

- **Bước 5: *Xoá thiết lập*, Liên quan chân: 4, 5, 8; trạng thái OFF**

Thí dụ: Vẽ kết nối và mô tả hoạt động truyền dữ liệu từ thiết bị DTE1 sang thiết bị DTE2 dùng chuẩn EIA-232 (RS232) – **DB 9**, truyền nối tiếp bất đồng bộ song công, không thông qua mạng.

- **Bước 1: *Chuẩn bị***, Liên quan chân: 5↔5;
- **Bước 2: *Sẵn sàng***, Liên quan chân: 4, 6 ; DTE 1: 4→6; DTE 2: 4→6
- **Bước 3: *Thiết lập***, Liên quan chân: 7, 8, 1 ;
DTE 1: 7→8, 1(DTE 2); trạng thái Ổ
DTE 2: 7→8, 1(DTE 1); trạng thái Ổ
- **Bước 4: *Truyền dữ liệu*, Liên quan chân: 2, 3;**
DTE 1: 2→3 (DTE 2).
DTE 2: 2→3 (DTE 1).

- **Bước 5: *Xoá thiết lập*, Liên quan chân: : 7, 8, 1; trạng thái OFF**

Thí dụ: Vẽ kết nối và mô tả hoạt động truyền dữ liệu từ thiết bị DTE1(DB25) sang thiết bị DTE2 (DB9) dùng chuẩn EIA-232 (RS232), truyền nối tiếp bất đồng bộ song công, không qua mạng.

- Bước 1: *Chuẩn bị*** DTE 1: 7↔5 (DTE 2);
- Bước 2: *Sẵn sàng*** DTE 1: 20→6; DTE 2: 4→6
- Bước 3: *Thiết lập*** DTE 1: 4→5, 1(DTE 2); trạng thái Ổ
DTE 2: 7→8, 8(DTE 2); trạng thái Ổ
- Bước 4: *Truyền dữ liệu*** DTE 1: 2→3(DTE 2).
DTE 2: 2→3(DTE 1).
- Bước 5: *Xoá thiết lập*** DTE 1: 4, 5, 8 trạng thái OFF
DTE 2: 7, 8, 1 trạng thái OFF

6.2.3. CÁC CHUẨN GIAO DIỆN KHÁC

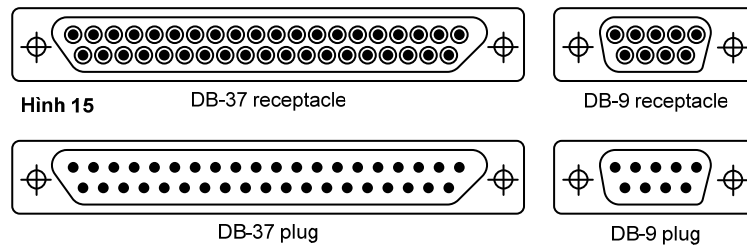
+ Chuẩn EIA-232 bị giới hạn:

- **Cự ly 50 feet (15 mét)**
- **Tốc độ truyền 20Kbps.**

+ Từ nhu cầu cần tăng tốc độ và cự ly→Tổ chức EIA và ITU-T đã đưa ra thêm các chuẩn: EIA-449, EIA-485 EIA-530, và X.21.

6.2.3.1 EIA-449

+Đặc tính cơ: **DB-37** và **DB-9** :



Hình 15

DB-37 receptacle

DB-9 receptacle

DB-37 plug

DB-9 plug

Hình 6.3

+Chức năng các chân

Pin	Function	Category	Pin	Function	Category
1	Shield		20	Receive Common	II
2	Signal rate error		21	Unassigned	I
3	Unassigned		22	Send data	I
4	Send data	I	23	Send timing	I
5	Send timing	I	24	Receive data	I
6	Receive data	I	25	Request to send	I
7	Request to send	I	26	Receive timing	I
8	Receive timing	II	27	Clear to send	I
9	Clear to send	I	28	Terminal in service	II
10	Local loopback	II	29	Data mode	I
11	Data mode	I	30	Terminal ready	I
12	Terminal ready	I	31	Receive data	I
13	Receive ready	I	32	Select standby	II
14	Remote loopback	II	33	Signal quality	
15	Incoming call		34	Alarm signal	II
16	Select frequency	II	35	Terminal timing	I
17	Terminal timing	I	36	Standby indicator	II
18	Test mode	II	37	Send common	II
19	Signal ground				

+ Chức năng các chân của DB-9

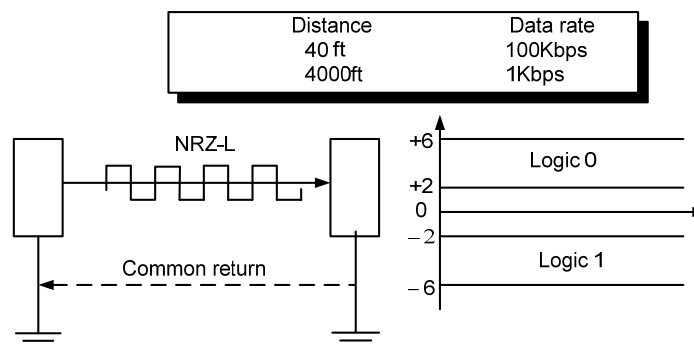
Pin	Function
1	Shield
2	Secondary receive ready
3	Secondary send ready
4	Secondary receive data
5	Signal ground
6	Receive common
7	Secondary request to send
8	Secondary clear to send
9	Send common

+ Các đặc tính về điện của RS-423 và RS-422

EIA-449 dùng hai chuẩn để định nghĩa các đặc tính về điện: RS-423 (cho mạch không cân bằng) và RS-422 (dùng cho mạch cân bằng).

- RS-423:

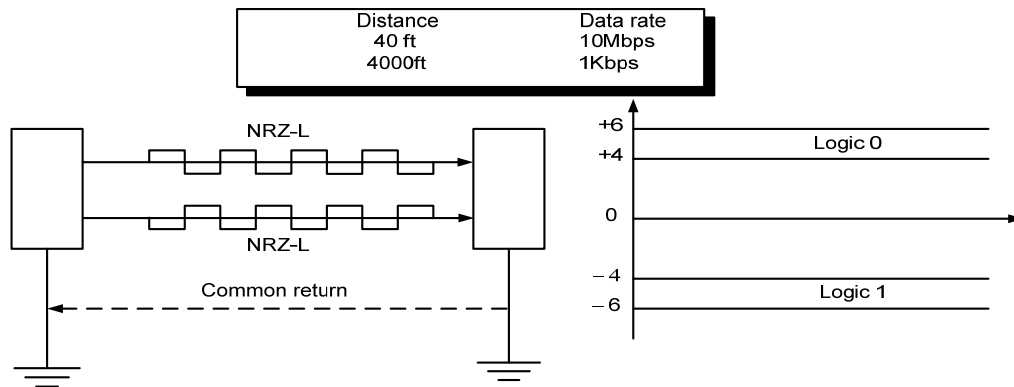
- Chế độ không cân bằng: sử dụng 1 dây, các tín hiệu đều so với mass (nối đất)
- Khoảng cách 12m (40 feet) → Tốc độ 100Kbps
Khoảng cách 1,2Km (4000 feet) → Tốc độ 1Kbps
- Dữ liệu được mã hoá theo dạng NRZ-L:
Mức điện áp từ 2V đến 6V → '0'
Mức điện áp từ -2V đến -6V → '1'
- Dễ bị nhiễu, truyền nối tiếp, cấu hình đường dây dạng điểm - điểm



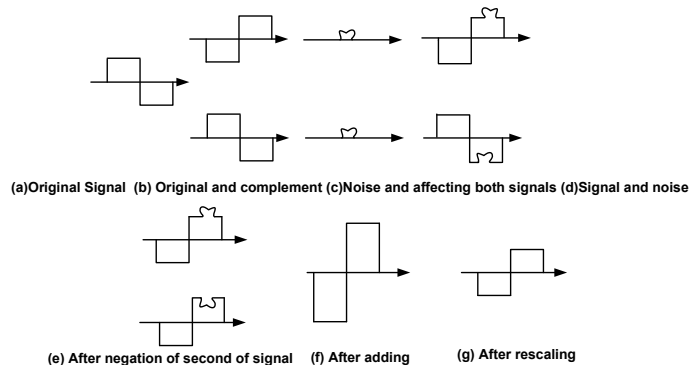
Hình 6.4

- **RS-422:**

- Chế độ cân bằng: dùng 2 dây để truyền tín hiệu.
Khoảng cách 12m (40 feet) → Tốc độ 10Mbps.
Khoảng cách 1,2Km (4000 feet) → Tốc độ 1Kbps.
- Mã hoá RZ-L: từ 4V đến 6V → mức logic 0; Từ -4V đến -6V → mức logic 1
- Truyền tín hiệu trên 2 dây, 2 dây luôn có điện áp ngược nhau.
- Chống nhiễu, truyền nối tiếp, cấu hình điểm - điểm.



Triệt nhiễu trong chế độ cân bằng



Chuẩn EIA-449 không thích hợp trong công nghiệp (DB-25)

6.2.3 EIA-530

EIA-449 cung cấp các chức năng tốt hơn EIA-232, tuy nhiên lại cần dùng **DB-37** trong khi công nghiệp lại chuộng **DB-25**. ả ến phát triển chuẩn EIA-530 là chuẩn EIA-449 nhưng dùng **DB-25**.

Chức năng các chân của EIA-530 về cơ bản là giống EIA-449 (tra lại cho từng trường hợp cụ thể).

Thực tế, dùng RS-232 và RS-485.

RS 485 giống như RS 422 nhưng thích hợp cho cấu hình đa điểm, có 32 thiết bị mắc vào kết nối, được dùng trong PLC.

Câu Hỏi:

1. ả êu các cách truyền dữ liệu số, cho ví dụ.
2. ả êu phương pháp truyền song song, ưu khuyết điểm của nó.
3. ả êu các phương pháp truyền nối tiếp ưu khuyết điểm của nó.
4. ả êu mục đích của chuẩn giao tiếp. Khái niệm DTE và DCE.
5. ả êu chuẩn RS 232: Đặc tính cơ, điện, chức năng cần thiết (DB25, DB9).
6. ả êu Đặc tính điện chuẩn RS 423.
7. ả êu Đặc tính điện chuẩn RS 422.
8. So sánh Đặc tính điện chuẩn RS232 và RS422
9. So sánh Đặc tính điện chuẩn RS232 và RS423

Bài tập: xem các ví dụ

6.2.4 X.21 (Viễn thông)

Là chuẩn giao diện do ITU-T thiết kế nhằm giải quyết các vấn đề còn tồn tại trong giao diện EIA và hướng đến xu hướng thích hợp cho mọi dạng thông tin số.

Sử dụng đường dữ liệu để điều khiển.

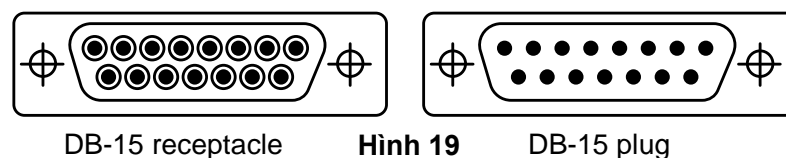
Phần lớn mạch điện trong giao diện EIA thường được dùng cho điều khiển. Các mạch này rất cần thiết do các mạch chuẩn thường được thiết lập riêng biệt, dùng các mức điện áp dương và âm. Tuy nhiên, nếu mã hóa các tín hiệu này theo dạng số và dùng kỹ thuật truyền dẫn số thì có thể **dùng chính đường dữ liệu để mang các thông tin điều khiển dạng số này.**

X.21 giải quyết bài toán này cho phép giao tiếp dùng **ít chân hơn** nhưng có khả năng dùng được trong **hệ thống thông tin số**

X.21 được thiết kế để **hoạt động với mạch cân bằng, tốc độ 64Kbps**, và phối hợp với nhiều chuẩn công nghiệp hiện tại.

Chức năng các chân

DB-15 (hình 6.19).



Hình 6.5

- Đồng bộ byte: **dạng byte**, không dùng đồng bộ bit, cải thiện tính năng đồng bộ.
- Điều khiển và khởi tạo: dùng khởi tạo trong quá trình bắt tay (handshaking), hay chấp thuận truyền.

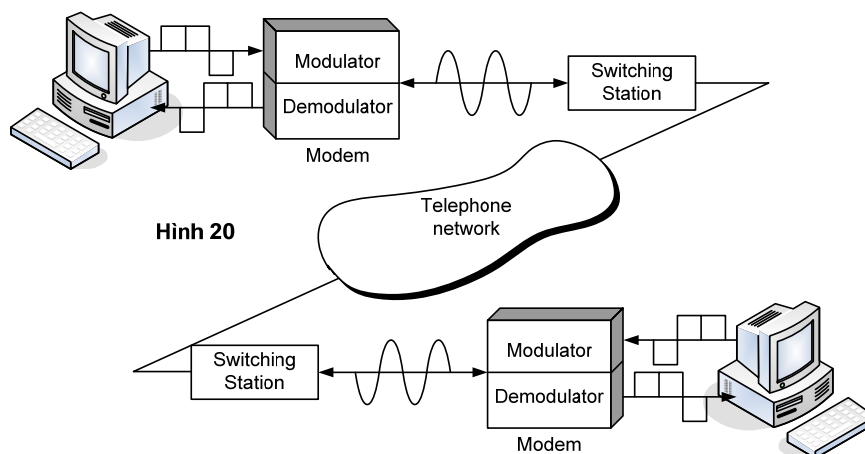
Pin	Function	Pin	Function
1	Shield	9	Transmit data or control
2	Transmit data or control	10	Control
3	Control	11	Receive data or control
4	Receive data or control	12	Indication
5	Indication	13	Signal element timing
6	Signal element timing	14	Byte timing
7	Byte timing	15	Reserved
8	Signal ground		

6.3 MODEM

Modem: Bộ điều chế số và giải điều chế số.

(modulator: bộ điều chế số /demodulator: giải điều chế số)

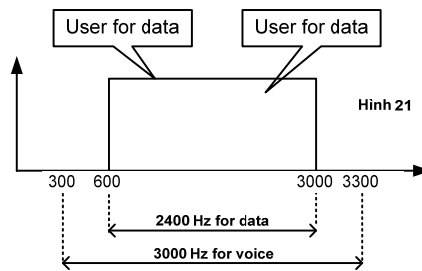
- ❖ **Bộ điều chế số (modulator):** Chuyển đổi tín hiệu số sang tín hiệu dạng tương tự (ASK, FSK, PSK hoặc QAM).
- ❖ **Bộ giải điều chế số (demodulator):** Khôi phục tín hiệu số từ tín hiệu ASK, FSK, PSK hoặc QAM.



Hình 6.6

- ❖ **Tốc độ truyền:** tốc độ cao hay tốc độ thấp tùy thuộc số lượng bit truyền mỗi giây (bps)

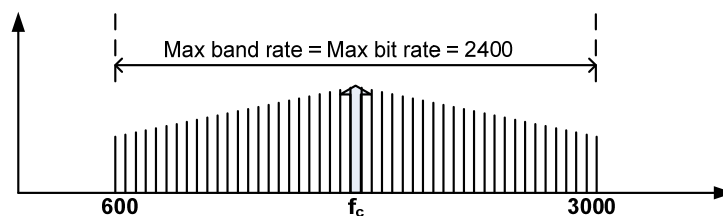
Băng thông: hoạt động với **băng thông** của dây điện thoại có **băng thông** chỉ là 3.000Hz, hình 6.21.



Hình 6.7

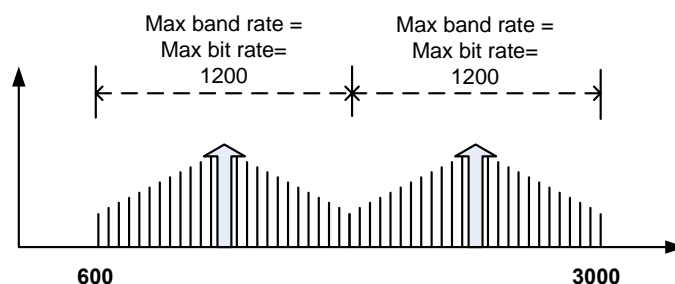
❖ **Tốc độ modem:** hoạt động với các phương thức ASK, FSK, PSK và QAM với các tốc độ truyền theo bảng dưới đây:

- ❑ **ASK:** Ta biết rằng khổ sóng dùng trong truyền dẫn ASK thì bằng tốc độ baud của tín hiệu. Giả sử toàn kết nối được dùng cho một tín hiệu, dù là simplex hay half-duplex, thì baud rate tối đa trong điều chế ASK bằng toàn khổ sóng dùng trong truyền dẫn. Do khổ sóng hiệu dụng của đường điện thoại là 2400 Hz, baud rate tối đa cũng là **2400 bps**. Do baud rate và bit rate là giống nhau trong điều chế ASK, nên bit rate tối đa cũng là 2400 bps như hình 6.22.



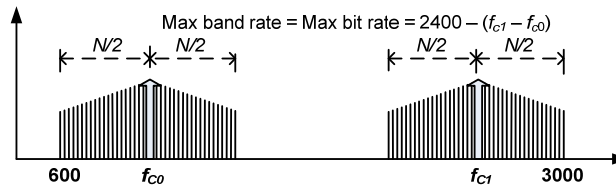
Hình 6.8

Trường hợp truyền **full duplex** thì chỉ một nửa khổ sóng toàn thể là được dùng cho mỗi chiều. ả hư thế, tốc độ tối đa của truyền dẫn ASK trong chế độ full-duplex là **1200 bps**. Hình 6.23 minh họa quan hệ này, với nhận xét là ASK tuy có tốc độ bit tốt nhưng hiện không được dùng trong modem vì nhiều.



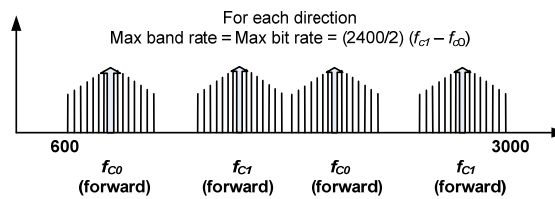
Hình 6.9

- ❑ **FSK:** Khổ sóng dùng trong truyền dẫn FSK thì bằng tốc độ baud của tín hiệu cộng với độ lệch tần số. Giả sử toàn kết nối chỉ được dùng cho một tín hiệu, là **simplex** hay **half-duplex**, thì tốc độ baud là bằng toàn băng thông của truyền dẫn trừ cho độ lệch tần số. Do tốc độ baud và tốc độ bit là giống nhau trong FSK nên tốc độ bit tối đa cũng là **2400 bps trừ cho độ lệch tần số** (như hình 6.24).



Hình 6.10

Trường hợp full-duplex thì chỉ có nửa khổ sóng của kết nối được dùng trong mỗi hướng truyền. ả hư thế, tốc độ lý thuyết lớn nhất của FSK **trong trường hợp này là phân nửa khổ sóng trừ đi độ lệch tần số**, như vẽ ở hình 6.25.



Hình 6.11

- ❑ **PSK và QAM:** ả hư đã biết thì khổ sóng tối thiểu cần cho PSK và QAM thì giống trường hợp **ASK**, tuy nhiên tốc độ bit có thể lớn hơn tùy theo số bit được dùng để biểu diễn mỗi đơn vị dữ liệu.

So sánh: bảng dưới đây tóm tắt về tốc độ bit tối đa trong dây xoắn đôi điện thoại, khi dùng đường dẫn là bốn dây thì bit rate trong trường hợp full-duplex sẽ tăng gấp đôi. Trong trường hợp này thì hai dây được dùng gửi tín hiệu và hai dùng cho nhận, tức là khổ sóng đã được nhân đôi.

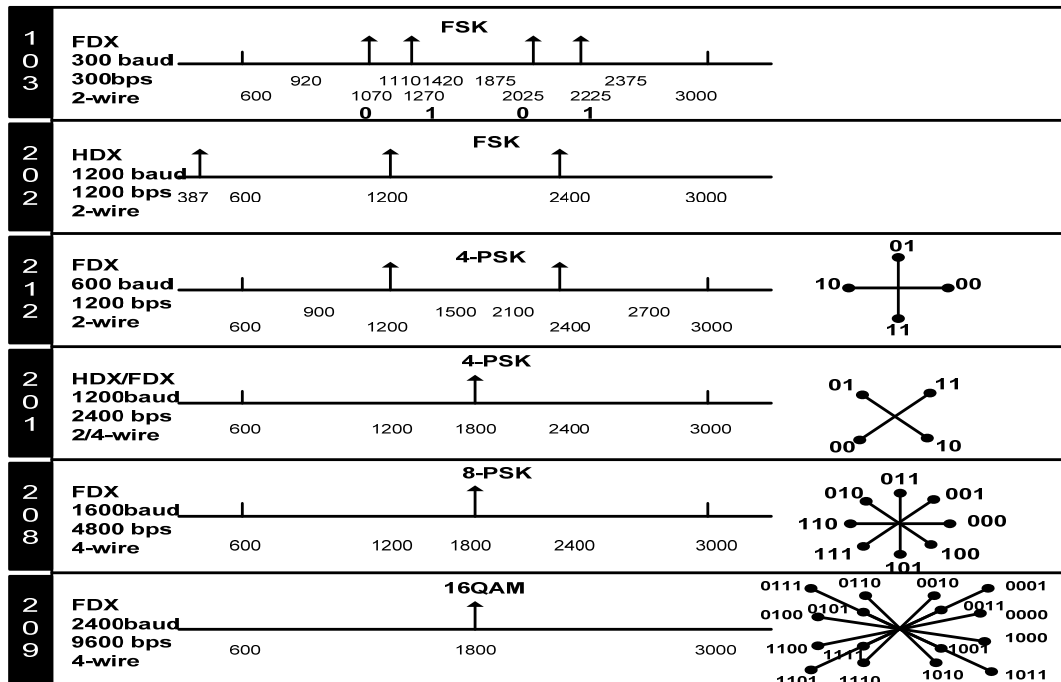
Tốc độ bit rate lý thuyết của modem:

<i>Modulation</i> (Dạng điều chế)	<i>Tốc độ bit -Half-duplex</i> (Bán song công)- bps	<i>Tốc độ bit -Full-duplex</i> (Song công)- bps
ASK= 2-ASK	2.400	1.200
FSK	<2.400	<1.200
2-PSK	2.400	1.200
4-PSK, 4-QAM	4.800	2.400
8-PSK, 8-QAM	7.200	3.600
16-QAM	9.600	4.800
32-QAM	12.000	6.000
64-QAM	14.400	7.200
128-QAM	16.800	8.400
256-QAM	19.200	9.600

Các chuẩn modem: hai chuẩn modem Bell và modem ITU-T.

- ❑ **modem Bell:** do Bell Telephone đề ra 1970. Là nhà sản xuất đầu tiên và hầu như là độc quyền trong một thời gian dài. Bell định nghĩa việc phát triển công nghệ và cung cấp các chuẩn thực tế cho các nhà sản xuất khác. Hiện nay, có hàng chục công ty cung cấp hàng trăm dạng modem trên thế giới.

Hiện nay, với nhiều kiểu đa dạng truy xuất phát từ cơ sở ban đầu của Bell. Việc nghiên cứu các modem đầu tiên sẽ giúp ta hiểu rõ hơn về các đặc tính cơ bản của modem, như vẽ trong hình 6.26:



Hình 6.12

- ❑ **103/113 series:** một trong những kiểu được thương mại hóa đầu tiên, đây là dạng hoạt động trên cơ sở full-duplex dùng điện thoại hai dây. Chế độ truyền đồng bộ, dùng phương pháp điều chế FSK. Tần số là 1070 Hz = “0” và 1270 Hz = “1”. Tần số trả lời là 2025 Hz = “0” và 2225 Hz = “1”. Tốc độ dữ liệu là 300 bps. Series 113 là biến thể của series 103 có thêm một số đặc tính thử nghiệm.
- ❑ **202 series:** Hoạt động halfduplex dùng điện thoại hai dây. Phương thức truyền dẫn không đồng bộ, dùng điều chế FSK. Do truyền ở half – duplex, nên chỉ dùng một tần số truyền 1200 Hz = “0” và 2400 Hz = “1”.

Chú ý là trong những sêri này thì còn có một tần số truyền phụ hoạt động trên tần số 387 Hz, dùng phương pháp điều chế ASK với tốc độ bit là 5 bps. Kênh này được thiết bị thu dùng cho bên phát biết là đã kết nối và gửi đi bản tin yêu cầu ngừng truyền (dạng điều khiển lưu lượng) hay yêu cầu gửi lại dữ liệu.

- ❑ **212 series:** có hai tốc độ. Tốc độ tùy chọn thứ hai nhằm tương thích với nhiều hệ thống khác. Hai tốc độ đều vận hành ở full – duplex dùng dây điện thoại, tốc độ thấp, 300 bps dùng phương thức điều chế FSK để truyền không đồng bộ, tương tự như của series 103/113. Tốc độ cao, 1200 bps, có thể vận hành theo chế độ đồng bộ hay không đồng bộ và dùng phương pháp điều chế 4-PSK.

Dùng cùng tốc độ 1200 bps như của seri 202 nhưng seri 212 hoạt động ở full – duplex thay vì half duplex. Chú ý khi chuyển từ FSK sang PSK, nhà thiết kế đã gia tăng đáng kể hiệu quả truyền dẫn. Trong 202, hai tần số được dùng để gởi đi nhiều bit theo một chiều. Trong 212, hai tần số biểu diễn hai chiều truyền khác nhau. Quá trình điều chế được thực hiện bằng cách thay đổi pha trong các tần số này, tức là dịch bốn pha biểu diễn hai bit.

- ❑ **201 series:** hoạt động ở half hay full duplex dùng điện thoại bốn dây. Bảng thông tổng của hai dây điện thoại được dành cho một chiều truyền dẫn, như thế với bốn dây thì có hai kênh truyền theo hai hướng, chỉ dùng một modem cho một đầu. Truyền dẫn dùng chế độ đồng bộ, điều chế 4-PSK tức là chỉ dùng một tần số cho việc truyền mỗi cặp dây. Việc chia hai hướng truyền trong hai cặp dây cho phép mỗi chiều truyền dùng hết băng thông của dây. Tức là, với cùng một công nghệ, tốc độ bit là gấp đôi lên 2400 bps (hay 1200 baud) trong cả hai chế độ half và full –duplex (2400 bps vẫn chỉ là phân nửa tốc độ dữ liệu lý thuyết trong phương pháp điều chế 4 –PSK trong hai dây điện thoại).
- ❑ **208 series:** hoạt động theo chế độ full –duplex dùng đường dây thuê (leased line) 4 dây. Truyền đồng bộ, dùng điều chế 8 – PSK. Tương tự như trong 201, series 208 dùng full duplex thông qua việc tăng gấp đôi số dây dẫn, khác biệt ở đây là phương thức điều chế dùng ba bit (8-PSK) cho phép tăng tốc độ bit lên đến 4800 bps.
- ❑ **209 series:** tương tự, dùng full –duplex, phương thức điều chế 16 –QAM , với bốn bit, cho phép nâng tốc độ lên đến 9600 bps.

❑ Chuẩn của ITU-T

Hiện nay, hầu hết các modem thường gặp đều dùng tiêu chuẩn do IUT- T. Trong nội dung này, ta chia thành 2 nhóm; nhóm tương thích với modem của Bell thí dụ như V.21 tương tự như 103 và nhóm các modem không giống, như vẽ ở bảng dưới đây:

So sánh tính tương thích giữa ITU-T/Bell:

ITU-T	Bell	Baud rate	Bit rate	Modulation
V.21	103	300	300	FSK
V.22	212	600	1200	4-PSK
V.23	102	1200	1200	FSK
V.26	201	1200	2400	4-PSK
V.27	208	1600	4800	8-PSK
V.29	209	2400	9600	16-QAM

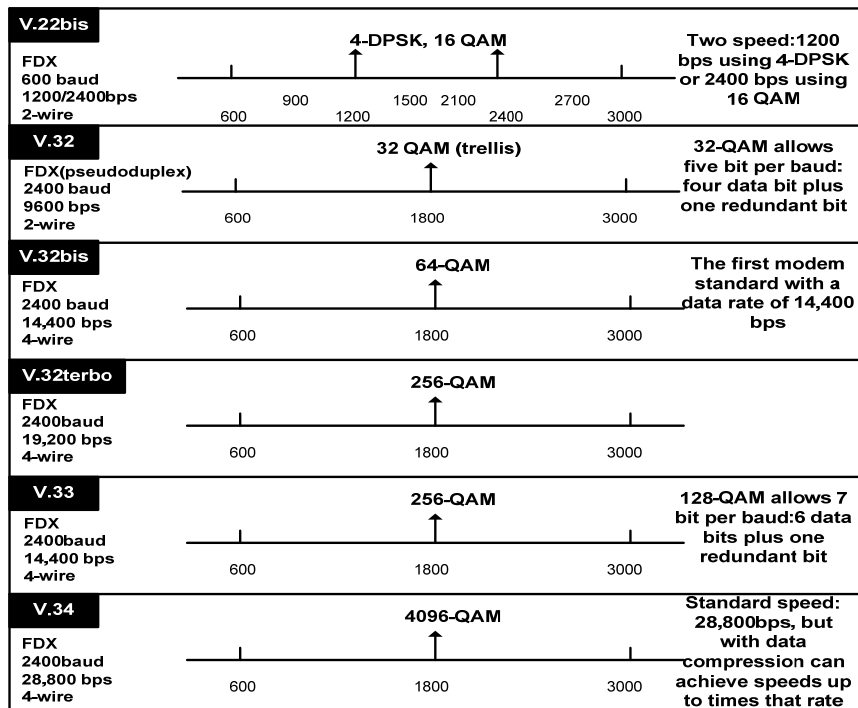
Ở nhóm các modem không tương đương với modem Bell được mô tả phần dưới đây và vẽ ở hình 6.27.

- ❑ **V.22 bis:** là thế hệ thứ hai của V.22, dùng hai tốc độ, 1200 bps hay 2400 bps, tùy theo tốc độ cần của DCE để phát và nhận

Trong chế độ 1200 bps, V.22 bis dùng 4-DPSK (dibit) với tốc độ truyền 600 baud, DPSK là differential phase shift keying, tức là các bit pattern định nghĩa sự thay đổi của góc pha như sau: [00 thay đổi 90^0 ; 01 thay đổi 0^0 ; 10 thay đổi 180^0 ; 11 thay đổi 270^0].

Trong chế độ 2400 bps, V.22 bis dùng 16-QAM.

V.32, V.32 bis, V.32 terbo, V.33, V.34.

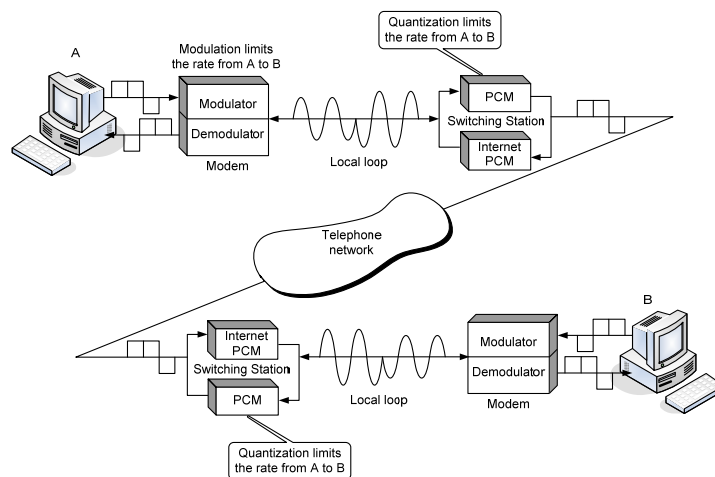


Hình 6.13

Modem thông minh

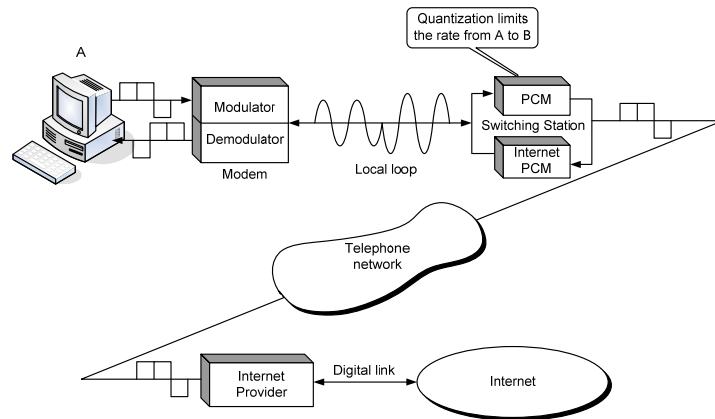
Mục đích của modem là điều chế và giải điều chế. Các modem ngày nay được gọi là modem thông minh khi có chứa **phần mềm hỗ trợ** các chức năng phụ như tự động trả lời hay gọi máy (dialing), hiện đang phát triển rất mạnh với nhiều phương thức hoạt động khác nhau. [6.4 MODEM 56K](#)

Modems truyền thống: giới hạn (dung lượng truyền cực đại) ở 33,6 Kbps theo Shannon.



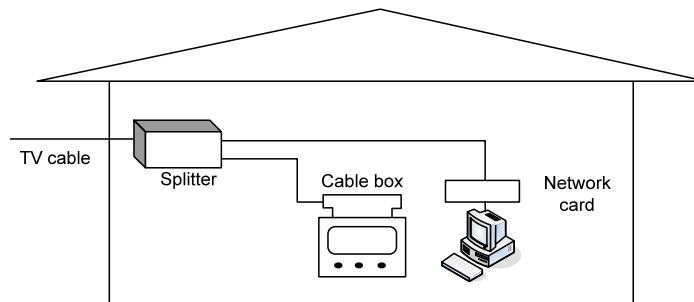
Hình 6.14

Modem 56K: dùng cơ chế không đối xứng, download với tốc độ 56Kbps và upload với tốc độ 33.6Kbps.



Hình 6.15

MODEM CÁP: Dùng phối hợp với hệ thống truyền hình cáp.



Hình 6.16