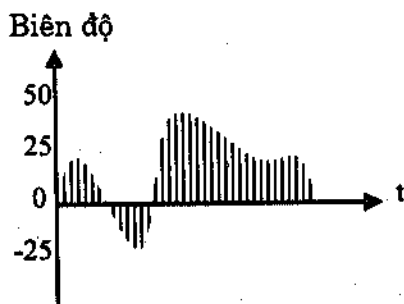


Hình 2.19. Điều chế PAM

Điều chế xung mã (PCM: Pulse Code Modulation)

- Thoạt đầu phải lượng tử hoá (quantize) các xung PAM. Lượng tử là ấn định một số nào đó cho đoạn được lấy mẫu.



Hình 2.20. Điều chế PCM

- Mỗi giá trị được chuyển thành nhị phân 7 bit tương đương, bit thứ 8 là bit dấu (1 là số âm, 0 là số dương).

Ví dụ: $+24 = 00011000$, $-15 = 10001111...$

- Các số nhị phân chuyển thành tín hiệu số theo các kỹ thuật mã số - số trên.

Vậy PCM gồm 4 quá trình: PAM \rightarrow Lượng tử \rightarrow Mã nhị phân \rightarrow Mã số - số.

Tốc độ lấy mẫu: Sự chính xác khi hồi phục tín hiệu phụ thuộc vào tốc độ lấy mẫu. Theo lý thuyết Nyquist, tốc độ lấy mẫu ít nhất phải gấp đôi tần số cao nhất của tín hiệu.

Mã số - tương tự

Có ít nhất 3 cơ cấu mã số - tương tự: khoá điều chỉnh biên độ (ASK - Khóa dịch biên), khoá dịch tần (FSK), khoá dịch pha (PSK). Hoặc có thể biến đổi cả biên độ và pha gọi là điều chế biên độ cầu phương (QAM - Quadrature Amplitude Modulation).

QAM hiệu quả nhất, được sử dụng trong các modem hiện đại mã số - tương tự.

Baud rate và Bit rate:

- Bit rate: số bit được truyền trong thời gian 1 giây.

- Baud rate: số đơn vị tín hiệu trong 1 giây đòi hỏi để đại diện cho số bit đó.

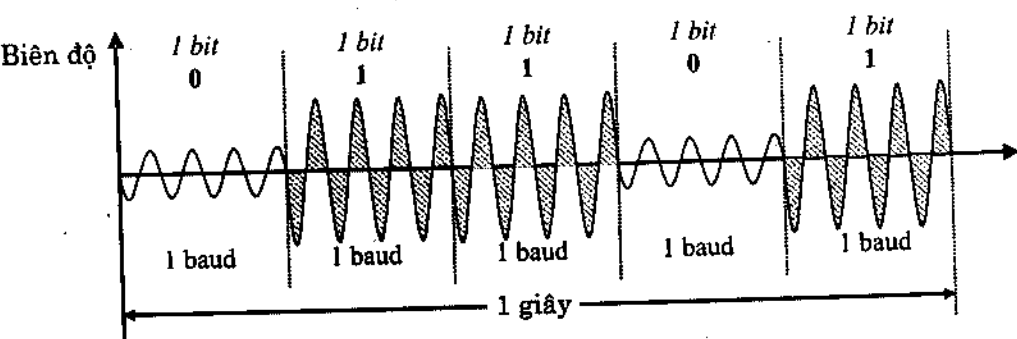
Tốc độ bit = Tốc độ baud \times số bit thể hiện qua một đơn vị tín hiệu

Sóng mang (Carrier Signal):

Khi truyền tương tự, thiết bị gửi tạo ra tín hiệu cao tần (sóng mang) làm nền cho thông tin. Thiết bị nhận phải điều chỉnh hoà hợp với tần số sóng mang gửi tới.

ASK (Amplitude Shift Keying)

Bit rate = số bit / 1 giây = 5 Baud rate = số đơn vị tín hiệu / 1 giây = 5



Hình 2.21. Điều chế ASK

- Biên độ tín hiệu biến đổi để thể hiện "0" và "1", tần số và pha không đổi.

- Tốc độ truyền ASK bị giới hạn bởi tính chất vật lý của môi trường. Nhược điểm của ASK là nhạy với nhiễu tạp âm (ảnh hưởng đến biên độ điều chế).

- ASK còn gọi là OOK (On Off Keying), dùng 0V để thể hiện 1 giá trị bit nên ưu điểm là giảm năng lượng truyền.

- Độ rộng băng ASK: f_c là tần số sóng mang, N_{baud} là tốc độ baud (số đơn vị tín hiệu trong 1 giây đòi hỏi để đại diện cho số bit).

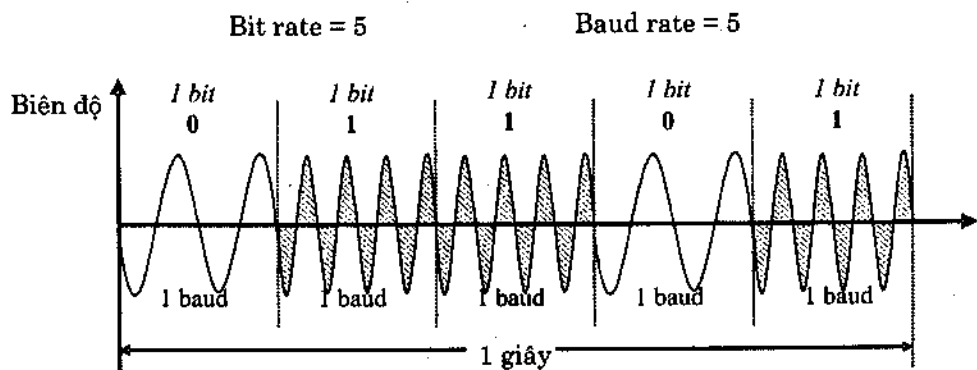
Triển khai tín hiệu đã mã ASK thu được phổ các tần số đơn giản:

$$\begin{aligned} f_c - N_{baud}/2 & \quad \text{và} \quad f_c + N_{baud}/2 \\ f_c - 3N_{baud}/2 & \quad \text{và} \quad f_c + 3N_{baud}/2 \dots \end{aligned}$$

Thực tế chỉ có tần số sóng mang và các tần số lân cận là cần thiết.
Do đó, độ rộng băng ASK được tính: $BW = (1+d) \times N_{\text{baud}}$

Trường hợp tối thiểu: $d = 0 \rightarrow BW = N_{\text{baud}}$

FSK (Frequency Shift Keying)



Hình 2.22. Điều chế FSK

- Tần số thay đổi để thể hiện "0" và "1", biên độ và pha không đổi. Tần số trong khoảng bit không đổi và phụ thuộc vào logic là "0" hay "1".

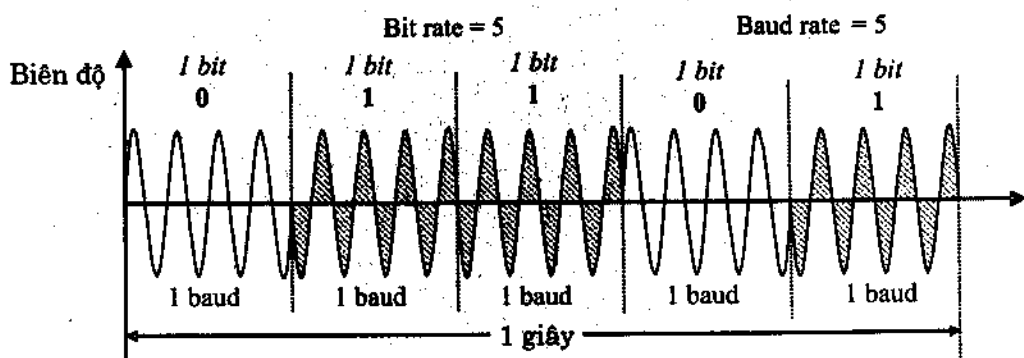
- FSK tránh được tạp âm. Nơi nhận tìm sự thay đổi về tần số mà không chú ý đến điện thế. Hạn chế của FSK là khả năng của môi trường.

Độ rộng băng FSK: f_{c0} là tần số sóng mang cho bit "0", f_{c1} cho bit "1".

Phổ FSK là tổ hợp 2 phổ ASK quanh f_{c0} và f_{c1} :

$$BW = (f_{c0} + f_{c1}) + N_{\text{baud}}$$

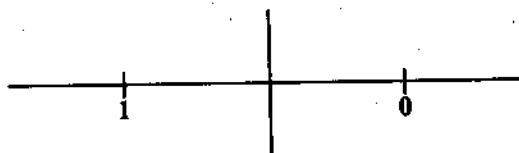
PSK (Phase Shift Keying)



Hình 2.23. Điều chế 2-PSK

Giản đồ sao PSK:

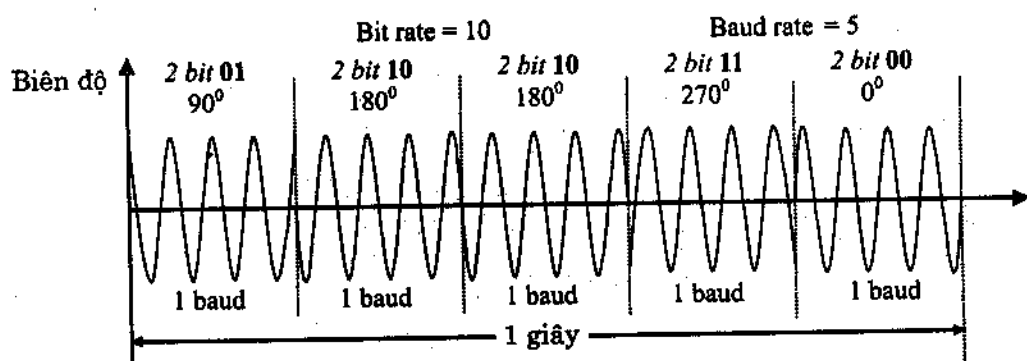
Bit	Pha
0	0°
1	180°



Phương pháp này gọi là 2-PSK hoặc PSK nhị phân vì có 2 pha khác nhau.

- Sự thay đổi pha thể hiện "0" và "1", biên độ và tần số không đổi. Ví dụ nếu pha 0° là "0" thì pha 180° là "1". Pha tín hiệu trong khoảng bit không đổi.

- PSK không nhạy với những tạp âm ảnh hưởng đến ASK và không giới hạn độ rộng băng như đối với FSK. Như vậy, một sự thay đổi tín hiệu dù nhỏ, thiết bị vẫn có khả năng phát hiện.

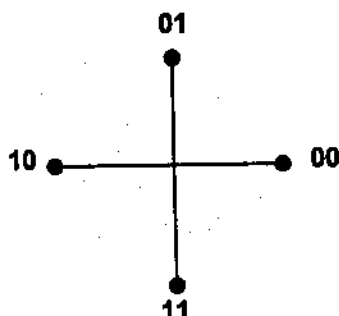


Hình 2.24. Điều chế 4-PSK

Giản đồ sao PSK:

Cặp bit Pha

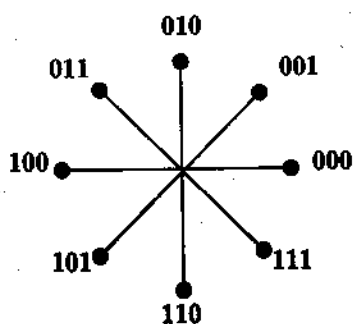
00	0°
01	90°
10	180°
11	270°



Kỹ thuật này gọi là 4-PSK, truyền dữ liệu nhanh hơn 2 lần 2-PSK.

8-PSK, tín hiệu dịch pha 45° , mỗi lần dịch thể hiện 3 bit, nhanh hơn 3 lần 2-PSK.

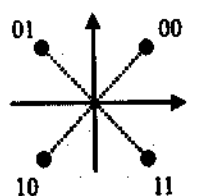
Tri bit	Pha
000	0°
001	45°
010	90°
011	135°
100	180°
101	225°
110	270°
111	315°



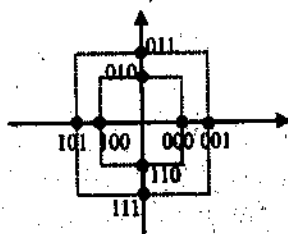
- **Độ rộng băng PSK:** Độ rộng băng tối thiểu truyền PSK giống ASK, N_{baud} . Tốc độ cực đại trong PSK lớn hơn trong ASK. Như vậy khi Baud rate trong PSK và ASK cùng chiếm một độ rộng băng, thì bit rate trong PSK sẽ là 2 hoặc nhiều lần lớn hơn.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

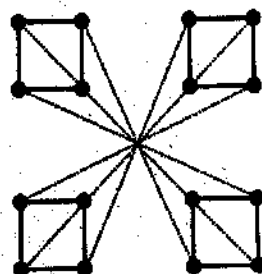
PSK bị giới hạn bit rate vì phân biệt sự khác pha bé thường gặp khó khăn. Do đó chỉ thay đổi 2 trong 3 đặc trưng sóng sin, vì FSK có độ rộng băng giới hạn nên chỉ kết hợp ASK với PSK \rightarrow QAM: thực hiện điều chế biên độ cầu phương.



4 QAM
1 biên độ, 4 pha



8 QAM
2 biên độ, 4 pha



16 QAM
3 biên độ, 12 pha

Hình 2.25. Điều chế QAM

- **Độ rộng băng PSK:** BW cũng có yêu cầu như của ASK và PSK.

Bảng 2.3. So sánh bit rate và baud rate

Mã	Đơn vị	Bit/Baud	Baud rate	Bit rate
ASK, FSK, 2-PSK	Bit	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	Dibit	2	N	2N
8-PSK, 8-QAM	Tribit	3	N	3N
16-QAM	Quadbit	4	N	4N
32-QAM	Pentabit	5	N	5N
64-QAM	Hexabit	6	N	6N
128-QAM	Septabit	7	N	7N
256-QAM	Octabit	8	N	8N

Mã tương tự - tương tự: AM, FM, PM

- AM: Biên độ sóng mang thay đổi theo biên độ của tín hiệu điều chế.

Độ rộng BW: bằng 2 lần BW của tín hiệu điều chế.

Thông thường, $BW_{\text{tín hiệu audio}} = 5 \text{ KHz} \rightarrow BW_{AM} = 10 \text{ KHz}$

- FM: Tần số sóng mang thay đổi theo mức thế của tín hiệu điều chế.

Tín hiệu audio của truyền thông quảng bá stereo hầu hết là 15 KHz. Mỗi trạm FM có độ rộng băng tối thiểu là 150 KHz. Sóng mang của FM nằm ở vị trí bất kỳ trong dải 88-108MHz (có thể làm việc 100 độ rộng băng FM).

- PM: Điều chế pha được dùng xen kẽ với điều chế FM để phân cứng đồ phức tạp.

Pha của sóng mang được điều chế theo mức thế của tín hiệu điều chế.

2.2. LỚP LIÊN KẾT DỮ LIỆU

Lớp liên kết dữ liệu là lớp thứ 2 trong mô hình OSI. Vai trò chức năng của lớp này là cung cấp phương tiện để truyền thông tin qua liên kết vật lý với các cơ chế đồng bộ hóa, đồng bộ luồng dữ liệu và kiểm soát lỗi. Nhiệm vụ của nó là cung cấp một khung tin để chứa đựng các gói tin của lớp 3, rồi truyền qua liên kết vật lý.

Giao thức được xây dựng cho lớp liên kết dữ liệu có thể chia thành hai loại: đồng bộ và dị bộ. Loại đồng bộ được chia thành hai nhóm: định hướng ký tự và định hướng bit.

Giao thức dị bộ

Giao thức dị bộ sử dụng phương thức truyền dị bộ, truyền mỗi ký tự trong một chuỗi bit độc lập, chúng được đóng khung bởi các bit "start" và

"stop". Khi truyền không cần có sự đồng bộ liên tục giữa nơi gửi và nơi nhận. Nó cho phép một ký tự dữ liệu được truyền đi bất cứ lúc nào. Nơi nhận không cần biết chính xác khi nào một đơn vị dữ liệu được gửi, nó chỉ cần biết chỗ bắt đầu và chỗ kết thúc đơn vị dữ liệu đó qua các bit "start" và "stop" nói trên.

Phương pháp này có tốc độ thấp, được sử dụng trong các modem: XMODEM, YMODEM, ZMODEM để truyền dữ liệu máy tính PC qua mạng điện thoại.

Giao thức đồng bộ

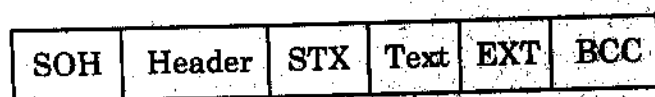
Phương thức truyền đồng bộ không dùng các bit "start" và "stop" để đóng khung một ký tự mà chèn các ký tự đặc biệt SYN (Synchronization), EOT (End of Transmission), hay một cờ flag giữa các dữ liệu để báo một dữ liệu đang đến hoặc đã đến. Đồng bộ với hệ thống truyền thông ở hai mức:

- Mức vật lý: giữ đồng bộ giữa đồng hồ của người gửi và người nhận
- Mức liên kết dữ liệu: để phân biệt giữa dữ liệu với flag và vùng thông tin điều khiển.

2.2.1. GIAO THỨC ĐỊNH HƯỚNG KÝ TỰ

Giao thức định hướng ký tự được xây dựng dựa trên các ký tự đặc biệt của bộ mã chuẩn ASCII hoặc EBCDIC. Bộ giao thức này được sử dụng cho cấu hình điểm - điểm hoặc nhiều điểm. Nó chủ yếu được sử dụng trong phương thức hai chiều luân phiên. Trong phương thức này, sử dụng giao thức BSC của IBM. Giao thức được xây dựng dựa trên bộ mã chuẩn EBCDIC. Giao thức BSC được ISO lấy làm cơ sở xây dựng giao thức Basic mode dựa trên bộ mã chuẩn ASCII.

Một đơn vị dữ liệu (frame) dùng trong giao thức này có khuôn dạng như sau:



↓
Thông tin điều khiển

↓
Dữ liệu

- Phần Header: chứa đựng thông tin điều khiển, bao gồm thứ tự của frame và địa chỉ đích.

- BCC (Block Check Character) là vùng 8 bit kiểm tra lỗi theo bit chẵn lẻ (theo chiều dọc) cho các ký tự vùng text, đối với Basic mode, hoặc 16 bit kiểm tra lỗi theo phương pháp CRC - 16 cho vùng text (trường hợp BSC).

Trường hợp dữ liệu quá dài, cần tách thành nhiều khối, mỗi khối được coi là một frame và cấu trúc theo khuôn dạng trên, ở phần header sẽ đánh thứ tự của khối.

Vì giao thức này chỉ sử dụng tốt cho phương thức bán song công, nên hiện nay ít được sử dụng. Ở đây chỉ giới thiệu tóm lược để bạn đọc có thể tham khảo, mang tính hệ thống.

2.2.2. GIAO THỨC ĐỊNH HƯỚNG BIT

Trong phần này, sẽ giới thiệu giao thức HDLC (High-Level Data Link Control), là giao thức chuẩn cho lớp liên kết dữ liệu, có vị trí quan trọng nhất, được phát triển bởi ISO (ISO 3309, ISO433). Nó được ứng dụng cho cấu hình điểm - điểm, và nhiều điểm, cho phép khai thác hai chiều đồng thời, hai chiều luân phiên.

HDLC là giao thức điều khiển ở mức cao, do ISO phát triển vào năm 1979 trên cơ sở SDLC. Năm 1981, ITV-T đã phát triển hàng loạt giao thức trên cơ sở HDLC gọi là thủ tục tham nhập liên kết (CAPs, LAPB, LAPD, LAPX...). Các thủ tục khác như chuyển mạch khung... cũng được ITV-T và ANSI phát triển từ HDLC để làm các thủ tục tham nhập các LAN. Có thể nói mọi giao thức định hướng bit hiện nay đều tách ra từ HDLC hoặc có nguồn gốc từ HDLC. Như vậy, qua HDLC, ta sẽ hiểu được các giao thức khác.

Hệ thống sử dụng HDLC được đặc trưng bởi loại trạm, bởi cấu hình, hoặc bởi dạng trả lời.

- Loại trạm: HDLC khác nhau trong 3 loại trạm: chủ (sơ cấp), tớ (thứ cấp) và tổ hợp.

- Cấu hình: cấu hình liên quan đến phân cứng trên đường liên kết. Các thiết bị có thể tổ chức thành sơ cấp, thứ cấp, hoặc ngang hàng. Các thiết bị ngang hàng có thể hoạt động vừa như sơ cấp, vừa như thứ cấp, tùy theo dạng trao đổi được chọn.

Cấu trúc đơn vị dữ liệu của HDLC:

Kích thước
vùng bit

Flag	Address	Control	Information	FCS	Flag
------	---------	---------	-------------	-----	------

8

8/16

8/16

16/32

8

Dạng chuẩn
mở rộng

Flame header

Mỗi khung HDLC có 6 trường: cờ (Flag), địa chỉ (Address), điều khiển (Control), thông tin (Information), trường ghi mã kiểm soát lỗi (FCS).

- Flag là vùng mã đóng khung cho frame, đánh dấu bắt đầu và kết thúc của frame. Trường cờ có 8 bit "01111110", nó đồng nhất ở bắt đầu và kết thúc của frame và dùng làm mẫu đồng bộ cho thiết bị nhận.

Để tránh lẫn giữa mã cờ và nội dung frame, người ta dùng thủ thuật nhồi bit "0" sau 5 bit "1" liên tiếp. Khi truyền đi, cứ sau 5 bit "1" liên tiếp thì tự động chèn vào một bit "0".

Thí dụ: "011111110" phải chuyển thành "0111110110" với bit "0" được chèn vào vị trí thứ 6 để tránh nhầm lẫn với mã cờ.

- Address: là trường địa chỉ. Trường địa chỉ có thể là 1 byte hoặc 2 byte (trường hợp mở rộng). Đây là địa chỉ đích của frame.

- Information: là vùng để ghi thông tin cần truyền đi (gói lớp 3). Vùng này có kích thước không xác định.

- FCS (Frame Check Sequence): là vùng ghi mã kiểm soát lỗi cho nội dung của frame, sử dụng phương pháp CRC với đa thức sinh:

$$x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$$

Vùng này có thể là 1 byte trong trường hợp chuẩn và 2 byte trong trường hợp mở rộng.

HDLC sử dụng 3 loại frame chính: frame U, frame S, và frame I. Ba frame này được định dạng ở vùng Control.

Ta xét nội dung vùng Control của các loại frame HDLC trong trường hợp chuẩn ở bảng 2.4 dưới đây:

Bảng 2.4: Định dạng các frame của HDLC ở vùng Control

Loại frame	Các bit ở vùng Control							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Frame U	1	1	M	M	P/F	M	M	M
Frame S	0	N(S)			P/F	N(R)		
Frame I	1	0	S	S	P/F	N(R)		

Các bit đầu ở vùng Control được dùng để định danh các loại frame.

Frame U (Unnumbered frame):

Được định danh bởi hai bit thứ nhất và thứ 2 của vùng Control: "11".

Đây là frame điều khiển, dùng để khởi động, duy trì và giải phóng liên kết dữ liệu. Có 5 bit để định danh các loại frame U. Như vậy, có tất cả $2^5 = 32$ frame U. Nhưng chỉ có 5 frame được sử dụng phổ biến. Trong đó,

3 frame dùng để khởi động liên kết và quy định phương thức trao đổi là : SNRM, SARM, SABM.

- Phương thức trả lời chuẩn SNRM (Set Normal Response Mode): phương thức này dùng trong trường hợp cấu hình không cân bằng, nghĩa là có một trạm điều khiển chung gọi là trạm chủ (hay sơ cấp). Các trạm còn lại gọi là trạm tớ (thứ cấp) bị điều khiển bởi trạm chủ. Các trạm thứ cấp chỉ được truyền tin khi trạm sơ cấp cho phép hoặc yêu cầu.

- Phương thức trả lời dị bộ SARM (Set Asynchronous Response Mode): phương thức này sử dụng cho cấu hình đối xứng. Mỗi trạm vật lý có hai trạm logic, một trạm là sơ cấp, một là thứ cấp. Những đường riêng rẽ kết nối sơ cấp của trạm vật lý này với thứ cấp trạm vật lý khác. Cấu hình này giống cấu hình không cân bằng, trừ trường hợp điều khiển không liên tiếp. Nói cách khác, ở đây vẫn còn tồn tại trạm chủ và các trạm tớ, nhưng các trạm tớ được mở rộng quyền hơn. Các trạm tớ có quyền truyền tin, không cần trạm chủ cho phép.

- Phương thức dị bộ cân bằng SARM (Set Asynchronous Balance Mode): phương thức này dùng trong cấu hình cân bằng, là cấu hình hai trạm kết nối điểm - điểm loại tổ hợp. Ở đây không tồn tại trạm chủ, các trạm nối với nhau bằng đường dây và đường này được điều khiển bởi cả hai trạm, các trạm đều ngang hàng như nhau.

Hai frame còn lại là DISC và UA.

- Frame giải phóng liên kết DISC (DISConnect): frame này sử dụng để giải phóng liên kết dữ liệu, hoặc từ chối liên kết.

- Frame UA (Unnumbered Acknowledgment): đây là cơ chế báo nhận, chấp nhận, dùng để trả lời các frame khác. Frame U là frame không đánh số, các frame U chỉ trao đổi với nhau, không trao đổi với frame khác.

Frame I (Information frame):

Dùng để truyền dữ liệu và thông tin điều khiển nó. Đây là frame đơn giản nhất. Frame có hai trường N(S) và N(R). Trong đó, trường N(S) là số thứ tự của frame truyền đi. Còn frame N(R) là số thứ tự của frame I mà trạm chờ nhận, đồng thời ám chỉ đã nhận tốt các frame I thứ N(R)-1.

Frame S (Supervisor frame):

Đây cũng là frame điều khiển, được dùng để kiểm soát luồng dữ liệu trong quá trình truyền tin và điều khiển lỗi.

Vậy frame S để giám sát sự truyền tin, liên quan đến điều khiển luồng cho frame I, nó dùng để chuyển giao số liệu qua đường truyền. Có 4 frame S trong bảng 2.5.