

ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 5
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ HÙNG VƯƠNG



GIÁO TRÌNH
Mạng truyền thông
công nghiệp

Nghề: Điện tử công nghiệp
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

TPHCM - 2019

LỜI GIỚI THIỆU

Để đáp ứng yêu cầu giảng dạy chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp cũng như việc cung cấp tài liệu giúp cho sinh viên học tập, khoa Điện tử chúng tôi đã tiến hành biên soạn giáo trình “ Mạng truyền thông công nghiệp” .

Giáo trình này giúp các bạn có thêm kỹ năng:

- Thiết kế được mạch cảm biến đơn giản đạt yêu cầu kỹ thuật
- Thực hành lắp ráp một số mạch điều khiển thiết bị cảm biến đúng yêu cầu
- Kiểm tra, vận hành và sửa chữa được mạch ứng dụng các loại cảm biến

Đây là công trình được viết bởi đội ngũ giáo viên đã và đang công tác tại trường TCN KTCN Hùng Vương cùng với sự góp ý và phản biện của các doanh nghiệp trong lĩnh vực liên quan, tuy vậy, cuốn sách chắc chắn vẫn không tránh khỏi những khiếm khuyết. Chúng tôi mong nhận được ý kiến đóng góp của bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong lần tái bản.

Xin trân trọng giới thiệu cùng bạn đọc!

Quận 5, ngày 13 tháng 8 năm 2014

Biên soạn

Lê Bảo Khanh

MỤC LỤC

ĐỀ MỤC	TRANG
GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN.....	1
Bài 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN.....	3
1. Mạng truyền thông công nghiệp.....	3
2. Vai trò của mạng truyền thông công nghiệp.....	4
3. Phân loại và đặc trưng các hệ thống mạng công nghiệp.....	5
Bài 2: NHIỄU VÀ GIẢI PHÁP.....	9
1. Khái niệm nhiễu.....	9
1.1. Nhiễu.....	9
1.2. Các loại nhiễu.....	9
2. Phương pháp chống nhiễu.....	10
Bài 3: CHUẨN TRUYỀN THÔNG RS232.....	13
1. Vài nét về nguồn gốc:.....	13
2. Các đặc trưng điện:.....	13
3. Giao diện cơ học.....	14
4. Đặc tính điện học.....	16
5. Chế độ làm việc.....	17
Bài 4: CHUẨN TRUYỀN THÔNG RS485.....	18
1. Đặc tính điện học.....	18
2. Số trạm tham gia.....	19
3. Tốc độ truyền tải và chiều dài dây dẫn.....	20
4. Cấu hình mạng.....	21
5. Cấp nối.....	21
6. Trở đầu cuối.....	22
7. Nối đất.....	23
Bài 5: CẤP QUANG.....	24
1. Giới thiệu.....	24
2. Ứng dụng của cáp quang.....	24
3. Cấu tạo của cáp quang.....	24
4. Phân loại cáp quang.....	26
5. Các thông số quang.....	27

6. Các thiết bị.....	28
7. Kết nối.....	29
8. Ưu điểm của cáp quang.....	30
9. Nhược điểm.....	30
Bài 6: MODBUS.....	31
1. Giới thiệu tổng quan.....	31
2. Cấu trúc giao thức Modbus.....	31
3. Các mã chức năng Modbus.....	32
4. Các chế độ truyền thông nối tiếp Modbus: Modbus/ ASCII và Modbus/ RTU35	
5. Định chỉ Modbus.....	36
Bài 7: MẠNG AS-i.....	37
1. Giới thiệu.....	37
2. Lớp vật lý.....	38
3. Cấu trúc mạng và cáp truyền.....	38
4. Cơ chế giao tiếp.....	39
5. Cấu trúc bức điện.....	40
6. Mã hoá bit.....	41
7. Bảo toàn dữ liệu.....	42
Bài 8: MẠNG INDUSTRIAL ETHERNET.....	43
1. Giới thiệu.....	43
2. Kiến trúc giao thức.....	43
3. Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn.....	43
5. Cấu trúc bức điện.....	46
6. Truy nhập bus.....	47
7. Hiệu suất đường truyền và tính năng thời gian thực.....	47
8. Mạng LAN 802.3 chuyên mạch.....	49
9. Fast Ethernet.....	49
10. High speed Ethernet.....	50
11. Industrial Ethernet.....	52
Bài 9: MẠNG TRUYỀN THÔNG RADIO VÀ WIRELESS.....	54
1. Giới thiệu.....	54
2. Lịch sử và phát minh.....	54
3. Khám phá và phát triển.....	55

4. Các công ty "không dây" và ống chân không	55
5. Radar	55
TÀI LIỆU THAM KHẢO	58

GIỚI THIỆU VỀ MÔ ĐUN

Vị trí, tính chất của mô đun

- Vị trí: Mô đun được bố trí học sau các môn học, mô đun kỹ thuật cơ sở và các mô đun chuyên môn nghề....
- Tính chất: Là mô đun tự chọn trong chương trình đào tạo nghề Điện tử công nghiệp.

Mục tiêu của mô đun

Sau khi học xong mô đun này người học có năng lực:

- Mô tả được cấu trúc mạng truyền thông trong công nghiệp
- Trình bày được các chuẩn truyền thông
 - Trình bày được nguồn gốc nhiễu và các giải pháp xử lý.
 - Chống được nhiễu trong truyền thông
- Phân tích được các tính năng chính của chuẩn RS232, RS485
- Trình bày được các tính năng chính của cáp quang
 - Kết nối được các thiết bị dùng cáp quang.
 - Trình bày được cấu trúc mạng Modbus, Mạng AS-i, Mạng Industrial Etherne
 - Xác định và xử lý được một số vấn đề đơn giản
- Chủ động, sáng tạo và an toàn trong quá trình học tập.

Nội dung của mô đun

1. Giới thiệu tổng quan
2. Nhiễu và giải pháp
3. Chuẩn truyền thông RS232
4. Chuẩn truyền thông RS485
5. Cáp quang
6. Mạng Modbus
7. Mạng AS-i
8. Mạng Industrial Etherne
9. Truyền thông Radio và wireless

Bài 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

1. Mạng truyền thông công nghiệp

Mạng truyền thông công nghiệp hay mạng công nghiệp là một khái niệm chung chỉ các hệ thống mạng truyền thông số, truyền bit nối tiếp, được sử dụng để ghép nối các thiết bị công nghiệp.

Các hệ thống truyền thông công nghiệp phổ biến hiện nay cho phép liên kết mạng ở nhiều mức khác nhau, từ các cảm biến, cơ cấu chấp hành dưới cấp trường cho đến các máy tính điều khiển, thiết bị quan sát, máy tính điều khiển giám sát và các máy tính cấp điều hành xí nghiệp, quản lý công ty.

Để thấy rõ phạm vi đề cập của lĩnh vực truyền thông công nghiệp, ta cần phân biệt với các hệ thống mạng viễn thông và mạng máy tính. Cụ thể:

+ Mạng viễn thông có phạm vi địa lý và số lượng thành viên tham gia lớn hơn rất nhiều, nên các yêu cầu kỹ thuật (cấu trúc mạng, tốc độ truyền thông, tính năng thời gian thực,...) rất khác, cũng như các phương pháp truyền thông (truyền tải dải rộng, điều biến, dồn kênh, chuyển mạch,...) thường phức tạp hơn nhiều so với mạng công nghiệp.

+ Đối tượng của mạng viễn thông bao gồm cả con người và thiết bị kỹ thuật, trong đó con người đóng vai trò chủ yếu. Vì vậy các dạng thông tin cần trao đổi bao gồm cả tiếng nói, hình ảnh, văn bản và dữ liệu. Đối tượng của mạng công nghiệp thuần túy là các thiết bị công nghiệp, nên dạng thông tin được quan tâm duy nhất là dữ liệu. Các kỹ thuật và công nghệ được dùng trong mạng viễn thông rất phong phú, trong khi kỹ thuật truyền dữ liệu theo chế độ bit nối tiếp là đặc trưng của mạng công nghiệp.

Mạng truyền thông công nghiệp thực chất là một dạng đặc biệt của mạng máy tính, có thể so sánh với mạng máy tính thông thường như sau:

+ Kỹ thuật truyền thông số hay truyền dữ liệu là đặc trưng chung của cả hai lĩnh vực.

+ Trong nhiều trường hợp, mạng máy tính sử dụng trong công nghiệp được coi là một phần (ở các cấp điều khiển giám sát, điều hành sản xuất và quản lý công ty) trong mô hình phân cấp của mạng công nghiệp.

+ Yêu cầu về tính năng thời gian thực, độ tin cậy và khả năng tương thích trong môi trường công nghiệp của mạng truyền thông công nghiệp cao hơn so với một mạng máy tính thông thường, trong khi đó mạng máy tính thường đòi hỏi cao hơn về độ bảo mật.

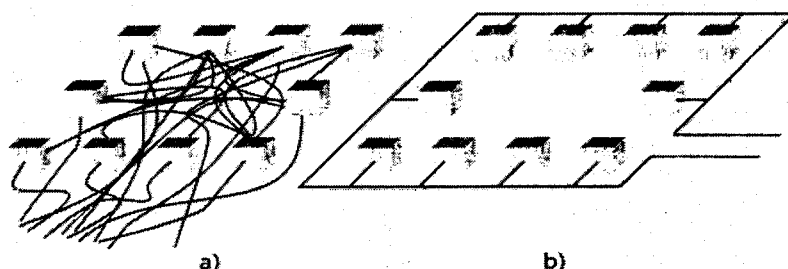
+ Mạng máy tính có phạm vi trải rộng rất khác nhau, ví dụ có thể nhỏ như mạng LAN cho một nhóm vài máy tính, hoặc rất lớn như mạng Internet. Trong nhiều trường hợp, mạng máy tính gián tiếp sử dụng dịch vụ truyền dữ liệu của mạng viễn thông. Trong khi đó, cho đến nay các hệ thống mạng công nghiệp thường có tính chất độc lập, phạm vi hoạt động tương đối hẹp.

Sự khác nhau trong phạm vi và mục đích sử dụng giữa các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp với các hệ thống mạng viễn thông và mạng máy tính dẫn đến sự khác nhau trong các yêu cầu về mặt kỹ thuật cũng như kinh tế. Ví dụ, do yêu cầu kết nối nhiều nên máy tính khác nhau và cho nhiều phạm vi ứng dụng khác nhau, kiến trúc giao thức của các mạng máy tính phổ thông thường phức tạp hơn so với kiến trúc giao thức các mạng công nghiệp. Đối với các hệ thống truyền thông công nghiệp, đặc biệt là ở các cấp dưới thì các yêu cầu về tính năng thời gian thực, khả năng thực hiện đơn giản, giá thành hạ lại luôn được đặt ra hàng đầu.

2. Vai trò của mạng truyền thông công nghiệp

Ghép nối thiết bị, trao đổi thông tin là một trong những vấn đề cơ bản trong bất cứ một giải pháp tự động hóa nào. Một bộ điều khiển cần được ghép nối với các cảm biến và cơ cấu chấp hành. Giữa các bộ điều khiển trong một hệ thống điều khiển phân tán cũng cần trao đổi thông tin với nhau để phối hợp thực hiện điều khiển cả quá trình sản xuất. Ở một cấp cao hơn, các trạm vận hành trong trung tâm điều khiển cũng cần được ghép nối và giao tiếp với các bộ điều khiển để có thể theo dõi, giám sát toàn bộ quá trình sản xuất và hệ thống điều khiển.

Vậy mạng truyền thông công nghiệp có vai trò quan trọng như thế nào trong các lĩnh vực đo lường, điều khiển và tự động hóa ngày nay? Sử dụng mạng truyền thông công nghiệp, đặc biệt là bus trường để thay thế cách nối điểm-điểm cổ điển giữa các thiết bị công nghiệp như được minh họa dưới đây mang lại hàng loạt những lợi ích cụ thể:



Hình 1.1: Nối dây truyền thống (a) và nối mạng công nghiệp (b)

+ Đơn giản hóa cấu trúc liên kết giữa các thiết bị công nghiệp: Một số lượng lớn các thiết bị thuộc các chủng loại khác nhau được ghép nối với nhau thông qua một đường truyền duy nhất.

+ Tiết kiệm dây nối và công thiết kế, lắp đặt hệ thống: Nhờ cấu trúc đơn giản, việc thiết kế hệ thống trở nên dễ dàng hơn nhiều. Một số lượng lớn cáp truyền được thay thế bằng một đường duy nhất, giảm chi phí đáng kể cho nguyên vật liệu và công lắp đặt.

+ Nâng cao độ tin cậy và độ chính xác của thông tin: Khi dùng phương pháp truyền tín hiệu tương tự cổ điển, tác động của nhiễu dễ làm thay đổi nội dung thông tin và các thiết bị không có cách nào nhận biết. Nhờ kỹ thuật truyền thông số, không những thông tin truyền đi khó bị sai lệch hơn, mà các thiết bị nối mạng còn có thêm khả năng tự phát hiện lỗi và chẩn đoán lỗi nếu có. Hơn thế nữa, việc bỏ qua nhiều lần chuyển đổi qua lại tương tự - số và số - tương tự nâng cao độ chính xác của thông tin.

+ Nâng cao độ linh hoạt, tính năng mở của hệ thống: Một hệ thống mạng chuẩn hóa quốc tế tạo điều kiện cho việc sử dụng các thiết bị của nhiều hãng khác nhau. Việc thay thế thiết bị, nâng cấp và mở rộng phạm vi chức năng của hệ thống cũng dễ dàng hơn nhiều. Khả năng tương tác giữa các thành phần (phần cứng và phần mềm) được nâng cao nhờ các giao diện chuẩn.

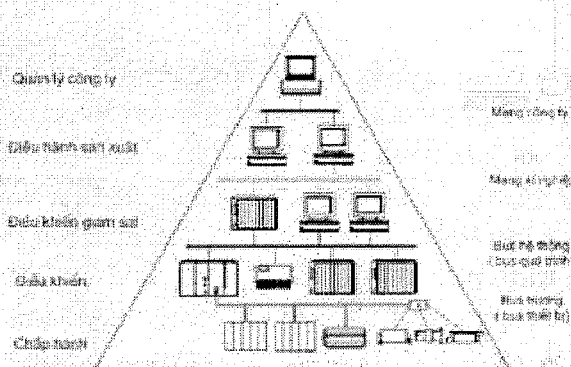
+ Đơn giản hóa việc tham số hóa, chẩn đoán, định vị lỗi, sự cố của các thiết bị: Với một đường truyền duy nhất, không những các thiết bị có thể trao đổi dữ liệu quá trình, mà còn có thể gửi cho nhau các dữ liệu tham số, dữ liệu trạng thái, mà còn có thể gửi cho nhau các dữ liệu tham số, dữ liệu trạng thái, dữ liệu cảnh báo và dữ liệu chẩn đoán. Các thiết bị có thể tích hợp khả năng tự chẩn đoán, các trạm trong mạng cũng có thể có khả năng cảnh giới lẫn nhau. Việc cấu hình hệ thống, lập trình, tham số hóa, chỉnh định thiết bị và đưa vào vận hành có thể thực hiện từ xa qua một trạm kỹ thuật trung tâm.

+ Mở ra nhiều chức năng và khả năng ứng dụng mới của hệ thống: Sử dụng mạng truyền thông công nghiệp cho phép áp dụng các kiến trúc điều khiển mới như điều khiển phân tán, điều khiển phân tán với các thiết bị trường, điều khiển giám sát hoặc chẩn đoán lỗi từ xa qua Internet, tích hợp thông tin của hệ thống điều khiển và giám sát với thông tin điều hành sản xuất và quản lý công ty.

Ưu thế của giải pháp dùng mạng công nghiệp không những nằm ở phương diện kỹ thuật, mà còn ở khía cạnh hiệu quả kinh tế. Chính vì vậy, ứng dụng của nó rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực công nghiệp, như điều khiển quá trình, tự động hóa xí nghiệp, tự động hóa tòa nhà, điều khiển giao thông, ... Trong điều khiển quá trình, các hệ thống bus trường đã dần thay thế các mạch dòng tương tự (currentloop) 4-20mA. Trong các hệ thống tự động hóa xí nghiệp hoặc tự động hóa tòa nhà, một số lượng lớn các phần tử trung gian được bỏ qua nhờ các hệ bus ghép nối trực tiếp các thiết bị cảm biến và chấp hành

3. Phân loại và đặc trưng các hệ thống mạng công nghiệp

Để sắp xếp, phân loại và phân tích đặc trưng các hệ thống mạng truyền thông công nghiệp, ta dựa vào mô hình phân cấp quen thuộc cho các công ty, xí nghiệp sản xuất. Với loại mô hình này, các chức năng được phân thành nhiều cấp khác nhau, như được minh họa sau đây:



Mô hình phân cấp chức năng công ty sản xuất công nghiệp

+ Bus trường, bus thiết bị:

Bus trường (fieldbus) là một khái niệm chung được dùng trong các ngành công nghiệp chế biến để chỉ các hệ thống bus nối tiếp, sử dụng kỹ thuật truyền tin số để kết nối các thiết bị thuộc cấp điều khiển (PC, PLC) với nhau và với các thiết bị ở cấp chấp hành, hay các thiết bị trường. Các chức năng chính của cấp chấp hành là đo lường, truyền động và chuyển đổi tín hiệu trong trường hợp cần thiết.

Các thiết bị có khả năng nối mạng là các vào/ra phân tán (distributed I/O), các thiết bị đo lường (sensor, transducer, transmitter) hoặc cơ cấu chấp hành (actuator, valve) có tích hợp khả năng xử lý truyền thông. Một số kiểu bus trường chỉ thích hợp nối mạng các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành với các bộ điều khiển cũng được gọi là bus chấp hành/cảm biến.

Trong công nghiệp chế tạo (tự động hóa dây chuyền sản xuất, gia công, lắp ráp) hoặc ở một số lĩnh vực ứng dụng khác như tự động hóa tòa nhà, sản xuất xe hơi, khái niệm bus thiết bị lại được sử dụng phổ biến. Có thể nói bus thiết bị và bus trường có chức năng tương đương nhưng do những đặc trưng riêng biệt của hai ngành công nghiệp, nên một số tính năng cũng khác nhau. Tuy nhiên sự khác nhau này ngày càng trở nên không rõ rệt, khi mà phạm vi ứng dụng của cả hai loại đều được mở rộng và đan chéo sang nhau. Trong thực tế người ta cũng dùng chung một khái niệm là bus trường.

Do nhiệm vụ của bus trường là chuyển dữ liệu quá trình lên cấp điều khiển để xử lý và chuyển quyết định điều khiển xuống các cơ cấu chấp hành, vì vậy yêu cầu về tính năng thời gian thực được đặt lên hàng đầu. Thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong phạm vi từ 0.1 tới vài miligiây. Trong khi đó, yêu cầu về lượng thông tin trong một bức điện thường chỉ hạn chế trong khoảng một bài byte, vì vậy tốc độ truyền thông thường chỉ cần ở phạm vi Mbit/s hoặc thấp hơn. Việc trao đổi thông tin về các biến quá trình chủ yếu mang tính chất định kỳ, tuần hoàn, bên cạnh các thông tin tham số hóa hoặc cảnh báo có tính chất bất thường. 10

Các hệ thống bus trường được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay là PROFIBUS, ControlNet, INTERBUS, CAN, WorldFIP, P-NET, Modbus và gần đây phải kể tới Foundation Fieldbus, DeviceNet, AS-I, EIB và Bitbus là một vài hệ thống bus cảm biến/chấp hành tiêu biểu.

+ Bus hệ thống, bus điều khiển:

Các hệ thống mạng công nghiệp được dùng để kết nối các máy tính điều khiển và các máy tính trên cấp điều khiển giám sát với nhau được gọi là bus hệ thống (system bus) hay bus quá trình (process bus). Qua bus hệ thống mà các máy tính điều khiển có thể phối hợp hoạt động, cung cấp dữ liệu quá trình cho các trạm kỹ thuật và trạm quan sát (có thể gián tiếp thông qua hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu trên các trạm chủ) cũng như nhận mệnh lệnh, tham số điều khiển từ các trạm phía trên. Thông tin không những được trao đổi theo chiều dọc, mà còn theo chiều ngang. Các trạm kỹ thuật, trạm vận hành và các trạm chủ cũng trao đổi dữ liệu qua bus hệ thống (Trong một số giải pháp hệ thống, một mạng riêng gọi là terminal bus được sử dụng nối máy chủ với các trạm kỹ thuật và trạm vận hành. Tuy nhiên đây

là một vấn đề thiết kế giải pháp, thực ra terminal bus không có đặc trưng gì khác so với bus hệ thống). Ngoài ra các máy in báo cáo và lưu trữ dữ liệu cũng có thể được kết nối qua mạng này.

Sự phân biệt giữa các khái niệm bus trường và bus hệ thống không bắt buộc nằm ở sự khác nhau về kiểu bus được sử dụng, mà ở mục đích sử dụng- hay nói cách khác là ở thiết bị được ghép nối. Trong một số giải pháp, một kiểu bus duy nhất được dùng cho cả ở hai cấp này.

Đối với bus hệ thống, tùy theo lĩnh vực ứng dụng mà đòi hỏi về tính năng thời gian thực có được đặt ra một cách ngặt nghèo hay không. Trong thời gian phản ứng tiêu biểu nằm trong khoảng một vài trăm miligiây, trong khi lưu lượng thông tin cần trao đổi lớn hơn nhiều so với bus trường. Tốc độ truyền thông tiêu biểu của bus hệ thống nằm trong phạm vi từ vài trăm Kbit/s đến vài Mbit/s.

Khi bus hệ thống được sử dụng chỉ để ghép nối theo chiều ngang giữa các máy tính điều khiển, người ta thường dùng khái niệm bus điều khiển. Vai trò của bus điều khiển là phục vụ trao đổi dữ liệu thời gian thực giữa các trạm điều khiển trong một hệ thống có cấu trúc phân tán. Bus điều khiển thông thường có tốc độ truyền không cao, nhưng yêu cầu về tính năng thời gian thực thường rất khắt khe.

Do các yêu cầu về tốc độ truyền thông và khả năng kết nối dễ dàng nhiều loại máy tính, hầu hết các kiểu bus hệ thống thông dụng đều dựa trên nền Ethernet như Industrial Ethernet, Fieldbus Foundation's High Speed Ethernet (HSE), Ethernet/IP. Bên cạnh đó phải kể đến PROFIBUS-FMS, ControlNet và Modbus Plus.

+ Mạng xí nghiệp:

Là một mạng LAN bình thường, có chức năng kết nối các máy tính văn phòng thuộc cấp điều hành sản xuất với cấp điều khiển giám sát. Thông tin được đưa lên trên bao gồm trạng thái làm việc của các quá trình kỹ thuật, các giàn máy cũng như của hệ thống điều khiển tự động, các số liệu tính toán, thống kê về diễn biến quá trình sản xuất và chất lượng sản phẩm. Thông tin theo chiều ngược lại là các thông số thiết kế, công thức điều khiển và mệnh lệnh điều hành. Ngoài ra, thông tin cũng được trao đổi mạnh theo chiều ngang giữa các máy tính thuộc cấp điều hành sản xuất, ví dụ hỗ trợ kiểu là việc theo nhóm, cộng tác trong dự án, sử dụng chung các tài nguyên nối mạng như máy in, máy chủ,...

Khác với các hệ thống bus cấp dưới, mạng xí nghiệp không yêu cầu nghiêm ngặt về tính năng thời gian thực. Việc trao đổi dữ liệu thường diễn ra không định kỳ, nhưng có khi với số lượng lớn tới hàng Mbyte. Hai loại mạng được dùng phổ biến cho mục đích này là Ethernet và Token-Ring, trên cơ sở các giao thức chuẩn như TCP/IP và IPX/SPX.

+ Mạng công ty:

Mạng công ty nằm trên cùng trong mô hình phân cấp hệ thống truyền thông của một công ty sản xuất công nghiệp. Đặc trưng của mạng công ty gần với một mạng viễn thông hoặc một mạng máy tính diện rộng hơn trên các phương diện phạm vi và hình thức dịch vụ, phương pháp truyền thông và các yêu cầu về kỹ

thuật. Chức năng của mạng công ty là kết nối các máy tính văn phòng của các xí nghiệp, cung cấp các dịch vụ trao đổi thông tin nội bộ và với các khách hàng như thư viện điện tử, thư điện tử, hội thảo từ xa qua điện thoại, hình ảnh, cung cấp dịch vụ truy cập Internet và thương mại điện tử,... Hình thức tổ chức ghép nối mạng cũng như các công nghệ được áp dụng rất đa dạng, tùy thuộc vào đầu tư của công ty. Trong nhiều trường hợp, mạng công ty và mạng xí nghiệp được thực hiện bằng một hệ thống mạng duy nhất về mặt vật lý, nhưng chia thành nhiều phạm vi và nhóm mạng làm việc riêng biệt.

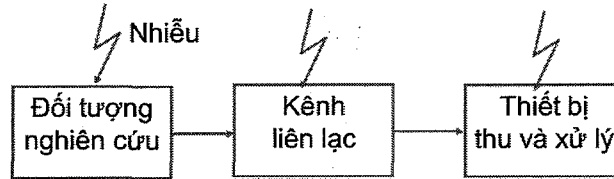
Mạng công ty có vai trò như một đường cao tốc trong hệ thống hạ tầng cơ sở truyền thông của một công ty, vì vậy đòi hỏi về tốc độ truyền thông và độ an toàn, tin cậy đặc biệt cao. Fast Ethernet, FDDI, ATM là một vài ví dụ công nghệ tiên tiến được áp dụng ở đây trong hiện tại và tương lai.

Bài 2: NHỄU VÀ GIẢI PHÁP

1. Khái niệm nhiễu

1.1. Nhiễu

Nhiễu là các tác động không ổn định tác động lên tín hiệu gây ra sự mất mát thông tin tín hiệu. Do đó nhiễu thường là nguyên nhân gây ra các hỏng hóc và sai số. Nhiễu thường có mặt ở tất cả các khâu.



✓ Đối tượng

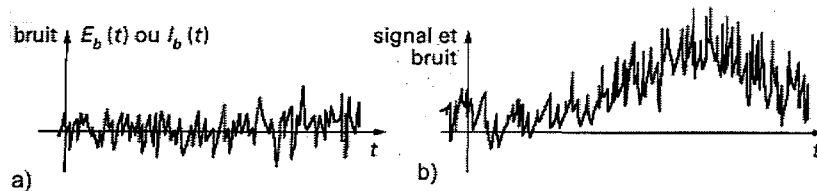
Đối với đối tượng thường nhiễu ở các sensor, chuyển đổi chuẩn hoá và các mux. Thường nhiễu sinh ra do điều kiện làm việc nặng nề ví dụ như nhiệt độ, gia tốc, độ ẩm, môi trường hoá học.

✓ Kênh liên lạc

Nhiễu đa số do ảnh hưởng của trường điện từ, do môi trường, không khí, khí quyển.

✓ Thiết bị thu và xử lý

Là do sự thay đổi của nhiệt độ, do sự thay đổi của nguồn cung cấp



a. Biến động điện áp và dòng điện của nhiễu

b. Nhiễu xếp chồng với tín hiệu đo

1.2. Các loại nhiễu

Nhiễu cũng như tín hiệu cũng được phân thành 2 loại:

- ✓ Nhiễu ngẫu nhiên là các dãy xung có biên độ, độ dài, thời gian xuất hiện 1 cách ngẫu nhiên.
- ✓ Nhiễu hệ thống là các nhiễu có giá trị không đổi hoặc thay đổi có quy luật. Ví dụ như nhiễu do sự thay đổi chậm của nhiệt độ, độ ẩm v.v. Nhiễu hệ thống thì có thể loại trừ được, còn với nhiễu ngẫu nhiên thì không thể loại trừ được.

2. Phương pháp chống nhiễu

Điều chế là gì?

- + Điều chế là sự tác dụng của tín hiệu đo lên một thông số nào đó của tín hiệu mang
- + Tín hiệu mang là tín hiệu được truyền đi trên kênh liên lạc và một trong các thông số của nó mang thông tin về tín hiệu đo

Tham gia điều chế tín hiệu có 2 thành phần:

- + Tín hiệu ban đầu $x(t)$: hàm tin, khách quan yêu cầu, bất kỳ.
- + Sóng mang dao động có tần số cao $u(t)$, do kỹ thuật chủ động

Phân loại điều chế:

- + Loại 1: tín hiệu điều chế cao tần (ĐCCT): sóng mang $u(t)$ được chọn là dao động điều hòa có tần số cao
- + Loại 2: tín hiệu điều chế xung: là 1 dãy xung, tuần hoàn có tần số cao.
- + Loại 3: tín hiệu điều chế số: các hàm tin $x(t)$ có dạng số (0,1)

Tổng quan về tín hiệu và điều chế cao tần:

- + Sóng mang là dao động điều hòa, tần số cao:

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

- + Điều chế là dùng hàm tin $x(t)$ điều khiển một trong ba thông số (ω, U_m, φ) ta có 3 tín hiệu cao tần khác nhau:
 - Tín hiệu điều biên (AM- Amplitude Modulation)
 - Tín hiệu điều tần (FM- Frequency Modulation)
 - Tín hiệu điều pha (PM – Phase Modulation)

Tín hiệu điều biên (AM- Amplitude Modulation):

$$u_m(t) = U_o + \Delta U \cdot x(t)$$

$$u_{db}(t) = U_o + \Delta U \cdot x(t) \cdot \cos(\omega_o \cdot t + \varphi_o)$$

Tín hiệu điều tần (FM- Frequency Modulation):

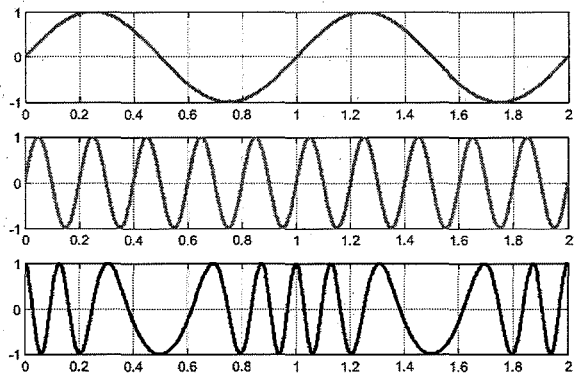
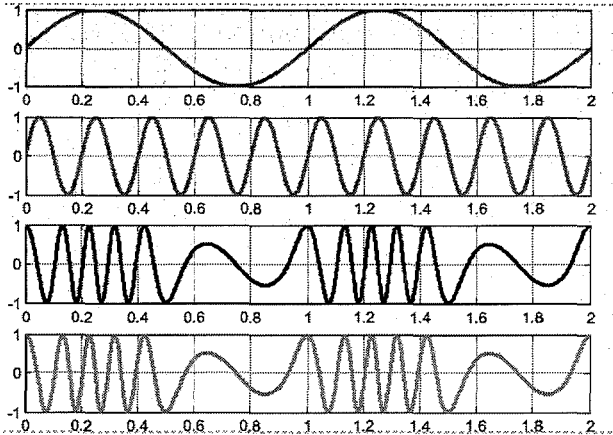
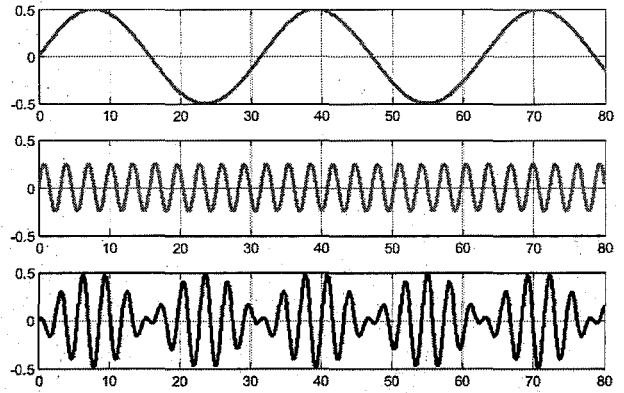
$$\omega(t) = \omega_o + \Delta \omega \cdot x(t)$$

$$u_{dt}(t) = U_o \cdot \cos \int \omega(t) dt = U_o \cdot \cos \omega_o \cdot t + \Delta \omega \int x(t) dt$$

Tín hiệu điều pha (PM-Phase Modulation):

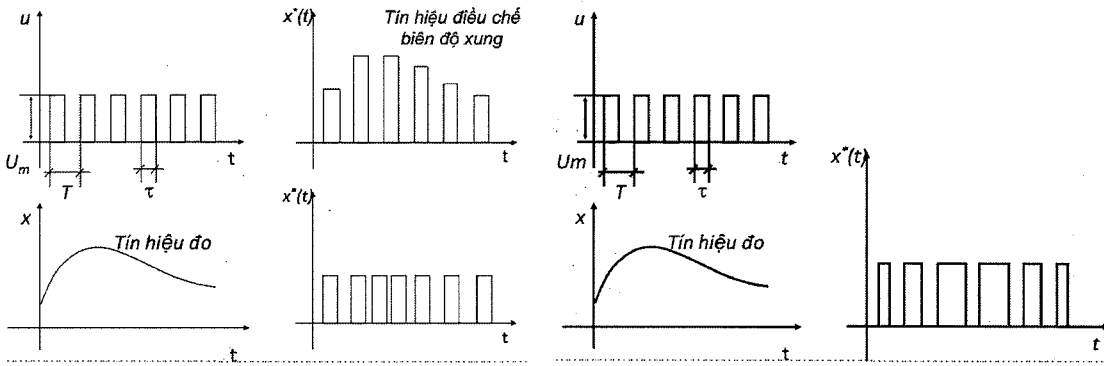
$$\varphi(t) = \varphi_o + \Delta \varphi \cdot x(t)$$

$$u_{dp}(t) = U_o \cdot \cos \omega_o \cdot t + \Delta \varphi \cdot x(t) + \varphi_o$$



Điều chế với tín hiệu mang là xung. Thường điều chế dùng xung chữ nhật

- + Điều chế biên độ xung.
 - Tín hiệu đo tác động vào biên độ xung
- + Điều chế tần số xung.
 - Tín hiệu đo tác động vào tần số của xung, ở đâu tín hiệu đo lớn thì tần số sẽ lớn và ngược lại ở đâu tín hiệu nhỏ thì tần số sẽ thấp.
- + Điều chế độ rộng xung
 - Tín hiệu đo tác động lên độ rộng của xung, ở đâu tín hiệu đo lớn thì độ rộng của xung lớn hơn, ở đâu tín hiệu nhỏ thì độ rộng xung hẹp hơn, thực ra là điều chế thời gian xung



+ Điều chế kết hợp

- Điều chế kết hợp là sử dụng nhiều lần điều chế với các cách điều chế khác nhau hoặc biến đổi tín hiệu đo thành dạng nhị phân rồi sau đó điều chế tần số

Bài 3: CHUẨN TRUYỀN THÔNG RS232

1. Vài nét về nguồn gốc:

Chuẩn RS-232 (RS = Recommended Standard) khi mới chỉ là chuẩn không chính thức đã được nhiều công ty máy tính và thiết bị đo lường chấp nhận. Sau đây, Hiệp hội Các nhà công nghiệp Điện tử (EIA: The Electronic Industries Association) đã xây dựng thành một tiêu chuẩn chính thức vào năm 1962. Đáng tiếc là tiêu chuẩn này chỉ cho phép sử dụng đường truyền ngắn với tốc độ bit thấp, thí dụ như tốc độ bit là 19600 bps (bits per second) và khoảng cách cực đại là 20 mét. Các tiêu chuẩn truyền thông nối tiếp ra đời sau như RS-422, RS-449 và RS-485 cho phép truyền trên đường cáp rất dài với tốc độ bit cao. Chẳng hạn RS-422 cho phép truyền với tốc độ lên đến 10 Mbps và khoảng cách hơn 1000 mét, đồng thời có thể sử dụng cáp xoắn 2 sợi, cáp đồng trục và cáp quang.

Có hai phiên bản RS-232 được lưu hành trong thời gian tương đối dài là RS-232B và RS-232C. Cho đến nay, RS-232B là phiên bản đã cũ, nay đã ít được sử dụng. Còn RS-232 C hiện vẫn còn tồn tại và thường được gọi ngắn gọn là chuẩn RS-232 (nhưng đây không phải là phiên bản ban đầu năm 1962). Ở một số nước Tây Âu, người ta còn gọi chuẩn ghép nối RS-232 là chuẩn V24.

EIA đã công bố tiêu chuẩn RS-232C với nỗ lực nhằm tạo ra khả năng ghép nối các thiết bị do nhiều nhà sản xuất làm ra mà không đòi hỏi có một tiêu chuẩn đặc biệt cho từng trường hợp.

Ngày nay, hầu hết các máy tính đều được trang bị một hay vài cổng nối tiếp RS-232, có thể là loại 9 chân hoặc 25 chân tùy đời máy và tùy mainboard hỗ trợ. Việc thiết kế giao tiếp với cổng RS-232 cũng tương đối dễ dàng, đặc biệt khi chọn chế độ hoạt động là không đồng bộ và tốc độ truyền dữ liệu thấp.

Các mạch điện tích hợp cả bộ phát và bộ nhận RS-232 đã được các nhà sản xuất khác nhau thiết kế và chế tạo rất thành công, ví dụ như Motorola, National Semiconductor... Các chip bộ phát RS-232 tiếp nhận mức điện áp TTL ở lối vào và biến đổi chúng thành các mức dành riêng cho RS-232 để truyền. Các chip bộ nhận thì làm việc ngược lại: tiếp nhận tín hiệu lối vào theo chuẩn RS-232 và biến đổi sang các mức TTL tương ứng. Các bộ phận này đều nằm trên bản mạch chính hoặc trên một card vào / ra.

2. Các đặc trưng điện:

a) Các mức điện áp đường truyền:

Tiêu chuẩn RS-232 đầu tiên ngay từ khi ra đời đã mang về lối thời của các chuẩn TTL. Lý do là chuẩn RS-232 vẫn sử dụng các mức điện áp tương thích TTL để mô tả các mức logic 0 và 1, giống như trường hợp cổng máy in (cổng song song). Ngoài mức điện áp, tiêu chuẩn cũng cố định các giá trị trở kháng tải được đấu vào bus của bộ nhận và các trở kháng ra của bộ phát.

Các mức điện áp của hai tiêu chuẩn RS-232 cải tiến là RS-232B và RS-232C được mô tả trong bảng sau:

Chuẩn Mức logic 0 Mức logic 1
 RS-232B +5V ~ +25V -25V ~ -5V
 RS-232C +3V ~ +12V -12V ~ -3

Ghi chú: Các mức điện áp trong phạm vi từ -3V \diamond +3V là trạng thái chuyển tiếp, còn trong các phạm vi -5V \diamond -3V và +3V \diamond +5V không được xác định và sẽ dẫn đến các kết quả không thể dự tính trước (đối với chuẩn RS-232B)

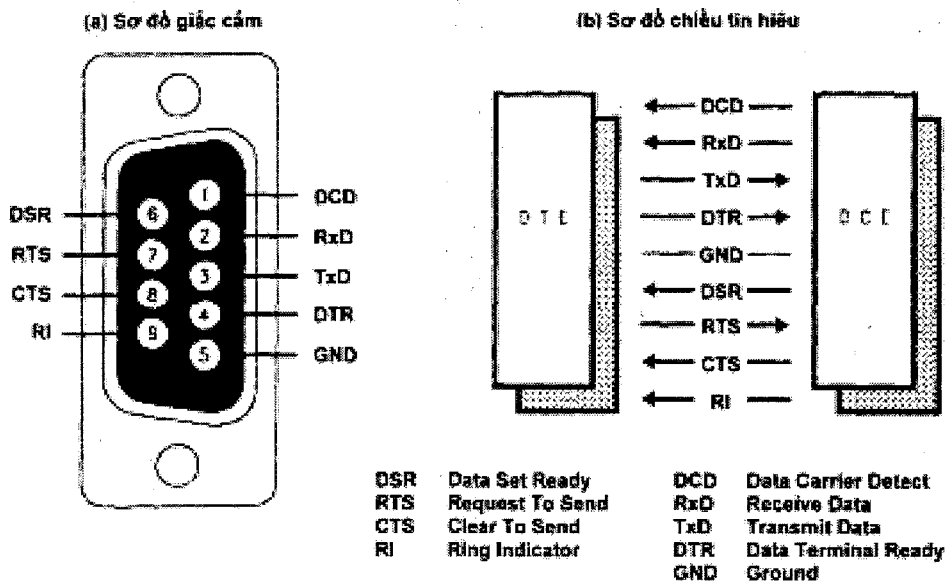
b) Các đặc trưng khác (dùng cho chuẩn RS-232C là chuẩn thông dụng nhất ngày nay):

Ngoài đặc trưng về mức điện áp đường truyền, chuẩn RS-232C còn có các đặc trưng khác như sau:

- Trở kháng tải về phía bộ nhận của mạch phải nằm trong khoảng từ 3000 Ω đến 7000 Ω .
- Tốc độ truyền / nhận dữ liệu cực đại là 100 kbps.
- Các lối vào của bộ nhận phải có điện dung nhỏ hơn 2500 pF.
- Độ dài của cáp nối giữa máy tính và thiết bị ghép nối qua cổng nối tiếp không thể vượt quá 15 m nếu không sử dụng modem.
- Các giá trị tốc độ Baud chuẩn là: 50, 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 38400, 56000, 115200 ...

3. Giao diện cơ học

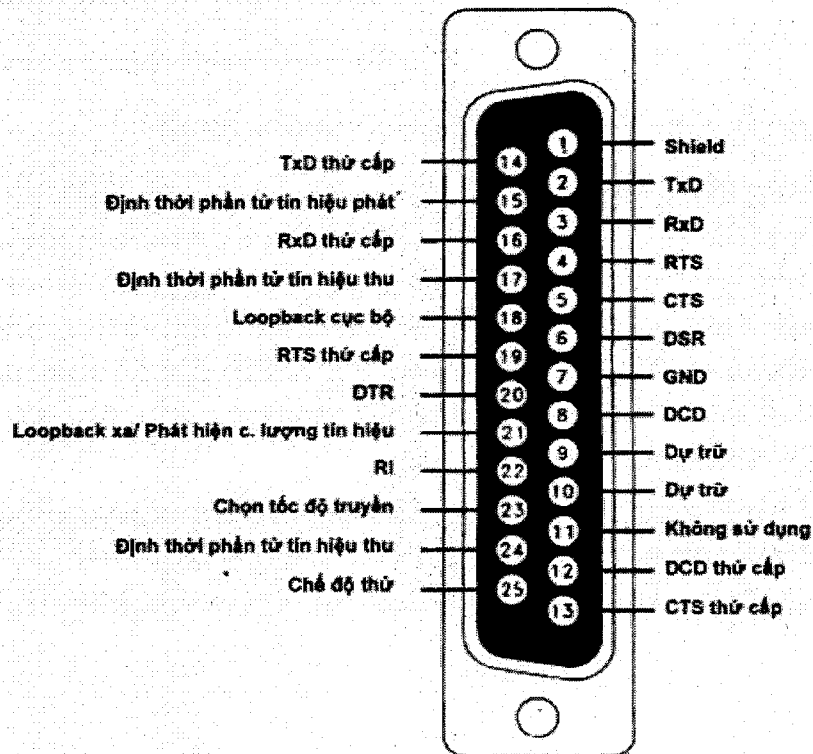
Chuẩn RS-232 quy định ba loại giắc cắm RS-232 là DB-9, DB-25 và ALT-A, trong đó hai loại đầu được sử dụng rộng rãi hơn



Hình vẽ jack DB-9

Ý nghĩa của các chân quan trọng được mô tả dưới đây:

- + RXD (receive Data): Đường nhận dữ liệu.
- + TXD (Transmit Data): Đường gửi dữ liệu.
- + DTR (Data Terminal Ready): Báo DTE sẵn sàng. Chân DTR thường ở trạng thái ON khi thiết bị đầu cuối sẵn sàng thiết lập kênh truyền thông (tự động quay số hay tự động trả lời). DTR ở trạng thái OFF chỉ khi thiết bị đầu cuối không muốn DCE của nó chấp nhận lời gọi từ xa.
- + DSR (Data Set Ready): Báo DCE sẵn sàng, ở chế độ trả lời, 1 tone trả lời và DSR ON sau 2 giây khi Modem nhắc máy.
- + DCD (Data Carrier Detect): Tín hiệu này tích cực khi Modem nhận được tín hiệu từ trạm từ xa và nó duy trì trong suốt quá trình liên kết.
- + RTS (Request To Send): Đường RTS kiểm soát chiều truyền dữ liệu. Khi một trạm cần gửi dữ liệu, nó đóng mạch RTS sang ON để báo hiệu với modem của nó.
- + CTS (Clear To Send): Khi CTS chuyển sang ON, Modem xác nhận là DTE có thể truyền số liệu.
- + Quá trình ngược lại nếu đổi chiều truyền số liệu
- + RI (Ring Indicator): Khi modem nhận được tín hiệu chuông, RI chuyển ON/OFF một cách tuần tự với chuông điện thoại để báo hiệu cho trạm đầu cuối. Tín hiệu này chỉ thị rằng một modem xa yêu cầu thiết lập liên kết dial-up.

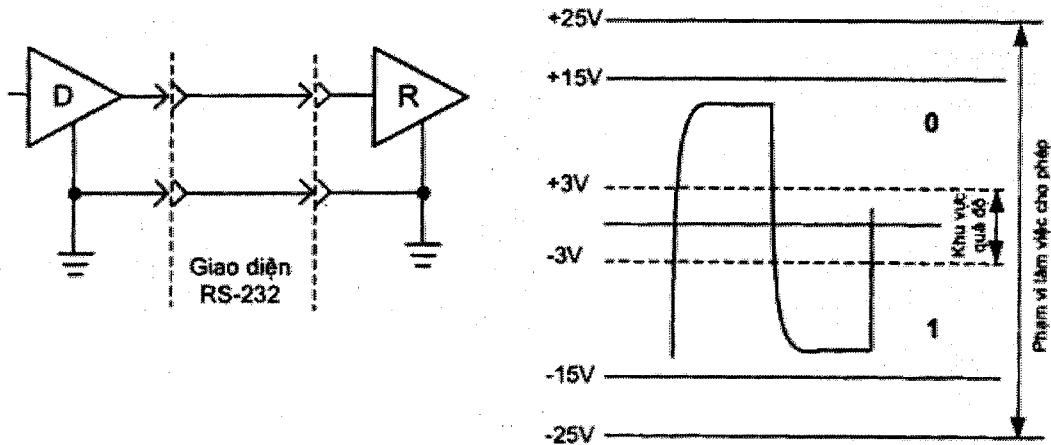


Hình 2.37: Sơ đồ giắc cắm RS-232 loại DB-25

4. Đặc tính điện học

RS-232 sử dụng phương thức truyền không đối xứng, tức là sử dụng tín hiệu điện áp chênh lệch giữa một dây dẫn và đất. Mức điện áp được sử dụng dao động trong khoảng từ -15V tới 15V. Khoảng từ 3V đến 15V ứng với giá trị logic 0, khoảng từ -15V đến -3V ứng với giá trị logic 1, như biểu diễn trên Hình 2.35.

Chính vì từ -3V tới 3V là phạm vi không được định nghĩa, trong trường hợp thay đổi giá trị logic từ 0 lên 1 hoặc từ 1 xuống 0 một tín hiệu phải vượt qua khoảng quá độ đó trong một thời gian ngắn hợp lý. Ví dụ, tiêu chuẩn DIN 66259 phần 2 qui định độ dốc tối thiểu của một tín hiệu phải là 6V/ms hoặc 3% nhịp xung, tùy theo giá trị nào nhỏ hơn. Điều này dẫn đến việc phải hạn chế về điện dung của các thiết bị tham gia và của cả đường truyền.



Hình 2.35: Qui định trạng thái logic của tín hiệu RS-232

Tốc độ truyền dẫn tối đa phụ thuộc vào chiều dài dây dẫn. Đa số các hệ thống hiện nay chỉ hỗ trợ tới tốc độ 19.2kBd (chiều dài cho phép 30-50m). Gần đây, sự tiến bộ trong vi mạch đã góp phần nâng cao tốc độ của các modem lên nhiều lần so với ngưỡng 19.2kBd. Hiện nay đã có những mạch thu phát đạt tốc độ 460kBd và hơn nữa, tuy nhiên tốc độ truyền dẫn thực tế lớn hơn 115.2 kBd theo chuẩn RS-232 trong một hệ thống làm việc dựa vào ngát là một điều khó có thể thực hiện.

Một ưu điểm của chuẩn RS-232 là có thể sử dụng công suất phát tương đối thấp, nhờ trở kháng đầu vào hạn chế trong phạm vi từ 3-7kΩ. Bảng 2.2 dưới đây tóm tắt một số thông số điện học quan trọng của RS-232.

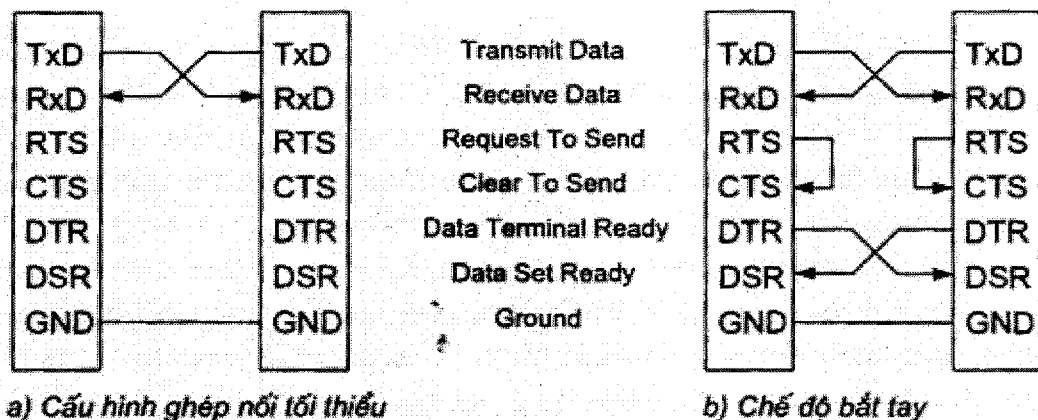
Bảng 2.2: Tóm tắt các thông số quan trọng của RS-232

Thông số	Điều kiện	Tối thiểu	Tối đa
Điện áp đầu ra hở mạch			25V
Điện áp đầu ra khi có tải	$3k\Omega \leq R_L \leq 7k\Omega$	5V	15V
Trở kháng đầu ra khi cắt nguồn	$-2V \leq V_o \leq 2V$		300 Ω
Dòng ra ngắn mạch			500mA
Điện dung tải			2500pF
Trở kháng đầu vào	$3V \leq V_i \leq 25V$	3k Ω	7k Ω
Ngưỡng cho giá trị logic 0			3V
Ngưỡng cho giá trị logic 1		-3V	

5. Chế độ làm việc

Chế độ làm việc của hệ thống RS-232 là hai chiều toàn phần (*full-duplex*), tức là hai thiết bị tham gia cùng có thể thu và phát tín hiệu cùng một lúc. Như vậy, việc thực hiện truyền thông cần tối thiểu 3 dây dẫn - trong đó hai dây tín hiệu nối chéo các đầu thu phát của hai trạm và một dây đất, như a minh họa. Với cấu hình tối thiểu này, việc đảm bảo độ an toàn truyền dẫn tín hiệu thuộc về trách nhiệm của phần mềm.

Hình 2.38b minh họa một ví dụ ghép nối trực tiếp giữa hai thiết bị thực hiện chế độ bắt tay (*handshake mode*) không thông qua modem. Qua việc sử dụng các dây dẫn DTR và DSR, độ an toàn giao tiếp sẽ được đảm bảo. Trong trường hợp này, các chân RTS và CTS được nối ngắn. Lưu ý rằng, trong trường hợp truyền thông qua modem, cấu hình ghép nối sẽ khác một chút.



Hình 2.38: Một số ví dụ ghép nối với RS-232

Bài 4: CHUẨN TRUYỀN THÔNG RS485

1. Đặc tính điện học

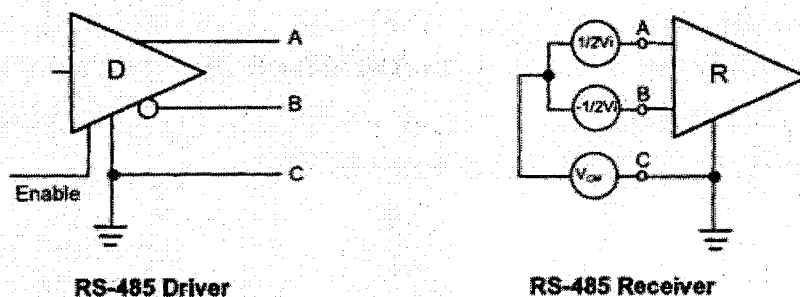
Về các đặc tính điện học, RS-485 và RS-422 giống nhau về cơ bản. RS-485 cũng sử dụng tín hiệu điện áp chênh lệch đối xứng giữa hai dây dẫn A và B. Ngưỡng giới hạn qui định cho V_{CM} đối với RS-485 được nới rộng ra khoảng -7V đến 12V, cũng như trở kháng đầu vào cho phép lớn gấp ba lần so với RS-422. Các thông số quan trọng được tóm tắt trong bảng 2.4.

Bảng 2.4: Tóm tắt các thông số quan trọng của RS-485

Thông số	Điều kiện	Tối thiểu	Tối đa
Điện áp đầu ra hở mạch		$\pm 1,5V$	$\pm 6V$
Điện áp đầu ra khi có tải	$R_{LOAD} = 54\Omega$	$\pm 1,5V$	$\pm 5V$
Dòng ra ngắn mạch			$\pm 250mA$
Thời gian quá độ đầu ra	$R_{LOAD} = 54\Omega$ $C_{LOAD} = 54pF$		$30\% T_B^*$
Điện áp chế độ chung đầu ra V_{OC}	$R_{LOAD} = 54\Omega$	-1V	3V
Độ nhạy cảm đầu vào	$-7V \leq V_{CM} \leq 12V$		$\pm 200mV$
Điện áp chế độ chung V_{CM}		-7V	12V
Trở kháng đầu vào		12k Ω	

Đặc tính khác nhau cơ bản của RS-485 so với RS-422 là khả năng ghép nối nhiều điểm, vì thế được dùng phổ biến trong các hệ thống bus trường. Cụ thể, 32 trạm có thể tham gia ghép nối, được định địa chỉ và giao tiếp đồng thời trong một đoạn RS-485 mà không cần bộ lặp.

Để đạt được điều này, trong một thời điểm chỉ một trạm được phép kiểm soát đường dẫn và phát tín hiệu, vì thế một bộ kích thích đều phải đưa về chế độ trở kháng cao mỗi khi rồi, tạo điều kiện cho các bộ kích thích ở các trạm khác tham gia. Chế độ này được gọi là *tri-state*. Một số vi mạch RS-485 tự động xử lý tình huống này, trong nhiều trường hợp khác việc đó thuộc về trách nhiệm của phần mềm điều khiển truyền thông. Trong mạch của bộ kích thích RS-485 có một tín hiệu vào "Enable" được dùng cho mục đích chuyển bộ kích thích về trạng thái phát tín hiệu hoặc *tri-state*. Sơ đồ mạch cho bộ kích thích và bộ thu RS-485 được biểu diễn trên Hình 2.39.

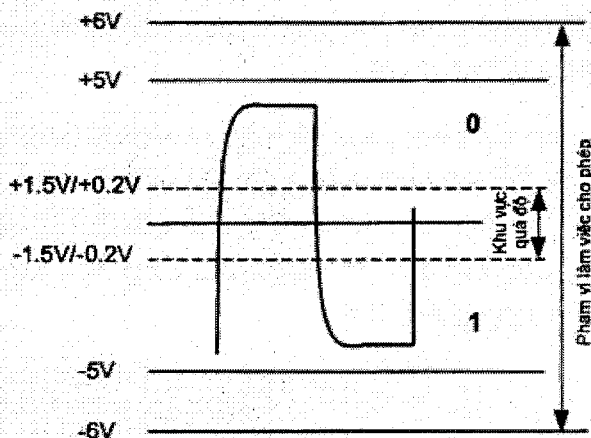


Hình 2.39: Sơ đồ bộ kích thích (driver) và bộ thu (receiver) RS-485

Mặc dù phạm vi làm việc tối đa là từ $-6V$ đến $6V$ (trong trường hợp hở mạch), trạng thái logic của tín hiệu chỉ được định nghĩa trong khoảng từ $\pm 1,5V$ đến $\pm 5V$ đối với đầu ra (bên phát) và từ $\pm 0,2V$ đến $\pm 5V$ đối với đầu vào (bên thu), như được minh họa trên Hình 2.40.

2. Số trạm tham gia

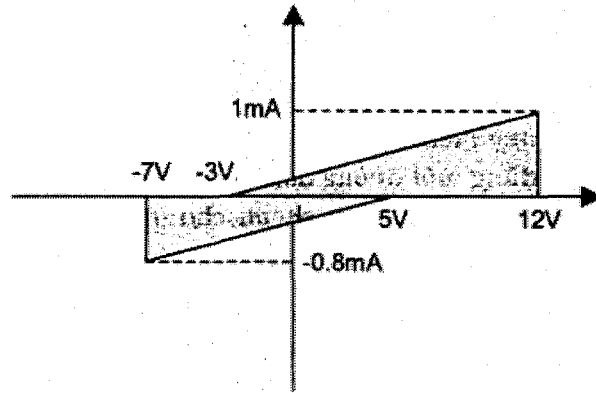
RS-485 cho phép nối mạng 32 tải đơn vị (*unit load, UL*), ứng với 32 bộ thu phát hoặc nhiều hơn, tùy theo cách chọn tải cho mỗi thiết bị thành viên. Định nghĩa một tải đơn vị được minh họa trên Hình 2.41. Thông thường, mỗi bộ thu phát được thiết kế tương đương với một tải đơn vị. Gần đây cũng có những cố gắng giảm tải xuống còn $1/2UL$ hoặc $1/4UL$, tức là tăng trở kháng đầu vào lên hai hoặc bốn lần, với mục đích tăng số trạm lên 64 hoặc 128. Tuy nhiên, tăng số trạm theo cách này sẽ gắn với việc phải giảm tốc độ truyền thông, vì các trạm có trở kháng lớn sẽ hoạt động chậm hơn.



Hình 2.40: Qui định trạng thái logic của tín hiệu RS-485

Giới hạn 32 tải đơn vị xuất phát từ đặc tính kỹ thuật của hệ thống truyền thông nhiều điểm. Các tải được mắc song song và vì thế việc tăng tải sẽ làm suy giảm tín hiệu vượt quá mức cho phép. Theo qui định chuẩn, một bộ kích thích tín hiệu phải đảm bảo dòng tổng cộng $60mA$ vừa đủ để cung cấp cho:

- Hai trở đầu cuối mắc song song tương ứng tải 60Ω (120Ω tại mỗi đầu) với điện áp tối thiểu $1,5V$, tạo dòng tương đương với $25mA$
- 32 tải đơn vị mắc song song với dòng $1mA$ qua mỗi tải (trường hợp xấu nhất), tạo dòng tương đương với $32mA$.

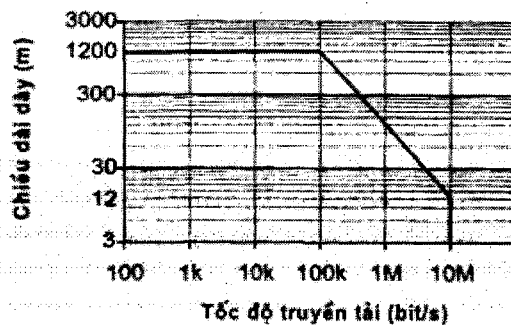


Hình 2.41: Định nghĩa một tải đơn vị

3. Tốc độ truyền tải và chiều dài dây dẫn

Cũng như RS-422, RS-485 cho phép khoảng cách tối đa giữa trạm đầu và trạm cuối trong một đoạn mạng là $1200m$, không phụ thuộc vào số trạm tham gia. Tốc độ truyền dẫn tối đa có thể lên tới $10Mbit/s$, một số hệ thống gần đây có khả năng làm việc với tốc độ $12Mbit/s$. Tuy nhiên có sự ràng buộc giữa tốc độ truyền dẫn tối đa và độ dài dây dẫn cho phép, tức là một mạng dài $1200m$ không thể làm việc với tốc độ $10MBd$. Quan hệ giữa chúng phụ thuộc nhiều vào chất lượng cáp dẫn được dùng cũng như phụ thuộc vào việc đánh giá chất lượng tín hiệu. Một ví dụ đặc trưng được biểu diễn qua đồ thị trên Hình 2.42.

Tốc độ truyền tối đa cũng phụ thuộc vào chất lượng cáp mạng, cụ thể là đôi dây xoắn kiểu STP có khả năng chống nhiễu tốt hơn loại UTP và vì thế có thể truyền với tốc độ cao hơn. Có thể sử dụng các bộ lặp để tăng số trạm trong một mạng, cũng như chiều dài dây dẫn lên nhiều lần, đồng thời đảm bảo được chất lượng tín hiệu.

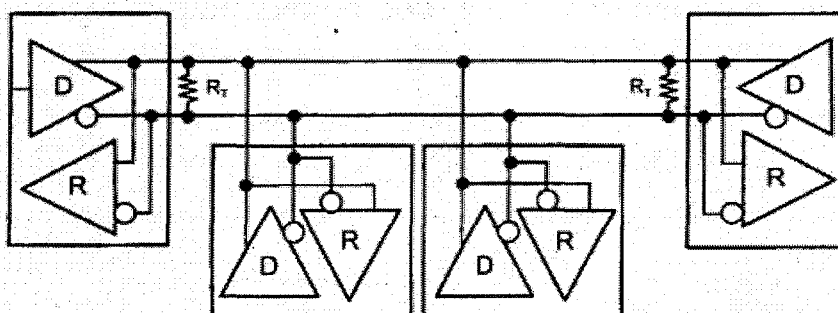


Hình 2.42: Quan hệ giữa tốc độ truyền và chiều dài dây dẫn tối đa trong RS-422/RS-485 sử dụng đôi dây xoắn AWG 24.

4. Cấu hình mạng

RS-485 là chuẩn duy nhất do EIA đưa ra mà có khả năng truyền thông đa điểm thực sự chỉ dùng một đường dẫn chung duy nhất, được gọi là bus. Chính vì vậy mà nó được dùng làm chuẩn cho lớp vật lý ở đa số các hệ thống bus hiện thời.

Cấu hình phổ biến nhất là sử dụng hai dây dẫn cho việc truyền tín hiệu, như được minh họa trên Hình 2.43. Trong trường hợp này, hệ thống chỉ có thể làm việc với chế độ hai chiều gián đoạn (*half-duplex*) và các trạm có thể nhận quyền bình đẳng trong việc truy nhập đường dẫn. Chú ý rằng đường dẫn được kết thúc bằng hai trở tại hai đầu chứ không được phép ở giữa đường dây. Vì mục đích đơn giản, dây đất không được vẽ ở đây, tuy nhiên trong thực tế việc nối dây đất là rất cần thiết.



Hình 2.43: Cấu hình mạng RS-485 hai dây

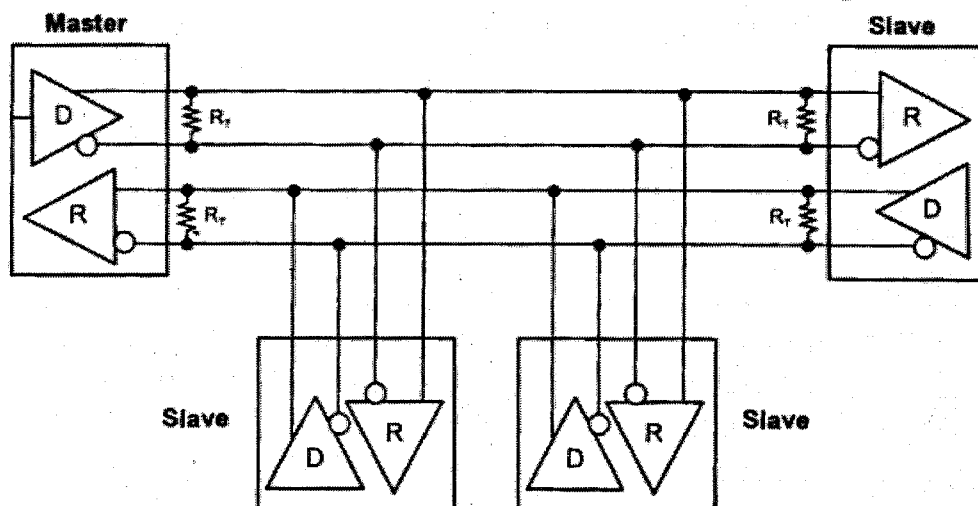
Một mạng RS-485 cũng có thể được nối theo kiểu 4 dây, như Hình 2.44 mô tả. Một trạm chủ (*master*) đóng vai trò điều khiển toàn bộ giao tiếp giữa các trạm kể cả việc truy nhập đường dẫn. Các trạm tớ (*slave*) không thể liên hệ trực tiếp mà đều phải qua trạm chủ. Trạm chủ phát tín hiệu yêu cầu và các trạm tớ có trách nhiệm đáp ứng. Vấn đề kiểm soát thâm nhập đường dẫn ở đây chính là việc khống chế các trạm tớ không trả lời cùng một lúc. Với cấu hình này, việc truyền thông có thể thực hiện chế độ hai chiều toàn phần (*full-duplex*), phù hợp với các ứng dụng đòi hỏi tốc độ truyền tải thông tin cao, tuy nhiên ở đây phải trả giá cho hai đường dây bổ sung.

5. Cáp nối

RS-485 không phải là một chuẩn trọn vẹn mà chỉ là một chuẩn về đặc tính điện học, vì vậy không đưa ra các qui định cho cáp nối cũng như các bộ nối. Có thể dùng đôi dây xoắn, cáp tròn hoặc các loại cáp khác, tuy nhiên đôi dây xoắn là vẫn là loại cáp được sử dụng phổ biến nhất nhờ đặc tính chống tạp nhiễu và xuyên âm.

6. Trở đầu cuối

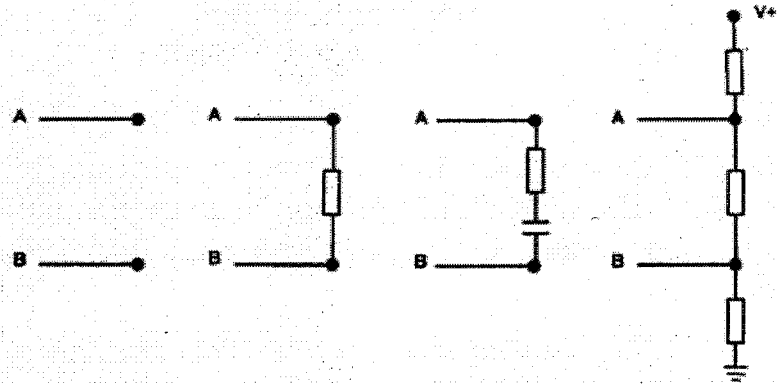
Do tốc độ truyền thông và chiều dài dây dẫn có thể khác nhau rất nhiều trong các ứng dụng, hầu như tất cả các bus RS-485 đều yêu cầu sử dụng trở đầu cuối tại hai đầu dây. Sử dụng trở đầu cuối có tác dụng chống các hiệu ứng phụ trong truyền dẫn tín hiệu, ví dụ sự phản xạ tín hiệu. Trở đầu cuối dùng cho RS-485 có thể từ 100Ω đến 120Ω . Một sai lầm thường gây tác hại nghiêm trọng trong thực tế là dùng trở đầu cuối tại mỗi trạm. Đối với một mạng bus có 10 trạm thì trở kháng tạo ra do các trở đầu cuối mắc song song sẽ là 10Ω thay chứ không phải 50Ω như thông thường. Chú ý rằng tải của các trở đầu cuối chiếm phần lớn trong toàn mạch, nên trong trường hợp này hậu quả gây ra là dòng qua các trở đầu cuối sẽ lấn át, các tín hiệu mang thông tin tới các bộ thu sẽ suy yếu mạnh dẫn tới sai lệch hoàn toàn. Một số bộ nối có tích hợp sẵn trở đầu cuối, có thể dùng jumper để chọn chế độ thích hợp tùy theo vị trí của trạm trong mạng.



Hình 2.44: Cấu hình mạng RS-485 sử dụng 4 dây

Trong trường hợp cáp truyền ngắn và tốc độ truyền thấp, ta có thể không cần dùng trở đầu cuối. Tín hiệu phản xạ sẽ suy giảm và triệt tiêu sau vài lần qua lại. Tốc độ truyền dẫn thấp có nghĩa là chu kỳ nhịp bus dài. Nếu tín hiệu phản xạ triệt tiêu hoàn toàn trước thời điểm trích mẫu ở nhịp tiếp theo (thường vào giữa chu kỳ) thì tín hiệu mang thông tin sẽ không bị ảnh hưởng. Có nhiều phương pháp để chặn đầu cuối một đường dẫn RS-485, như được minh họa trên Hình 2.45.

Phương pháp được dùng phổ biến nhất là chỉ dùng một điện trở thuần nối giữa hai dây A và B tại mỗi đầu. Phương pháp này còn được gọi là *chặn song song*. Điện trở được chọn có giá trị tương đương với trở kháng đặc trưng (trở kháng sóng) của cáp nối. Như vậy sẽ không có tín hiệu phản xạ và chất lượng tín hiệu mang thông tin sẽ được đảm bảo. Nhược điểm của phương pháp này là sự hao tổn nguồn tại hai điện trở.



PHƯƠNG PHÁP:	Không chặn	Song song	RC	Tin cậy
TỐC ĐỘ:	Thấp	Cao	Trung bình	Cao
C. LƯỢNG:	Kém	Tốt	Hạn chế	Tốt
TÓN HAO NGUỒN:	Thấp	Cao	Thấp	Cao

Hình 2.45: Các phương pháp chặn đầu cuối RS-485/RS-422

Phương pháp thứ hai được gọi là *chặn RC*, sử dụng kết hợp một tụ C mắc nối tiếp với điện trở R. Mạch RC này cho phép khắc phục nhược điểm của cách sử dụng một điện trở thuần nêu trên. Trong lúc tín hiệu ở giai đoạn quá độ, tụ C có tác dụng ngăn mạch và trở R có tác dụng chặn đầu cuối. Khi tụ C đảo chiều sẽ cản trở dòng một chiều và vì thế có tác dụng giảm tải. Tuy nhiên, hiệu ứng thông thấp (*lowpass*) của mạch RC không cho phép hệ thống làm việc với tốc độ cao.

Một biến thể của phương pháp chặn song song cũng được sử dụng rộng rãi có tên là *chặn tin cậy*, bởi nó có tác dụng khác nữa là *tạo thiên áp tin cậy (fall-safe biasing)* đảm bảo một dòng tối thiểu cho trường hợp bus rỗi hoặc có sự cố.

7. Nối đất

Mặc dù mức tín hiệu được xác định bằng điện áp chênh lệch giữa hai dây dẫn A và B không có liên quan tới đất, hệ thống RS-485 vẫn cần một đường dây nối đất để tạo một đường thoát cho nhiều chế độ chung và các dòng khác, ví dụ dòng đầu vào bộ thu. Một sai lầm thường gặp trong thực tế là chỉ dùng hai dây để nối hai trạm. Trong trường hợp như vậy, dòng chế độ chung sẽ tìm cách quay ngược trở lại nguồn phát, bức xạ nhiều ra môi trường xung quanh, ảnh hưởng tới tính tương thích điện từ của hệ thống. Nối đất sẽ có tác dụng tạo một đường thoát trở kháng nhỏ tại một vị trí xác định, nhờ vậy giảm thiểu tác hại gây nhiễu. Hơn thế nữa, với cấu hình trở đầu cuối tin cậy, việc nối đất tạo thiên áp sẽ giữ một mức điện áp tối thiểu giữa hai dây A và B trong trường hợp kể cả khi bus rỗi hoặc có sự cố.

Bài 5: CÁP QUANG

1. Giới thiệu

Năm 1966, Charles Kuen Kao và George Hockman, hai kỹ sư trẻ tại Phòng thí nghiệm chuẩn viễn thông (Anh), đã công bố khám phá mới đầy hứa hẹn về khả năng của sợi quang - những sợi thủy tinh hoặc nhựa trong suốt, linh hoạt và mỏng hơn một sợi tóc.

Đến năm 1970, Corning Glass Works, hãng sản xuất gốm sứ và thủy tinh của Mỹ, lần đầu tiên sản xuất thành công sợi cáp quang thành phẩm có thể sử dụng để truyền dữ liệu tốc độ cao và sao đó đã được các công ty viễn thông triển khai sử dụng.

Tuy nhiên phải đến những năm 90 với sự bùng nổ của internet đã khiến công nghệ cáp quang được ứng dụng rộng rãi và trở nên không thể thiếu trong việc truyền tải dữ liệu. Cáp quang là cơ sở của Internet và Wi-Fi. Hiện nay, mọi doanh nghiệp với mạng LAN đều sử dụng nó. Mọi người cũng nhờ đến cáp quang mỗi khi gửi e-mail, tin nhắn SMS, ảnh, video và các file dữ liệu khác.

2. Ứng dụng của cáp quang

Multimode

Sử dụng cho truyền tải tín hiệu trong khoảng cách ngắn, bao gồm:

- Step index: dùng cho khoảng cách ngắn, phổ biến trong các đèn sợi trong
- Graded index: thường dùng trong các mạng LAN

Single mode

Dùng cho khoảng cách xa hàng nghìn km, phổ biến trong các mạng điện thoại, mạng truyền hình cáp, đường kính 8um, truyền xa hàng trăm km mà không cần khuếch đại

3. Cấu tạo của cáp quang

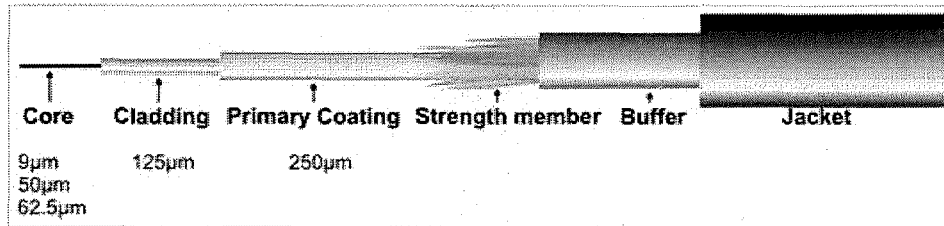
Cáp quang có cấu tạo gồm dây dẫn trung tâm là sợi thủy tinh hoặc plastic đã được tinh chế nhằm cho phép truyền đi tối đa các tín hiệu ánh sáng. Sợi quang được tráng một lớp lót nhằm phản chiếu tốt các tín hiệu.

Cáp quang gồm các phần sau:

- Core: Trung tâm phản chiếu của sợi quang nơi ánh sáng đi
- Cladding: Vật chất quang bên ngoài bao bọc lõi mà phản xạ ánh sáng trở lại vào lõi.
- Buffer coating: Lớp phủ dẻo bên ngoài bảo vệ sợi không bị hỏng và ẩm ướt
- Jacket: Hàng trăm hay hàng ngàn sợi quang được đặt trong bó gọi là Cáp quang. Những bó này được bảo vệ bởi lớp phủ bên ngoài của cáp được gọi là jacket.

Core được làm bằng sợi thủy tinh hoặc plastic dùng truyền dẫn ánh sáng. Bao bọc core là cladding – lớp thủy tinh hay plastic – nhằm bảo vệ và phản xạ ánh sáng trở lại core. Primary coating là lớp vỏ nhựa PVC giúp bảo vệ core và cladding không bị bụi, ẩm, trầy xước.

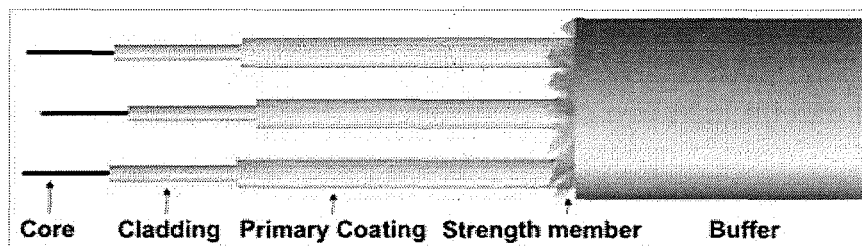
Hai loại cáp quang phổ biến là GOF (Glass Optical Fiber) – cáp quang làm bằng thủy tinh và POF (Plastic Optical Fiber) – cáp quang làm bằng plastic. POF có đường kính core khá lớn khoảng 1mm, sử dụng cho truyền dẫn tín hiệu khoảng cách ngắn, mạng tốc độ thấp. Trên các tài liệu kỹ thuật, bạn thường thấy cáp quang GOF ghi các thông số 9/125 μ m, 50/125 μ m hay 62,5/125 μ m, đây là đường kính của core/cladding; còn primary coating có đường kính mặc định là 250 μ m.



Bảo vệ sợi cáp quang là lớp vỏ ngoài gồm nhiều lớp khác nhau tùy theo cấu tạo, tính chất của mỗi loại cáp. Nhưng có ba lớp bảo vệ chính là lớp chịu lực kéo (strength member), lớp vỏ bảo vệ ngoài (buffer) và lớp áo giáp (jacket) – tùy theo tài liệu sẽ có tên gọi khác nhau. Strength member là lớp chịu nhiệt, chịu kéo căng, thường làm từ các sợi Kevlar. Buffer thường làm bằng nhựa PVC, bảo vệ tránh va đập, ẩm ướt. Lớp bảo vệ ngoài cùng là Jacket. Mỗi loại cáp, tùy theo yêu cầu sử dụng sẽ có thêm các lớp jacket khác nhau. Jacket có khả năng chịu va đập, nhiệt và chịu mài mòn, bảo vệ phần bên trong tránh ẩm ướt và các ảnh hưởng từ môi trường

Có hai cách thiết kế khác nhau để bảo vệ sợi cáp quang là ống đệm không chặt (loose-tube) và ống đệm chặt (tight buffer).

Loose-tube thường dùng ngoài trời (outdoor), cho phép chứa nhiều sợi quang bên trong. Loose-tube giúp sợi cáp quang “giãn nở” trước sự thay đổi nhiệt độ, co giãn tự nhiên, không bị căng, bẻ gập ở những chỗ cong.



Tight-buffer thường dùng trong nhà (indoor), bao bọc khít sợi cáp quang (như cáp điện), giúp dễ lắp đặt khi thi công



4. Phân loại cáp quang

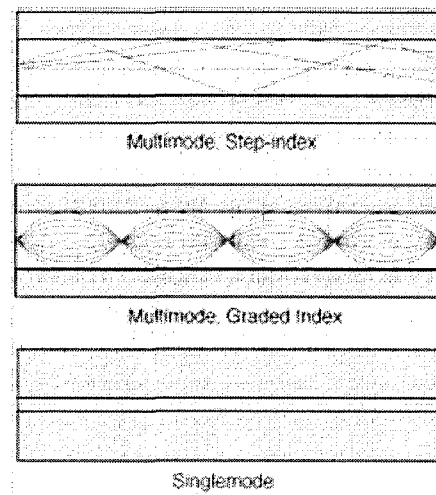
Cáp quang Singlemode (SM) có đường kính core khá nhỏ (khoảng $9\mu\text{m}$), sử dụng nguồn phát laser truyền tia sáng xuyên suốt vì vậy tín hiệu ít bị suy hao và có tốc độ khá lớn. SM thường hoạt động ở 2 bước sóng (wavelength) 1310nm, 1550nm.

Cáp quang Singlemode truyền được dữ liệu với khoảng cách không giới rất xa, được các đơn vị viễn thông sử dụng để truyền dữ liệu trong hệ thống của họ. Hiện nay các dịch vụ viễn thông hiện nay được rất đông đảo người dân sử dụng nên các nhà cung cấp dịch vụ liên tục phải mở rộng hệ thống truyền dẫn quang của họ để có thể đáp ứng nhu cầu của khách hàng, do vậy đã làm cho cáp quang Singlemode trở nên rất phổ dụng, hạ thành hạ đi rất nhiều.

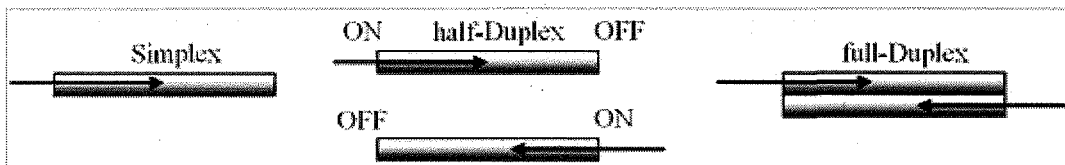
Cáp quang Multimode (MM) có đường kính core lớn hơn SM (khoảng $50\mu\text{m}$, $62.5\mu\text{m}$). MM sử dụng nguồn sáng LED (Light Emitting Diode) hoặc laser để truyền tia sáng và thường hoạt động ở 2 bước sóng 850nm, 1300nm; MM có khoảng cách kết nối và tốc độ truyền dẫn nhỏ hơn SM.

Cáp quang Multimode hiện nay được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng truyền dữ liệu với khoảng cách $\leq 5\text{Km}$, thường được các doanh nghiệp, cơ quan sử dụng trong các hệ thống mạng nội bộ, truyền thông trong công nghiệp

MM có hai kiểu truyền: chiết xuất bước (Step index) và chiết xuất liên tục (Graded index). Các tia sáng kiểu Step index truyền theo nhiều hướng khác nhau vì vậy có mức suy hao cao và tốc độ khá chậm. Step index ít phổ biến, thường dùng cho cáp quang POF. Các tia sáng kiểu Graded index truyền dẫn theo đường cong và hội tụ tại một điểm. Do đó Graded index ít suy hao và có tốc độ truyền dẫn cao hơn Step index. Graded index được sử dụng khá phổ biến.



Truyền dẫn tín hiệu trên cáp quang có hai dạng đơn công (simplex) và song công (duplex). Simplex truyền tín hiệu chỉ 1 chiều. Duplex có thể truyền nhận tín hiệu 1 chiều bán song công (half-Duplex) hoặc cả 2 chiều song công toàn phần (full-Duplex) Duplex ở cùng thời điểm tùy theo cách cấu hình.



5. Các thông số quang

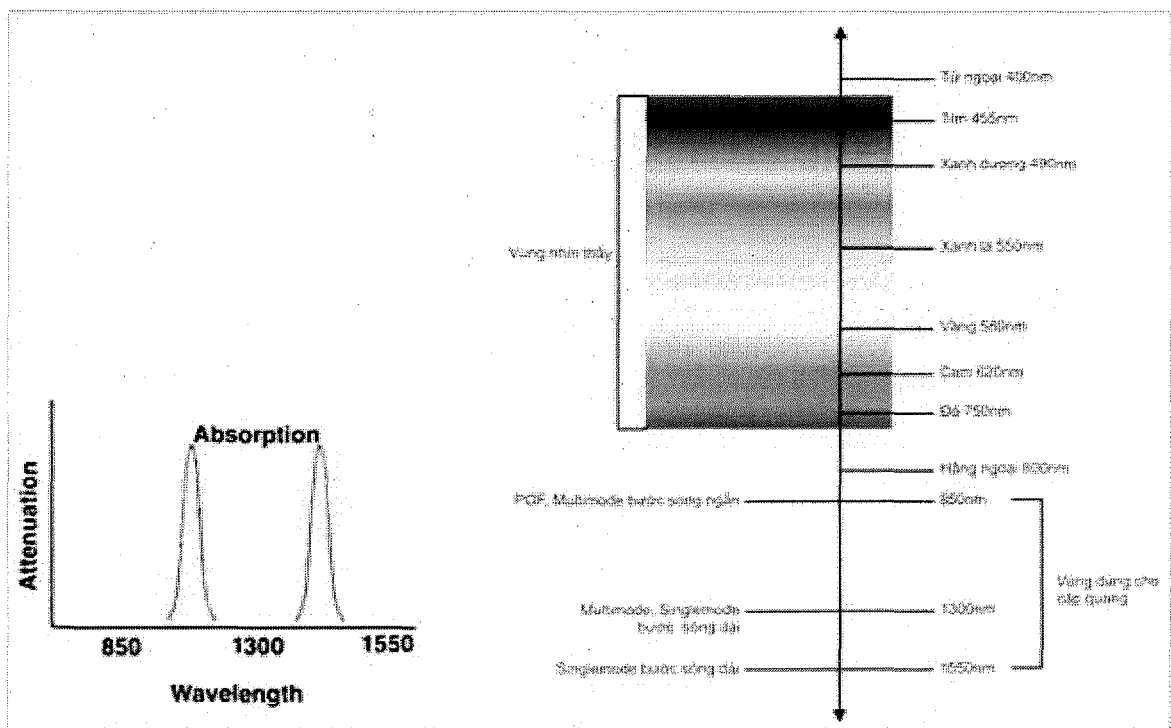
Suy hao quang (Optical loss): lượng công suất quang (optical power) mất trong suốt quá trình truyền dẫn qua cáp quang, điểm ghép nối. Ký hiệu dB

Suy hao phản xạ (Optical Return loss): ánh sáng bị phản xạ tại các điểm ghép nối, đầu nối quang

Suy hao tiếp xúc (Insertion loss): giảm công suất quang ở hai đầu ghép nối. Giá trị thông thường từ 0,2dB - 0,5dB.

Suy hao (Attenuation): mức suy giảm công suất quang trong suốt quá trình truyền dẫn trên một khoảng cách xác định. Ký hiệu dB/km. Ví dụ, với cáp quang Multimode ở bước sóng 850nm suy giảm 3dB/km, trong khi ở bước sóng 1300nm chỉ suy giảm 1dB/km. Cáp quang Singlemode: suy giảm 0,4dB/km ở 1310nm, 0,3dB/km ở 1550nm. Đầu nối (connector) suy giảm 0,5dB/cặp đầu nối. Điểm ghép nối (splice) suy giảm 0,2 dB/điểm

Bước sóng (Wavelength): là chu kỳ di chuyển của sóng điện từ. Ký hiệu nm (nanometer). Ánh sáng chúng ta nhìn thấy được có wavelength từ 400nm đến 700nm (màu tím đến màu đỏ). Cáp quang sử dụng ánh sáng nằm trong vùng hồng ngoại có wavelength lớn hơn wavelength mà ta nhìn thấy – trong khoảng 850nm, 1300nm và 1550nm. Các bước sóng truyền dẫn quang được xác định dựa trên hai yếu tố nhằm khắc phục tình trạng suy hao do năng lượng và vật liệu truyền dẫn: các bước sóng nằm trong vùng hồng ngoại và các bước sóng không nằm trong vùng hấp thụ, cản trở năng lượng ánh sáng truyền dẫn (absorption) do tạp chất lẫn trong cáp quang từ quá trình sản xuất

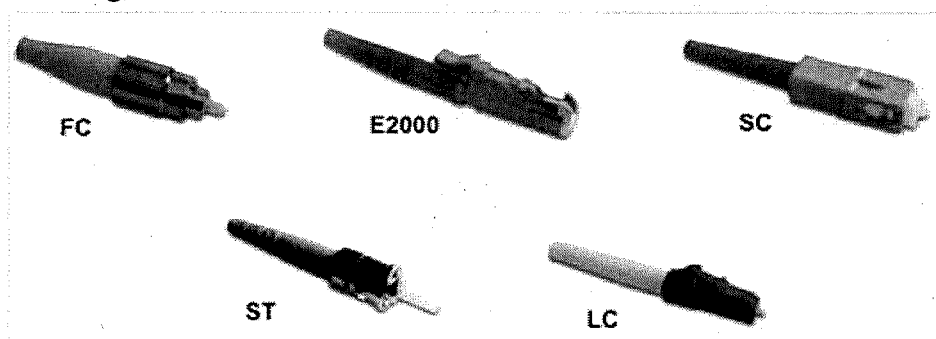


Hình 11

Vậy vì sao chúng ta không sử dụng các bước sóng dài hơn? Bước sóng hồng ngoại là sự chuyển tiếp giữa ánh sáng và nhiệt. Bước sóng dài hơn, nhiệt xung quang càng nóng hơn, tín hiệu nhiễu loạn nhiều hơn. Do đó, thường POF có bước sóng 650nm, 850nm. GOF với Multimode hoạt động ở 850nm và 1300nm, Singlemode ở 1310nm, 1550nm. Giữa hai bước sóng 1300nm và 1310nm không khác biệt nhau, chỉ là cách qui ước để phân biệt sử dụng cáp quang Singlemode hay Multimode

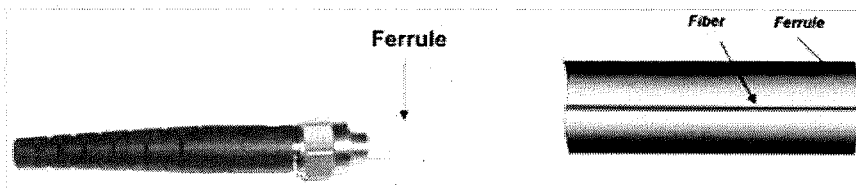
6. Các thiết bị

Đầu nối quang: gồm nhiều thành phần kết hợp lại với nhau, chúng có nhiều kiểu như SC/PC, ST/UPC, FC/APC... Nhưng có hai thành phần bạn cần quan tâm, đó là kiểu đầu nối SC, ST, FC... và điểm tiếp xúc PC, UPC, APC. SC (subscriber connector), ST (straight tip), FC (fiber connector) là các kiểu đầu nối quang có dạng hình vuông, hình tròn...



Hình 12

Bên trong đầu nối là ferrule, giúp bảo vệ và giữ thẳng sợi cáp quang. Ferrule được làm bằng thủy tinh, kim loại, plastic hoặc gốm (ceramic) - trong đó chất liệu gốm là tốt nhất.

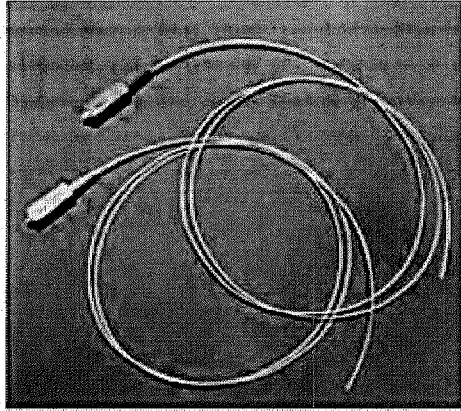


Đỉnh của ferrule được làm nhẵn (polish) với ba dạng điểm tiếp xúc chính PC (Physical Contact), UPC (Ultra Physical Contact) và APC (Angled Physical Contact), giúp đảm bảo chỗ ghép nối có ít ánh sáng bị mất hoặc bị phản xạ nhất.

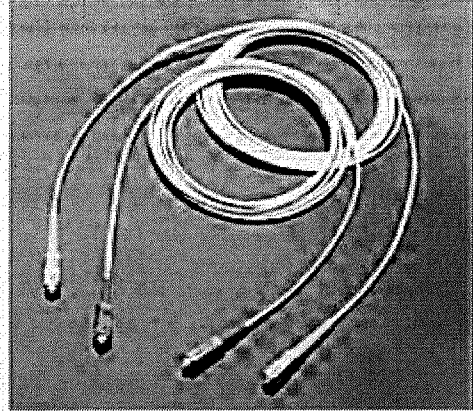
Dạng PC được vạt cong, sử dụng với các kiểu đầu nối FC, SC, ST. PC, có giá trị suy hao phản xạ (optical return loss) là 40dB. Vì giá trị này khá cao, nên đã thúc đẩy các nhà sản xuất tiếp tục tìm kiếm các giải pháp tốt hơn. UPC là giải pháp tiếp theo, nó cũng được vạt cong như PC nhưng giảm return loss hơn. UPC có giá trị return loss 50dB. UPC dùng với các đầu nối FC, SC, ST, DIN, E2000. APC được vạt chéo 8 độ, loại bỏ hầu hết sự phản xạ ở điểm ghép nối và có giá trị return loss 60dB. Bạn nên lưu ý là khi đọc các thông số kỹ thuật quang đề cập mức suy hao có thể làm bạn dễ hiểu sai về dấu “+” và “-“. Chẳng hạn, với kết quả tính toán, đo đặc mức độ suy hao là -40dB. Trên thông số kỹ thuật có thể viết giá trị suy hao (loss values) là 40dB hoặc số đo mức phản xạ là -40dB hay độ lợi (gain) là -40dB. Tất cả đều như nhau, do đó bạn cần chú ý cách viết để tránh hiểu sai.

7. Kết nối

Để đấu nối cáp quang vào bảng đấu dây (patch panel) hoặc vào các cổng vào/ra (input/output) trên các thiết bị truyền nhận quang, người ta thường sử dụng dây nối quang một đầu có sẵn đầu nối (pigtail) hoặc cả hai đầu có sẵn đầu nối (patchcord).



Hình 7

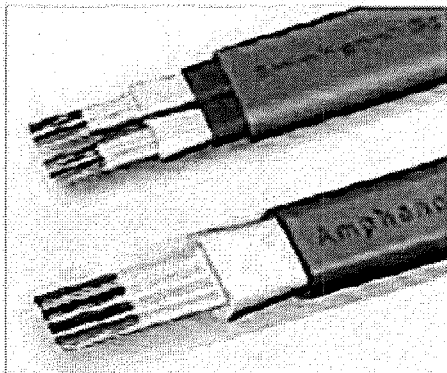


Hình 8

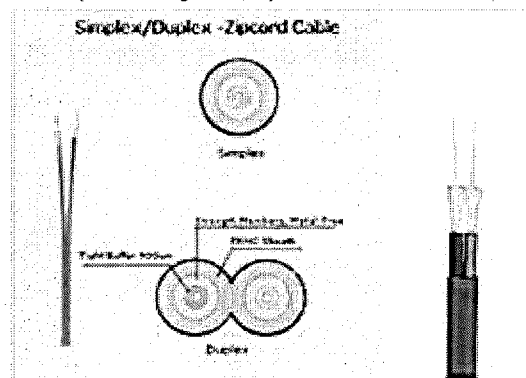
Một số loại cáp quang:

Ribbon: cáp quang dạng ruy-băng, chứa nhiều sợi quang bên trong. Hình 9

Zipcord: hai sợi quang có vỏ ngoài liền nhau (như dây điện). Hình 10



Hình 9



Hình 10

Bất kỳ giao tiếp quang nào cũng bao gồm 3 thành phần: nguồn phát, vật truyền dẫn trung gian (cáp quang) và nguồn thu. Nguồn phát sẽ chuyển đổi tín hiệu điện tử thành ánh sáng và truyền dẫn qua cáp quang. Nguồn thu chuyển đổi ánh sáng thành tín hiệu điện tử. Có hai loại nguồn phát là laser và LED. Laser

ít tán sắc, cho phép truyền dẫn dữ liệu tốc độ nhanh, khoảng cách xa (trên 20km), dùng được cho cả Singlemode và Multimode nhưng chi phí cao, khó sử dụng. LED tán sắc nhiều, truyền dẫn tốc độ chậm hơn, bù lại chi phí thấp, dễ sử dụng, thường dùng cho cáp quang Multimode. LED dùng cho hệ thống có khoảng cách ngắn hơn, có thể sử dụng cho cả sợi quang thủy tinh, sợi quang plastic.

8. Ưu điểm của cáp quang

- Mỏng hơn - Cáp quang được thiết kế có đường kính nhỏ hơn cáp đồng.
- Dung lượng tải cao hơn - Bởi vì sợi quang mỏng hơn cáp đồng, nhiều sợi quang có thể được bó vào với đường kính đã cho hơn cáp đồng. Điều này cho phép nhiều kênh đi qua cáp của bạn.
- Suy giảm tín hiệu ít - Tín hiệu bị mất trong cáp quang ít hơn trong cáp đồng.
- Tín hiệu ánh sáng - Không giống tín hiệu điện trong cáp đồng, tín hiệu ánh sáng từ sợi quang không bị nhiễu với những sợi khác trong cùng cáp. Điều này làm cho chất lượng tín hiệu tốt hơn.
- Sử dụng điện nguồn ít hơn - Bởi vì tín hiệu trong cáp quang giảm ít, máy phát có thể sử dụng nguồn thấp hơn thay vì máy phát với điện thế cao được dùng trong cáp đồng.
- Tín hiệu số - Cáp quang lý tưởng thích hợp để tải thông tin dạng số mà đặc biệt hữu dụng trong mạng máy tính.
- Không cháy - Vì không có điện xuyên qua Cáp quang, vì vậy không có nguy cơ hỏa hoạn xảy ra.

9. Nhược điểm

- Nối cáp khó khăn, dây cáp dẫn càng thẳng càng tốt.
- Chi phí - Chi phí hàn nối và thiết bị đầu cuối cao hơn so với cáp đồng.

Bài 6: MODBUS

1. Giới thiệu tổng quan

Vài chuẩn truyền thông vừa nổi lên. Không vì chúng được đẩy bởi một nhóm lớn các nhà cung cấp hay một tổ chức chuẩn đặc biệt. Các chuẩn này—giống *Modbus interface*—nổi lên vì chúng tốt, đơn giản để thực hiện và do đó được đáp ứng bởi các nhà sản xuất. Vì điều này, *Modbus* trở thành chuẩn fieldbus được chấp nhận rộng rãi.

Modbus bắt nguồn trong cuối những năm 70 thế kỷ trước. Năm 1979 khi nhà sản xuất PLC Modicon—giờ là tập đoàn Schneider Electric's Telemecanique—phát hành giao diện truyền thông Modbus cho mạng multidrop dựa trên kiến trúc master/client. Truyền thông giữa các Modbus node có được bằng các thông điệp. Nó là một chuẩn mở mà được mô tả bằng cấu trúc thông điệp. Tầng vật lý của Modbus interface là tự do chọn lựa. Modbus interface ban đầu chạy trên RS-232, nhưng các thực hiện Modbus sau nhất dùng RS-485 vì nó cho phép khoảng cách lớn, tốc độ cao và khả năng của một mạng multi-drop thực sự. Trong thời gian ngắn hàng trăm nhà sản xuất thực hiện hệ thống thông điệp Modbus trong thiết bị của họ và Modbus trở thành chuẩn de facto cho các mạng truyền thông công nghiệp.

Điều tốt của chuẩn Modbus là sự linh hoạt, và sự dễ thực hiện của nó. Không chỉ các thiết bị thông minh như các microcontroller, PLC ... có thể truyền thông với Modbus, mà còn các sensor thông minh trang bị Modbus interface gửi data của chúng đến các host system. Trong khi Modbus được chinh chính trước đây trên các đường truyền thông dây dẫn, cũng có các mở rộng cho các chuẩn truyền thông không dây và các mạng TCP/IP

2. Cấu trúc giao thức Modbus

Giao diện truyền thông Modbus được dựng quanh các thông điệp. Định dạng của các thông điệp Modbus này phụ thuộc vào kiểu của giao diện vật lý được dùng. Trên RS232 đơn giản cũ là các thông điệp tương tự như được dùng trên *Modbus/TCP* qua ethernet. Điều này cho định nghĩa Modbus interface một sức sống lâu dài. Protocol tương tự có thể được dùng không quan tâm kiểu kết nối. Vì điều này, Modbus cho khả năng dễ dàng nâng cấp cấu trúc phần cứng của mạng công nghiệp, không cần thay đổi lớn trong phần mềm. Một thiết bị cũng có thể truyền thông với vài Modbus node một lúc, dù chúng được nối với các kiểu giao diện khác nhau, không cần dùng protocol khác cho mỗi kết nối.

Trên các giao diện đơn giáng giống RS485 hay RS232, các thông điệp Modbus được gửi theo dạng đơn giản trên mạng. Trong trường hợp này mạng được đề tặng cho Modbus. Khi các hệ thống mạng linh hoạt hơn như TCP/IP qua ethernet, các thông điệp Modbus như nhúng trong các gói với định dạng cần thiết cho giao diện vật lý. Trong trường hợp đó Modbus và các kiểu kết nối khác có thể cùng tồn tại ở cùng giao diện vật lý ở cùng lúc. Mặc dù cấu trúc thông điệp

Modbus chính là *peer-to-peer*(ngang hàng), Modbus có thể chức năng thành cả mạng *point-to-point* và *multidrop*.

Mỗi thông điệp Modbus có cùng cấu trúc. Bốn thành phần cơ bản có mặt trong mỗi thông điệp. Cuối các thành phần này là giống nhau cho tất cả thông điệp, để làm nó dễ dàng để phân giải nội dung của Modbus message. Một hội thoại luôn được bắt đầu bởi một master trong mạng Modbus. Modbus master gửi một message và—phụ thuộc vào nội dung của message—slave tác động và đáp ứng với nó. Có thể có nhiều master trong một Modbus network. Địa chỉ trong message header được dùng để định nghĩa device mà sẽ đáp ứng với message. Tất cả các node trong Modbus network bỏ qua message nếu address field không thỏa mãn address riêng của chúng.

Cấu trúc Modbus message	
Trường	Mô tả
Device address	Địa chỉ của receiver
Function code	Mã định nghĩa kiểu message
Data	Data block với thông tin phụ
Error check	Giá trị số kiểm tra để kiểm tra lỗi truyền thông

3. Các mã chức năng Modbus

Tham số thứ hai trong mỗi Modbus message là mã chức năng. Cái này định nghĩa kiểu message và kiểu hành động được đòi hỏi bởi slave. Tham số này chứa một byte thông tin. Trong *Modbus/ASCII* điều này được mã với hai ký tự hexadecimal, trong *Modbus/RTU* một byte được dùng. Các mã chức năng hợp lệ trong khoảng 1..255. Không phải tất cả Modbus device nhận biết cùng tập mã chức năng. Các mã chung nhất được thảo luận ở đây.

Bình thường, khi một Modbus slave trả với đáp ứng, nó dùng cùng mã chức năng trong request. Tuy nhiên, khi một error được dò, bit cao nhất của mã chức năng được bật lên. Theo cách đó master có thể thấy khác biệt giữa đáp ứng thành công và thất bại.

Các mã chức năng Modbus phổ biến	
Mã	Mô tả
01	Đọc trạng thái coil
02	đọc trạng thái input
03	Đọc các holding register
04	Đọc các input register
05	Tác động một coil
06	Đặt lại một register
07	Đọc trạng thái ngoại lệ
15	Tác động nhiều coil
16	Đặt lại nhiều register
17	Báo cáo slave ID

Chức năng 01: Đọc trạng thái coil

Trong ngôn ngữ Modbus, một coil là một giá trị output rời rạc. Chức năng Modbus 01 có thể được dùng để đọc trạng thái của một output. Chỉ có thể truy vấn một device ở một thời điểm. Địa chỉ Broadcast được hỗ trợ chức năng Modbus này. Chức năng này có thể được dùng để request trạng thái của các coil khác nhau một lúc. Điều này được làm bởi định nghĩa một dải output trong trường data của message.

Cấu trúc truy vấn chức năng 01		
Byte	Giá trị	Mô tả
1	1...247	Địa chỉ thiết bị Slave
2	1	Mã chức năng
3	0...255	Địa chỉ bắt đầu, byte cao
4	0...255	Địa chỉ bắt đầu, byte thấp
5	0...255	Số các coil, byte cao
6	0...255	Số các coil, byte thấp
7(...8)	LRC/CRC	Giá trị kiểm tra Error

Khi nhận một Modbus query message có chức năng 01, slave thu thập các giá trị output cần thiết và dựng một answer message. Chiều dài của message này phụ thuộc vào số các value mà phải được trả về. Nhìn chung, khi giá trị N được yêu cầu, một số $((N+7) \bmod 8)$ byte là cần thiết để lưu các giá trị này. Số thực sự các databyte trong datablock được đặt trong byte đầu tiên của data field. Do đó cấu trúc chung của answer cho Modbus function 01 query là:

Cấu trúc trả lời Function 01		
Byte	Giá trị	Mô tả
1	1...247	Địa chỉ Slave device
2	1	Function code
3	0...255	Số các data byte N
4...N+3	0...255	Bit pattern của các giá trị coil
N+4(...N+5)	LRC/CRC	Giá trị kiểm tra Error

Function 02: Đọc trạng thái input

Đọc các giá trị input với Modbus được làm theo cùng cách như đọc trạng thái các coil. Khác biệt duy nhất là cho các input Modbus function 02 được dùng. Broadcast addressing mode không được hỗ trợ. Bạn có thể chỉ query giá trị các input chỉ trên một device ở một lúc. Giống với các coil, địa chỉ của input đầu tiên, và số các input để đọc phải được đặt trong data field của query message. Các Input trên các device bắt đầu đánh số từ 10001. Giá trị địa chỉ này tương đương địa chỉ 0 trong Modbus message.

Cấu trúc query Function 02		
Byte	Value	Mô tả
1	1...247	Địa chỉ thiết bị Slave
2	2	Function code
3	0...255	Địa chỉ bắt đầu, byte cao
4	0...255	Địa chỉ bắt đầu, byte thấp
5	0...255	Số các input, byte cao
6	0...255	Số các input, byte thấp
7(...8)	LRC/CRC	Error check value

Sau khi nhận một query message có Modbus function **02**, slave đặt các giá trị input được yêu cầu trong một message structure và gửi message này trở lại Modbus master. Chiều dài của message phụ thuộc vào số các giá trị input trả về. Điều này làm cho chiều dài của output message thay đổi. Số các databyte trong data field mà chứa các giá trị input được chuyển như byte đầu tiên trong data field. Mỗi message trả lời Modbus có cấu trúc chung sau.

Cấu trúc trả lời Function 02		
Byte	Value	Mô tả
1	1...247	Địa chỉ thiết bị Slave
2	2	Function code
3	0...255	Số các data byte N
4...N+3	0...255	Bit pattern of input values
N+4(...N+5)	LRC/CRC	Error check value

Function 03: Đọc các holding register

Các giá trị bên trong một Modbus device được lưu trong các holding register. Các register này có chiều rộng hai byte và có thể được dùng cho các mục đích khác nhau. Vài register chứa các tham số cấu hình trong khi những cái khác được dùng cho các giá trị đo lường được trả về (nhiệt độ ...) cho host. Các Register trong thiết bị tương thích Modbus bắt đầu đếm ở **40001**. Chúng được đánh địa chỉ trong cấu trúc thông điệp Modbus với địa chỉ bắt đầu ở **0**. Modbus function **03** được dùng để yêu cầu một hay nhiều giá trị thanh ghi holding từ một device. Chỉ một slave device có thể được đánh địa chỉ trong một query đơn. Các query Broadcast với function **03** không được hỗ trợ.

Cấu trúc query Function 03		
Byte	Value	Mô tả
1	1...247	Slave device address
2	3	Function code
3	0...255	Starting address, high byte
4	0...255	Starting address, low byte
5	0...255	Number of registers, high byte
6	0...255	Number of registers, low byte
7(...8)	LRC/CRC	Error check value

Sau khi xử lý query, Modbus slave trả về các giá trị 16 bit của các holding register được yêu cầu. Vì kích thước các holding registers, mọi register được mã với hai byte trong message trả lời. Data byte đầu tiên chứa byte cao, và cái thứ hai byte thấp của register. Thông điệp trả lời Modbus bắt đầu với địa chỉ thiết bị slave và function code **03**. Byte tiếp là số các data byte theo sau. Giá trị này là gấp đôi số register được trả về. Một kiểm tra lỗi được mở rộng cho host để kiểm tra có lỗi truyền thông xuất hiện hay không.

4. Các chế độ truyền thông nối tiếp Modbus: Modbus/ ASCII và Modbus/ RTU

Các kết nối Modbus serial có thể dùng hai chế độ truyền cơ bản, **ASCII** hay **RTU**, *remote terminal unit*. Chế độ truyền theo truyền thông serial định nghĩa cách các Modbus message được mã. Với *Modbus/ASCII*, các message ở định dạng ASCII có thể đọc. Định dạng *Modbus/RTU* dùng mã nhị phân làm thông điệp không thể đọc khi đang giám sát, nhưng giảm kích thước mỗi thông điệp mà cho phép nhiều data trao đổi trong cùng một thời gian. Tất cả node trên một phân đoạn mạng Modbus phải có cùng mode truyền serial. Một thiết bị được cấu hình dùng *Modbus/ASCII* không thể hiểu các message theo *Modbus/RTU* và ngược lại.

Khi dùng *Modbus/ASCII*, tất cả message được mã theo các giá trị hexadecimal, được biểu diễn theo các ký tự ASCII khả đọc. Chỉ các ký tự **0...9** và **A...F** được dùng để mã. Với mọi byte của thông tin, hai truyền thông byte được cần, vì mọi truyền thông byte có thể chỉ định nghĩa 4 bit theo hệ hexadecimal. Với *Modbus/RTU* data được trao đổi theo định dạng nhị phân, trong đó mỗi byte của thông tin được mã theo truyền thông một byte.

Các thông điệp Modbus trên các kết nối serial không được gửi theo một định dạng phẳng. Chúng được frame cho các receiver một cách dễ dàng để dò bắt đầu và kết thúc message. Khi dùng *Modbus/ASCII*, các ký tự được dùng để bắt đầu và kết thúc frame. Dấu colon ':' được dùng để báo hiệu bắt đầu của message và mỗi message được kết thúc bằng một kết hợp CR/LF. *Modbus/RTU* mặt khác dùng các khe thời gian lặng trên đường truyền thông để frame. Mỗi message phải được tuân tự theo một khe thời gian có độ dài tối thiểu **3.5** ký tự. Nếu một receiver dò một khe tối thiểu **1.5** ký tự, nó cho rằng một message mới đang đến và bộ đệm nhận được làm sạch. Thuận lợi chính của *Modbus/ASCII* là, nó cho phép các khe giữa các byte của một message có độ dài tối đa 1 giây. Với *Modbus/RTU* nó cần nhận mỗi message như một stream liên tục.

Các thuộc tính của Modbus/ASCII và Modbus/RTU				
	Modbus/ASCII		Modbus/RTU	
Ký tự	ASCII 0...9 and A..F		Binary 0...255	
Error check	LRC Longitudinal Redundancy Check		CRC Cyclic Redundancy Check	
Frame start	character ':'		3.5 chars silence	
Frame end	characters CR/LF		3.5 chars silence	
Các Gap trong message	1 sec		1.5 times char length	
Start bit	1		1	
Data bits	7		8	
Parity	even/odd	none	even/odd	none
Stop bits	1	2	1	2

5. Định chỉ Modbus

Thông tin đầu tiên trong mỗi Modbus message là địa chỉ của receiver. Parameter này chứa một byte thông tin. Trong *Modbus/ASCII* nó được mã thành hai ký tự hexadecimal, trong *Modbus/RTU* một byte được dùng. Các địa chỉ hợp lệ trong dải 0..247. Các giá trị 1..247 được gán cho các thiết bị Modbus cụ thể và 0 được dùng như địa chỉ broadcast. Các Message được gửi sau sẽ được nhận bởi tất cả slave. Một slave luôn đáp ứng với một Modbus message. Khi đáp ứng nó dùng cùng địa chỉ như master trong request đó. Theo cách này master có thể thấy device thực sự đáp ứng với request.

Bên trong một Modbus device, các holding register, các input và các output được gán một số giữa 1 và 10000. Một sẽ mong đợi, rằng cùng địa chỉ được dùng trong các Modbus message để đọc hay đặt các giá trị. Rủi thay đây không phải là trường hợp này. Trong các Modbus message các địa chỉ được dùng với giá trị giữa 0 và 9999. Nếu bạn muốn đọc giá trị của output (coil) 18 ví dụ, bạn phải chỉ định giá trị 17 trong Modbus query message. Nhiều bối rối hơn, là cho input và các holding register một offset phải được trừ từ địa chỉ device để lấy địa chỉ thích hợp để đặt vào Modbus message structure. Điều này dẫn đến các lỗi phổ biến và nên được quan tâm khi thiết kế ứng dụng với Modbus. Bảng sau trình bày các dải địa chỉ cho các coil, các input và các holding register và cách địa chỉ trong Modbus message được tính ho trước địa chỉ thực của item trong slave device.

Device and Modbus address ranges		
Device address	Modbus address	Description
1...10000*	address - 1	Coils (outputs)
10001...20000*	address - 10001	Inputs
40001...50000*	address - 40001	Holding registers

* Các giá trị cực đại là phụ thuộc thiết bị

Bài 7: MẠNG AS-i

1. Giới thiệu

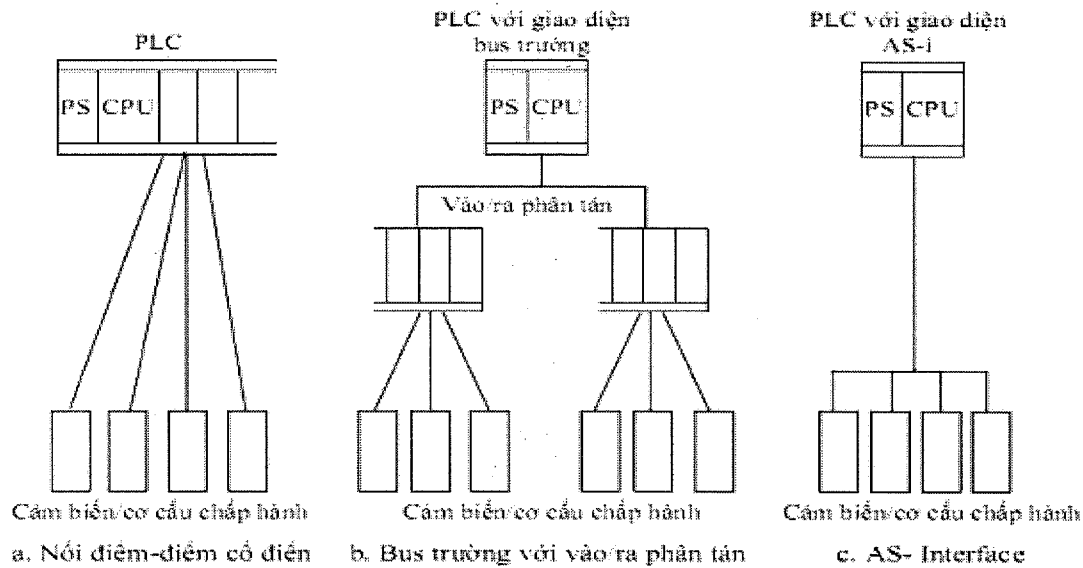
AS - i (Actuator Sensor Interface) là kết quả phát triển hợp tác của 11 hãng sản xuất các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành có tên tuổi trong công nghiệp, trong đó có Siemens AG, Festo KG, Pepperl & Fuchs GmbH. Như tên gọi của nó phần nào diễn tả, mục đích sử dụng duy nhất của AS - i là kết nối các thiết bị cảm biến và chấp hành số với cấp điều khiển. Từ một thực tế là hơn 80% cảm biến và cơ cấu chấp hành trong một hệ thống máy móc làm việc với các biến logic, cho nên việc nối mạng chúng trước phải đáp ứng được yêu cầu về giá thành cũng như lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng đơn giản. Vì thế, các tính năng kỹ thuật được đặt ra là:

- Khả năng đồng tải nguồn, tức dữ liệu và dòng nuôi cho toàn bộ các cảm biến và một phần lớn các cơ cấu chấp hành phải được truyền tải trên cùng một cáp hai dây
- Phương pháp truyền phải thật bền vững trong môi trường công nghiệp nhưng không đòi hỏi cao về chất lượng đường truyền
 - Cho phép thực hiện cấu trúc mạng đường thẳng cũng như hình cây
 - Các thành phần giao diện mạng có thể thực hiện với giá cả rất thấp
 - Các bộ nối phải nhỏ, gọn, đơn giản và giá cả rất hợp lý

Với các hệ thống bus đã có, các yêu cầu trên chưa được đáp ứng một cách thoả đáng. Đó chính là động lực cho việc hợp tác phát triển hệ bus mới AS - i. Thế mạnh của AS - i là sự đơn giản trong thiết kế, lắp đặt và bảo dưỡng cũng như giá thành thấp, nhờ một phương pháp truyền thông đặc biệt cũng như một kỹ thuật điện cơ mới.

Hình 3.26 minh họa mạng thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành sử dụng AS - i đối chiếu với các phương pháp khác. Hình bên trái là cách nối dây điểm - điểm cổ điển, trong đó một bộ điều khiển như PLC đóng vai trò là nút trung tâm trong cấu trúc hình sao. Việc thay thế cách ghép nối cổ điển này bằng một hệ thống bus để có thể thực hiện theo hai phương pháp sau:

- Sử dụng bus trường nối PLC với các thiết bị vào/ra phân tán (b)
- Sử dụng một hệ thống bus như AS - i nối PLC trực tiếp với các cảm biến và cơ cấu chấp hành (a).



Hình 3.23: Ghép nối cảm biến và cơ cấu chấp hành số với AS-i

2. Lớp vật lý

Kiến trúc giao thức của AS - i phản ánh đặc điểm của các hoạt động giao tiếp giữa một bộ điều khiển với các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành số là hạn chế ở việc trao đổi dữ liệu thuần túy và lượng dữ liệu trao đổi rất nhỏ. Để nâng cao hiệu suất và đơn giản hoá việc thực hiện các vi mạch, toàn bộ việc xử lý giao thức được gói gọn chỉ trong lớp 1 (lớp vật lý) theo mô hình OSI.

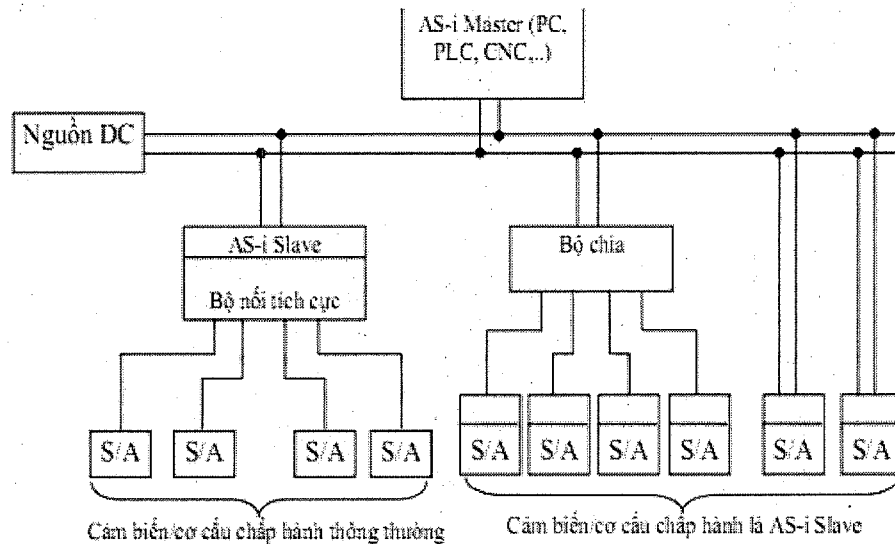
Trong phạm vi lớp vật lý, AS - i đưa ra một phương pháp mã hoá bit hoàn toàn mới để thích hợp với đường truyền 2 dây đồng tải nguồn và không dựa vào chuẩn truyền dẫn RS - 485 thông dụng ở các hệ thống bus khác. Bên cạnh quy định về giao diện vật lý của các thành phần mạng chức năng điều khiển truy nhập bus và bảo toàn dữ liệu cũng được thực hiện ở lớp 1. Như một số hệ thống bus cấp thấp khác AS - i sử dụng phương pháp chủ/tớ thuần túy để điều khiển truy nhập bus. Trong khi đó, chức năng bảo toàn dữ liệu lại dựa vào phương pháp bit chẵn lẻ kết hợp với cách mã hoá bit, như sẽ được trình bày trong một mục sau

3. Cấu trúc mạng và cáp truyền

Cấu trúc một mạng AS - i có thể lựa chọn tùy ý theo yêu cầu kỹ thuật cũng như đặc điểm vị trí và phạm vi đi dây, vì thế việc thiết kế cấu hình và thực hiện dự án trở nên dễ dàng. Ví dụ, có thể chọn cấu trúc đường thẳng (daisy - cha in hoặc trunk - line/drop - line), hoặc cấu trúc cây như một mạng cung cấp điện bình thường. Các thành viên tham gia có thể được phân bố đều trên đường truyền, hoặc có thể sắp xếp theo nhóm và ghép nối qua đường trục hoặc đường nhánh. Không giống như các hệ thống khác có cấu trúc bus, AS - i không yêu cầu sử dụng trở đầu cuối.

Trong một mạng AS - i có một trạm chủ duy nhất đóng vai trò kiểm soát toàn bộ hoạt động giao tiếp trong mạng, như được minh họa trên hình 3.27. Trạm chủ này có thể là một máy tính điều khiển như PLC, PC hay CNC, hoặc có thể là

một bộ nối bus trong trường (fieldbus coupler). Trong trường hợp trạm chủ là một bộ nối bus trường, nó có nhiệm vụ chuyển đổi giao thức giữa một đoạn bus trường (ví dụ PROFIBUS -DP) với mạng AS - i. Các trạm tớ còn lại có thể là một module tích cực ghép nối với tối đa 4 bộ cảm biến hoặc cơ cấu chấp hành thông thường, hoặc chính là một cảm biến/cơ cấu chấp hành có tích hợp giao diện AS - i (trạm tớ) được nối trực tiếp hay qua một bộ chia với đường truyền.



Hình 3.24: Nguyên tắc ghép nối thiết bị trong một hệ AS-i

Chiều dài tổng cộng của cáp truyền cho phép tối đa là 100 met. Với các khoảng cách lớn hơn, cần sử dụng các bộ lặp (repeater) hoặc bộ mở rộng (extender). Số trạm tớ tối đa trong một mạng là 31, tương ứng với tối đa 124 thiết bị (mỗi trạm tớ ghép nối được tối đa 4 thiết bị). Có nghĩa là, thực hiện truyền hai chiều sẽ cho phép một trạm quản lý tối đa 124 kênh vào số và 124 kênh ra số. Tốc độ truyền được quy định là 167 kb it/s tương đương với thời gian bit là 6 μ s. Về cáp truyền. AS - i quy định hai loại là cáp dẫn điện thông thường (cáp tròn) và cáp AS - i đặc biệt (cáp dẹt). Trong khi cáp tròn thông thường dễ kiếm và giá thành thấp, thì loại cáp dẹt có ưu điểm là dễ lắp đặt. Đường kính lõi dây phải là 1.5mm để đáp ứng yêu cầu cung cấp dòng một chiều tối thiểu 2A (24V DC).

4. Cơ chế giao tiếp

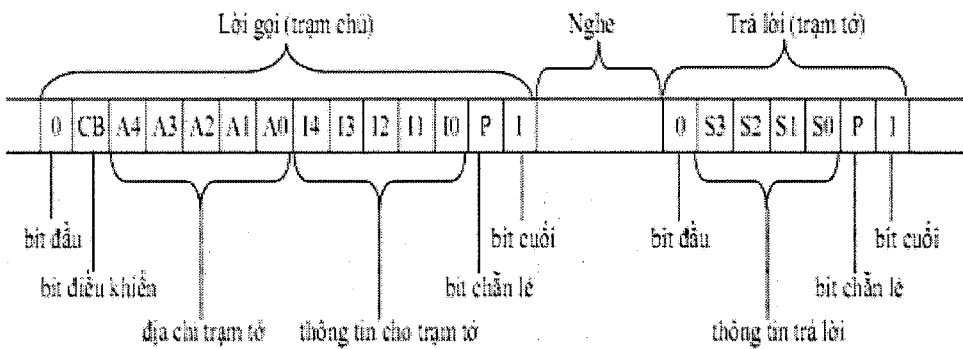
AS - i hoạt động theo cơ chế giao tiếp chủ - tớ. Trong một chu kỳ bus, trạm chủ thực hiện trao đổi với mỗi trạm tớ một lần theo phương pháp hỏi tuần tự (polling). Trạm chủ gửi một bức điện có chiều dài 14 bit, trong đó có chứa 5 bit địa chỉ trạm tớ và 5 bit thông tin (dữ liệu đầu ra hoặc mã gọi hàm) chờ đợi trạm tớ này trả lời nội trong một khoảng thời gian được định nghĩa trước. Bức điện trả lời của các trạm tớ có chiều dài 7 bit, trong đó có 4 bit thông tin (dữ liệu đầu vào hoặc kết quả thực hiện hàm). Vì khoảng cách truyền dẫn tương đối nhỏ, trong khi tốc độ truyền cố định là 167kbit/s nên thời gian một chu kỳ bus phụ thuộc hoàn toàn vào số lượng trạm tớ ghép nối. Tuy tốc độ truyền không lớn, nhưng thời gian một chu kỳ bus tối đa được đảm bảo không lớn hơn 5ms (với 31 trạm tớ).

Cơ chế giao tiếp chủ - tớ của AS - i một mặt cho phép thực hiện vi mạch ghép nối cho các trạm tớ rất đơn giản, dẫn đến giá thành thực hiện thấp, mặt khác tạo ra độ linh hoạt của hệ thống. Trong trường hợp xảy ra sự cố nhất thời trên bus, trạm chủ có thể gửi lại riêng từng bức điện mà nó không nhận được trả lời, chứ không cần thiết phải chờ lặp lại cả một chu trình.

Bên cạnh các bức điện dữ liệu định kỳ, trạm chủ cũng có thể gửi kèm các thông báo khác mà không gây ảnh hưởng đáng kể tới thời gian chu kỳ bus. Trong tổng cộng 9 loại thông báo có hai loại phục vụ truyền dữ liệu và tham số, hai loại dùng để đặt địa chỉ trạm tớ, năm loại được sử dụng để nhận dạng và xác định trạng thái các trạm tớ.

5. Cấu trúc bức điện

Các bức điện của AS - i được xây dựng trên nguyên tắc đơn giản, giảm thiểu các thông tin bổ trợ để tăng hiệu suất sử dụng đường truyền. Thực tế, tất cả các bức điện gửi từ trạm chủ (thuật ngữ AS - i: lời gọi) có chiều dài cố định là 14 bit và tất cả các bức điện đáp ứng từ các trạm tớ (thuật ngữ AS - i: trả lời) đều có chiều dài cố định là 7 bit. Cấu trúc của chúng được minh họa trên hình 3.29



Hình 3.25: Cấu trúc bức điện AS-i

Giữa lời gọi của trạm chủ và trả lời của trạm tớ cần một khoảng thời gian nghỉ dài từ 3 đến 8 thời gian bit. Bit điều khiển trong phần đầu lời gọi của trạm chủ ký hiệu loại thông báo dữ liệu, tham số, địa chỉ hoặc lệnh gọi. AS-i phân biệt 9 loại lệnh gọi được minh họa trên hình 3.30.

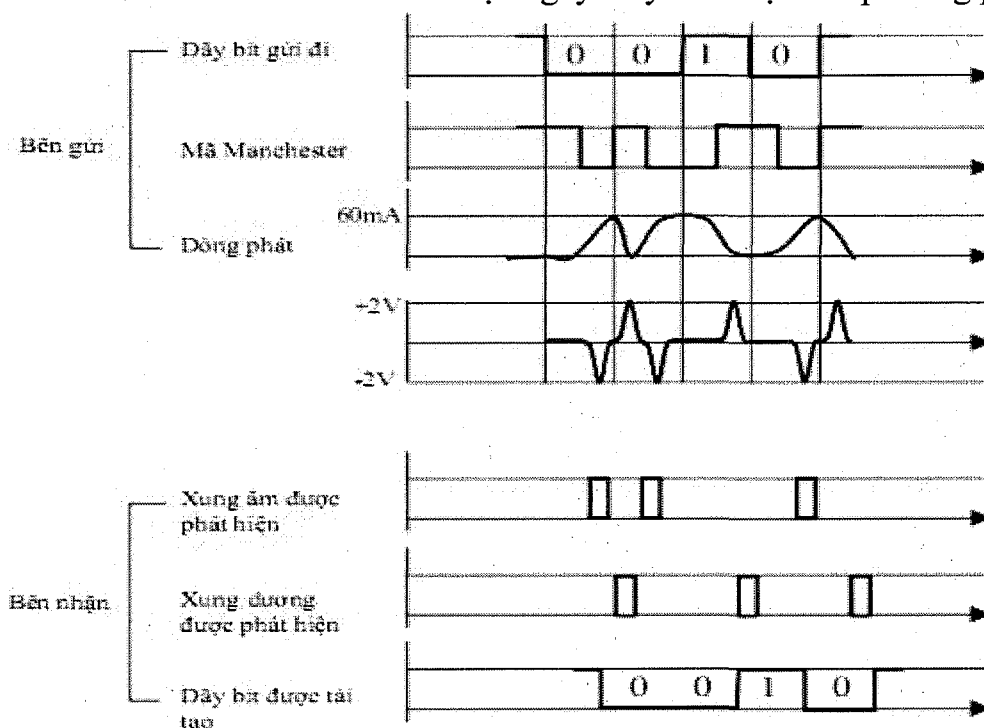
Trao đổi dữ liệu	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	0	D3	D2	D1	D0	P	1
Đặt tham số	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	0	P3	P2	P1	P0	P	1
Đặt địa chỉ	0	0	0	0	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	P	1
Reset trạm tớ	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	1	1	1	0	0	P	1
Xóa địa chỉ mặc định	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	0	0	0	0	0	P	1
Đọc cấu hình vào/ra	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	1	0	0	0	0	P	1
Đọc mã cần cước	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	1	0	0	0	1	P	1
Đọc trạng thái	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	1	1	1	1	0	P	1
Đọc và xóa trạng thái	0	1	A4	A3	A2	A1	A0	1	1	1	1	1	P	1

Cấu trúc các lệnh gọi từ trạm chủ AS-i

6. Mã hoá bit

Trong việc lựa chọn một phương pháp mã hoá cần chú ý một số yếu tố liên quan tới lĩnh vực ứng dụng cụ thể như khả năng đồng tải nguồn, dải tần tín hiệu mang, thông tin đồng bộ nhịp và khả năng phối hợp kiểm lỗi. Trong khi cáp hai dây sử dụng cho AS-i có đặc tính suy giảm mạnh theo tần số tăng, cũng như độ bức xạ nhiễu trong môi trường công nghiệp cần phải giảm thiểu thì việc hạn chế dải tần của tín hiệu đóng vai trò đặc biệt quan trọng. Bên cạnh đó, do yêu cầu đơn giản và hiệu suất của các bức điện, nên khả năng tự đồng bộ nhịp và phối hợp phát hiện lỗi cũng cần được quan tâm.

Từ các lý do nêu trên, một phương pháp mã hoá bit mới được đưa ra - phương pháp điều chế xung xoay chiều APM (Alternate Pulse Modulation) APM có thể xem như sự kết hợp giữa hai phương pháp AFP (Alternate Flanks Pulse) và mã Manchester. Hình 3.31 minh họa nguyên lý làm việc của phương pháp này.



Hình 3.27: Mã hóa đường truyền AS-i sử dụng phương pháp APM

Một dây bit cần gửi trước hết được biến đổi sang mã Manchester, với mục đích tạo thông tin đồng bộ nhịp và trung hoà sự xuất hiện của các bit 1 và 0. Dòng điện tương ứng từ bộ phát nhờ tác dụng của các cuộn cảm trong mạch cách ly dữ liệu sẽ tạo ra mức tín hiệu điện áp như mong muốn trên đường truyền. Mỗi sườn lên của dòng tạo một xung điện áp âm và ngược lại, mỗi sườn xuống của dòng tạo một xung điện áp dương trên đường truyền. Về phía bên nhận, các xung âm và dương của tín hiệu điện áp sẽ được phát hiện. Dựa vào khoảng cách xuất hiện các xung, bộ thu có thể phân biệt các bit 1 hoặc 0 và tái tạo dây bit nguồn.

Do các xung điện áp được tạo ra có dạng gần giống xung hình sin, có nghĩa là dải tần của tín hiệu rất hẹp và tần số của tín hiệu tương đương với tần số nhịp

bus, tác động bức xạ nhiễu ra bên ngoài được giảm thiểu. Bên cạnh đó, mẫu điện biên đặc biệt của tín hiệu trên đường truyền một mặt giúp bên nhận có thể tái tạo nhịp và mặt khác có thể phát hiện lỗi trong một số trường hợp nhất định. Hơn thế nữa, sự thay đổi tuần tự giữa các xung âm và dương sẽ làm triệt tiêu dòng một chiều ngoài mong muốn, tạo khả năng xếp chồng dòng nuôi cung cấp cho các thiết bị. Có thể nhận thấy, phương pháp này phối hợp được các ưu điểm của mã Manchester và AFP, thoả mãn các yêu cầu như đã bàn trên đây.

7. Bảo toàn dữ liệu

AS - i sử dụng các bức điện rất ngắn và yêu cầu hiệu suất sử dụng các bức điện rất cao, vì vậy không thực hiện chức năng bảo toàn dữ liệu ở lớp 2 như đa số các hệ thống bus khác. Thay vào đó, lớp 1 chịu trách nhiệm hoàn toàn trong việc kiểm tra lỗi, dựa vào bit chẵn/lẻ kết hợp với phương pháp mã hoá bit hợp lý. Trước hết, trong một chu kỳ bit (6 μ s) tín hiệu trên đường truyền được bộ thu lấy mẫu 16 lần. Theo phương pháp điều chế APM mô tả ở phần trên, trong mỗi chu kỳ bit phải có một hoặc hai xung và các xung kế tiếp phải đảo chiều. Chỉ các tín hiệu có dạng này mới được công nhận và giải mã trở lại, ngược lại sẽ được coi là nhiễu và bị loại bỏ. Tiếp theo, mỗi bức điện đều có chiều dài cố định, có bit đầu, bit cuối và được ngăn cách bằng một thời gian nghỉ, vì vậy một số sai lệch nhất định trong tín hiệu cũng sẽ được phát hiện. Cuối cùng, nội dung thông tin sử dụng trong mỗi bức điện (chủ hoặc tớ) được kiểm tra bằng một bit chẵn lẻ.

Mặc dù theo lý thuyết thì khoảng cách Hamming của phương pháp bit chẵn/lẻ chỉ là 2, nhưng tỉ lệ còn lại (xác suất một bức điện bị lỗi không phát hiện được) được đánh giá là rất thấp. Ví dụ, ngay cả khi tỉ lệ bit lỗi là 0.0012 (tức khoảng 200 lỗi/s) thì khoảng cách trung bình giữa hai lần nhiễu của các bức điện trạm chủ lớn hơn 10 năm. Mỗi bức điện bị lỗi sẽ phải gửi lại. Vì lý do các bức điện ngắn nên việc gửi lại các bức điện lỗi chỉ gây ảnh hưởng đáng kể tới thời gian chu kỳ bus khi tỉ lệ lỗi rất lớn. Ví dụ với 31 trạm tớ, trong trường hợp truyền không có lỗi thì trong một chu kỳ bus có 33 bức điện kể cả 2 bức điện thông báo tham số được trao đổi. Thời gian chu kỳ bus sẽ là:

$$33 \times 25 \text{ bit} \times 6\mu\text{s/bit} = 4.95\text{ms}$$

Nếu xuất hiện trung bình một bức điện bị lỗi và phải gửi lại trong mỗi chu kỳ, có nghĩa là vào khoảng 200 lỗi trong một giây, thì chu kỳ bit sẽ kéo dài:

$$34 \times 25 \text{ bit} \times 6\mu\text{s/bit} = 5.1\text{ms}$$

Trong trường hợp mười bức điện bị lỗi phải gửi lại trong kỳ bus sẽ là:

$$43 \times 25 \text{ bit} \times 6 \mu\text{s/bit} = 6.45\text{ms}$$

Bài 8: MẠNG INDUSTRIAL ETHERNET

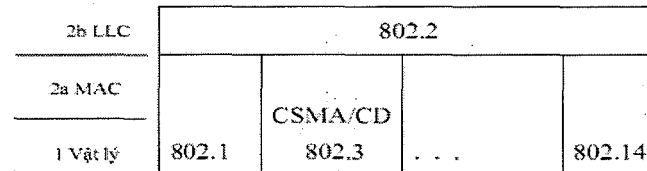
1. Giới thiệu

Ethernet là kiểu mạng cục bộ (LAN) được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Thực chất, Ethernet chỉ là mạng cấp dưới (lớp vật lý và một phần lớp liên kết dữ liệu), vì vậy có thể sử dụng các giao thức khác nhau ở phía trên, trong đó TCP/IP là tập giao thức được sử dụng phổ biến nhất. Tuy vậy, mỗi nhà cung cấp sản phẩm có thể thực hiện giao thức riêng hoặc theo một chuẩn quốc tế cho giải pháp của mình trên cơ sở Ethernet. High speed Ethernet (HSE) của Fieldbus Foundation chính là một trong tám hệ bus trường được chuẩn hoá quốc tế theo IEC 61158.

Ethernet có xuất xứ là tên gọi một sản phẩm của công ty Xerox, được sử dụng đầu tiên vào năm 1975 để nối mạng 100 trạm máy tính với cáp đồng trục dài 1km, tốc độ truyền 2,94mbit/s và áp dụng phương pháp truy nhập bus CSMA/CD. Từ sự thành công của sản phẩm này, Xerox đã cùng DEC và Intel đã xây dựng một chuẩn 10Mbit/s - Ethernet. Chuẩn này chính là cơ sở cho IEEE 802.3u), Ethernet ngày càng đóng một vai trò quan trọng trong các hệ thống công nghiệp. Bên cạnh việc sử dụng cáp đồng trục, đôi dây xoắn và cáp quang, gần đây Ethernet không dây (Wireless LAN, IEEE 802.11) cũng đang thu hút sự quan tâm hơn.

2. Kiến trúc giao thức

Hình 3.40 minh họa kiến trúc giao thức của Ethernet/IEEE 802.3 trong tập chuẩn IEEE 802. Lớp liên kết dữ liệu được chia thành 2 lớp con là lớp LLC (Logical Link Control) và MAC (Medium Access Control). Như vậy, phạm vi của Ethernet/IEEE 802.3 chỉ bao gồm lớp vật lý và lớp MAC.

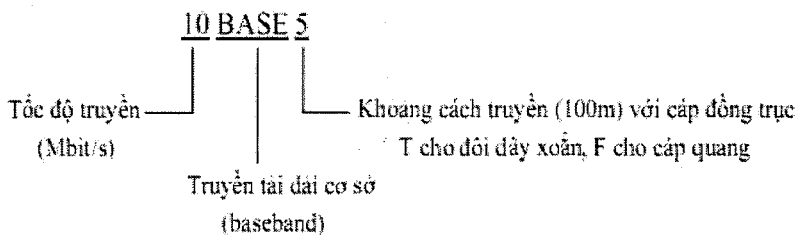


Hình 3.35: Ethernet/IEEE 802.3 trong tập chuẩn IEEE 802

Điểm khác biệt cơ bản so với đặc tả Ethernet lúc đầu là chuẩn 802.3 đã đưa ra một họ các hệ thống mạng trên cơ sở CSMA/CD, với tốc độ truyền từ 1 - 10Mbit/s cho nhiều môi trường truyền dẫn khác nhau. Bên cạnh đó, trong cấu trúc bức điện cũng có sự khác biệt nhỏ: ô chứa chiều dài bức điện theo 802.3 chỉ định kiểu giao thức phía trên ở Ethernet (xem mục Mã hoá bit và cấu trúc bức điện). Tuy nhiên, ngày nay khi ta nói tới Ethernet cũng là chỉ một loại sản phẩm thực hiện theo chuẩn IEEE 802.3

3. Cấu trúc mạng và kỹ thuật truyền dẫn

Về mặt logic, Ethernet có cấu trúc bus. Cấu trúc mạng vật lý có thể là đường thẳng hoặc hình sao tùy theo phương tiện truyền dẫn. Bộ loại cáp thông dụng nhất cùng các đặc tính được liệt kê trong bảng 3.10. Các tên hiệu 10BASE5, 10BASE2, 10BASE - T và 10BASE - F được sử dụng với ý nghĩa như sau:

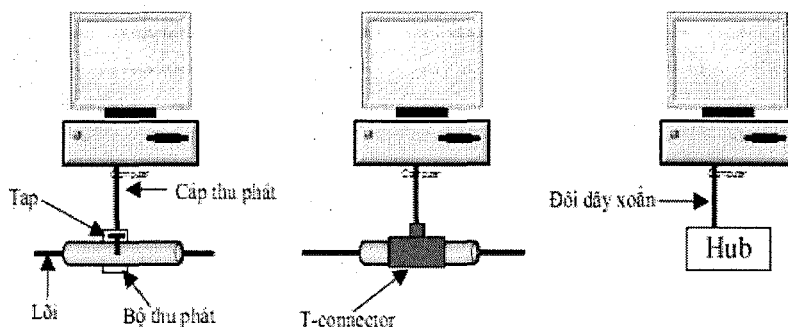


Loại 10BASE5 còn được gọi là cáp dày (thick Ethernet), loại cáp đồng trục thường có màu vàng theo đề nghị trong 802.3. Ký hiệu 10BASE5 có nghĩa là tốc độ truyền tối đa 10Mbit/s, phương pháp truyền tải dải cơ sở và chiều dài một đoạn mạng tối đa 500 met. Loại cáp đồng trục thứ hai có ký hiệu 10BASE2 được gọi là cáp mỏng (thin Ethernet), rẻ hơn nhưng hạn chế một đoạn mạng ở phạm vi 200 met và số lượng 30 trạm.

Bảng 3.10: Một số loại cáp truyền Ethernet thông dụng

Tên hiệu	Loại cáp	Chiều dài tối đa	Số trạm tối đa/đoạn
10BASE5	Cáp đồng trục dày	500m	100
10BASE2	Cáp đồng trục mỏng	200m	30
10BASE-T	Đôi dây xoắn	100m	1024
10BASE-F	Cáp quang	2000m	1024

Ba kiểu nối dây với cáp đồng trục và đôi dây xoắn được minh họa trên hình 3.42 với 10BASE5, bộ nối được gọi là vòi hút (vampire tap), đóng vai trò một bộ thu phát (transceiver). Bộ thu phát chứa vi mạch điện tử thực hiện chức năng nghe ngóng đường truyền và nhận biết xung đột. Trong trường hợp xung đột được phát hiện, bộ thu phát gửi một tín hiệu không hợp lệ để tắt tất cả các bộ thu phát khác cũng được biết rằng xung đột đã xảy ra. Như vậy, chức năng của module giao diện mạng được giảm nhẹ. Cáp nối giữa bộ thu phát và card giao diện mạng được gọi là cáp thu phát, có thể dài tới 50 mét và chứa tới năm đôi dây xoắn bọc lót riêng biệt (STP). Hai đôi dây cần cho trao đổi dữ liệu, hai đôi cho truyền tín hiệu điều khiển, còn đôi thứ năm có thể sử dụng để cung cấp nguồn cho bộ thu phát. Một số bộ thu phát cho phép nối tới tám trạm qua các cổng khác nhau, nhờ vậy tiết kiệm được số lượng bộ nối cũng như công lắp đặt.



Hình 3.36: Ba kiểu mạng Ethernet với cáp đồng trục và đôi dây xoắn

Với 10BASE2, card giao diện mạng được nối với cáp đồng trục thông qua bộ nối thụ động BNC hình chữ T. Bộ thu phát được tích hợp trong bảng mạch điện tử của module giao diện mạng bên trong máy tính. Như vậy, mỗi trạm có một bộ thu phát riêng biệt

Về bản chất, cả hai kiểu dây với cáp đồng trục như nói trên đều thực hiện cấu trúc bus (vật lý cũ ng như logic), vì thế có ưu điểm là tiết kiệm dây dẫn. Tuy nhiên, các lỗi phần cứng như đứt cáp, lỏng bộ nối rất khó phát hiện trực tuyến. Mặc dù đã có một số biện pháp khắc phục, phương pháp tin cậy hơn là sử dụng cấu trúc hình sao với bộ chia (hub) hoặc một bộ chuyển mạch (Switch, xem 3.5). Cấu trúc này thông thường được áp dụng với đôi dây xoắn, nhưng cũng có thể áp dụng được với cáp đồng trục (ví dụ Industrial Ethernet)

Với 10BASE - T, các trạm được nối với nhau qua một bộ chia giống như cách nối các máy điện thoại. Trong cấu trúc này, việc bổ sung hoặc tách một trạm ra khỏi mạng cũng như việc phát hiện lỗi cáp truyền rất đơn giản. Bên cạnh nhược điểm là tốn dây dẫn và công đi dây thì chi phí cho bộ chia chất lượng cao cũng là một vấn đề. Bên cạnh đó, khoảng cách tối đa cho phép từ một trạm tới bộ chia thường bị hạn chế trong vòng 100 - 150 mét

Bên cạnh cáp đồng trục và đôi dây xoắn thì cáp quang cũng được sử dụng nhiều trong Ethernet, trong đó đặc biệt phổ biến là 10BASE - F. Với cách ghép nối duy nhất là điểm - điểm, cấu trúc mạng có thể là daisy - chain, hình sao hoặc hình cây. Thông thường, chi phí cho các bộ nối và chặn đầu cuối rất lớn nhưng khả năng kháng nhiễu tốt và tốc độ truyền cao là các yếu tố quyết định trong nhiều phạm vi ứng dụng

Trong nhiều trường hợp, ta có thể sử dụng phối hợp nhiều loại trong một mạng Ethernet. Ví dụ, cáp quang hoặc cáp đồng trục dày có thể sử dụng là đường trục chính hay xương sống (backbone) trong cấu trúc cây, với các đường nhánh là cáp mỏng hoặc đôi dây xoắn. Đối với mạng quy mô lớn, có thể sử dụng các bộ lặp. Một hệ thống không hạn chế số lượng các đoạn mạng cũng như số lượng các bộ lặp, nhưng đường dẫn giữa hai bộ thu phát không được phép dài quá 2,5km cũng như không được đi qua quá bốn bộ lặp.

Toàn bộ các hệ thống theo chuẩn 802.3 sử dụng chế độ truyền đồng bộ với mã Manchester (xem 2.7). Bit 0 tương ứng với sườn lên và bit 1 ứng với sườn xuống của xung ở giữa một chu kỳ bit. Mức tín hiệu đối với môi trường cáp điện là +0,85V và - 0,85V, tạo mức trung hoà là 0V.

4. Cơ chế giao tiếp

Sự phổ biến của Ethernet có được là nhờ tính năng mở. Thứ nhất, Ethernet chỉ quy định lớp vật lý và lớp MAC, cho phép các hệ thống khác nhau tùy ý thực hiện các giao thức và dịch vụ phía trên. Thứ hai, phương pháp truy nhập bus ngẫu nhiên CSMA/CD (xem 2.5) không yêu cầu các trạm tham gia phải biết cấu hình mạng, vì vậy có thể bổ sung hay tách một trạm ra khỏi mạng mà không ảnh hưởng tới phần mạng còn lại. Thứ ba, việc chuẩn hoá sớm trong IEEE 802.3 giúp cho các nhà cung cấp sản phẩm thực hiện dễ dàng hơn.

Trong một mạng Ethernet, không kể tới bộ chia hoặc bộ chuyển mạch thì tất cả các trạm đều có vai trò bình đẳng như nhau. Mỗi trạm (hay nói cách khác là mỗi module giao diện mạng, mỗi card mạng có một địa chỉ Ethernet riêng biệt, thống nhất toàn cầu. Việc giao tiếp giữa các trạm được thực hiện thông qua các giao thức phía trên, ví dụ NetBUI, OPX/SPX hoặc TCP/IP. Tùy theo giao thức cụ thể, căn cước (tên, mã số hoặc địa chỉ) của bên gửi và bên nhận trong một bức điện của lớp phía trên (ví dụ lớp mạng) sẽ được dịch sang địa chỉ Ethernet trước khi chuyển xuống lớp MAC.

Bên cạnh cơ chế giao tiếp tay đôi, Ethernet còn hỗ trợ phương pháp gửi thông báo đồng loạt (multicast và broadcast). Một thông báo multicast gửi tới một nhóm các trạm, trong khi một thông báo broadcast gửi tới tất cả các trạm. Các loại thông báo này được phân biệt bởi kiểu địa chỉ, như được trình bày trong mục sau.

5. Cấu trúc bức điện.

IEEE 802.3/Ethernet chỉ quy định lớp MAC và lớp vật lý, vì vậy một bức điện còn được gọi là khung MAC. Cấu trúc một khung MAC được minh họa trên hình 3.43

7 byte	1 byte	2/6 byte	2/6 byte	2 byte	46-1500 byte	4 byte	
Mở đầu (555..5H)	FSD (D5H)	Địa chỉ đích	Địa chỉ nguồn	Độ dài Kiểu gói	Dữ liệu	PAD	FCS

Hình 3.37: Cấu trúc khung MAC theo IEEE 802.3/Ethernet

Mở đầu một khung MAC là 56 bit 0 và 1 luân phiên, tức 7 byte giống nhau có giá trị 55H. Với mã Manchester, tín hiệu tương ứng sẽ có dạng tuần hoàn, được bên nhận sử dụng để đồng bộ nhịp với bên gửi. Như vậy, việc đồng bộ hoá chỉ được thực hiện một lần cho cả bức điện. Ở tốc độ truyền 10 Mbits, khoảng thời gian đồng bộ hoá là 5,6 μ s.

Tiếp sau là một byte SFD (Start of Frame Delimiter) chứa dãy bit 10101011, đánh dấu khởi đầu khung MAC đúng ra, đã yếm ở đầu và byte SFD không thực sự thuộc vào khung MAC Theo 802.3 địa chỉ đích và địa chỉ nguồn có thể là 2 hoặc 6 byte, nhưng chuẩn quy định cho truyền dài cơ sở 10Mbit/s (tức 10BASEx) chỉ sử dụng địa chỉ 6 byte, bit cao nhất trong địa chỉ đích có giá trị 0 cho các địa chỉ thông thường và giá trị 1 cho các địa chỉ nhóm. Đối với các thông báo gửi cho tất cả các trạm (broadcast), tất cả các bit trong địa chỉ đích sẽ là 1.

Có hai loại địa chỉ Ethernet là các địa chỉ cục bộ và các địa chỉ toàn cầu, được phân biệt bởi bit 46 (bit gài cao nhất). Các địa chỉ cục bộ có thể đồ cứng hoặc đặt bằng phần mềm và không có ý nghĩa ngoài mạng cục bộ. Ngược lại, một địa chỉ toàn cầu được IEEE cấp phát, luôn được đồ cứng trong vi mạch để đảm bảo sự thống nhất trên toàn thế giới. Với 46 bit, có thể có tổng cộng 7*10¹³ địa chỉ toàn cầu, cũng như 7*10¹³ địa chỉ cục bộ. Tuy nhiên, số lượng các trạm cho phép trong một hệ thống mạng công nghiệp còn phụ thuộc vào kiểu cáp truyền, giao thức phía trên cũng như đặc tính của các thiết bị tham gia mạng

Một sự khác biệt giữa Ethernet và IEEE 802.3 là ý nghĩa ô tiếp sau phần địa chỉ. Theo đặc tả Ethernet, hai byte này chứa mã giao thức chuyển gói phía trên. Cụ

thể, mã 0800H chỉ giao thức IP (Internet Protocol) và 0806H chỉ giao thức ARP (Address Resolution Protocol). Theo 802.3, ô này chứa số byte dữ liệu (từ 0 đến 1500). Với điều kiện ràng buộc giữa tốc độ truyền v (tính bằng bit/s), chiều dài bức điện và khoảng cách truyền l (tính bằng mét) của phương pháp CSMA/CD (xem 2.5.5)

$$lv < 100.000.000n$$

để đảm bảo tốc độ truyền 10Mbit/s và khoảng cách 2.500m thì một bức điện phải dài hơn 250bit hay 32 byte. Xét tới cả thời gian trễ qua bốn bộ lặp, chuẩn 802.3 quy định chiều dài khung tối thiểu là 64 byte (51,2 μ s), không kể phần mở đầu và byte SFD. Như vậy, ô dữ liệu phải có chiều dài tối thiểu là 46 byte. Trong trường hợp dữ liệu thực ngắn hơn 46 byte, ô PAD (padding) được sử dụng để lấp đầy. Ô cuối cùng trong khung MAC chứa mã CRC 32 bit với đa thức phát

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

Phần thông tin được kiểm soát lỗi bao gồm các ô địa chỉ, ô chiều dài và ô dữ liệu

6. Truy nhập bus

Một vấn đề thường gây lo ngại trong việc sử dụng Ethernet ở cấp trường là phương pháp truy nhập bus ngẫu nhiên CSMA/CD và sự ảnh hưởng tới hiệu suất cũng như tính năng thời gian thực của hệ thống. ở đây, một trong những yếu tố quyết định tới hiệu suất của hệ thống là thuật toán tính thời gian chờ truy nhập lại cho các trạm trong trường hợp xảy ra xung đột. Thời gian lan truyền tín hiệu một lần qua lại đường truyền được gọi là khe thời gian.

Giá trị này được tính cho tối đa 2,5km đường truyền và bốn bộ lặp là 512 thời gian bit hay 51,2 μ s. Sau lần xảy ra xung đột đầu tiên mỗi trạm sẽ chọn ngẫu nhiên 0 hoặc 1 lần khe thời gian chờ trước khi thử gửi lại. Nếu hai trạm ngẫu nhiên cùng chọn một khoảng thời gian, hoặc có sự xung đột mới với một trạm thứ ba, thì số khe thời gian lựa chọn chờ sẽ là 0, 1, 2 hoặc 3. Sau lần xung đột thứ i , số khe thời gian chọn ngẫu nhiên nằm trong khoảng từ 0 tới $2i-1$. Tuy nhiên, sau mười lần xung đột, số khe thời gian chờ tối đa sẽ được giữ lại ở con số 1023. Sau 16 lần xung đột liên tiếp, các trạm sẽ coi là lỗi hệ thống và báo trở lại lớp giao thức phía trên. Thuật toán nổi tiếng này được gọi là Binary Exponential Backoff (BEB)

7. Hiệu suất đường truyền và tính năng thời gian thực

Với giả thiết tải tương đối lớn và không thay đổi, hiệu suất đường truyền tối ưu trong mạng Ethernet được xác định theo công thức ([1])

$$\text{Hiệu suất tối ưu} = \frac{1}{1 + 2evl/cn}$$

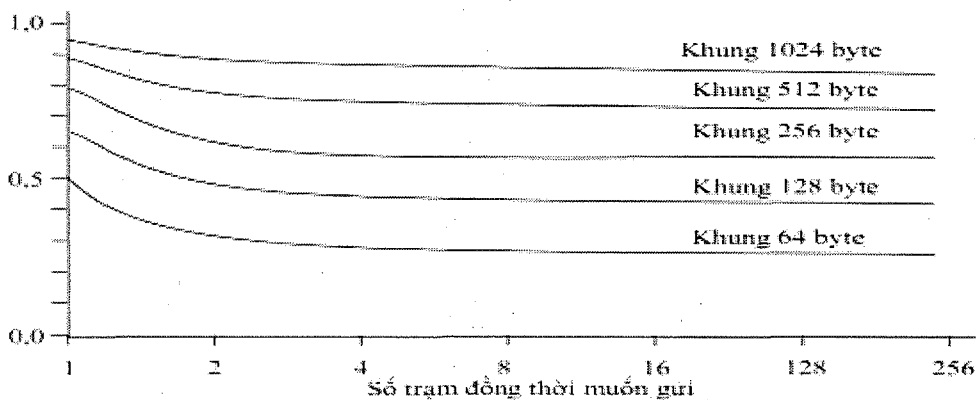
Với e là giá trị tối ưu cho số khe thời gian tranh chấp trên một khung, v là tốc độ truyền, l là chiều dài dây dẫn, c là tốc độ lan truyền tín hiệu và n là chiều dài trung bình của một khung tính bằng bit. Hiệu suất tối ưu là một giá trị lý tưởng, chỉ đạt được khi đường truyền được sử dụng liên tục và hầu như không có xung đột trên đường truyền. Khi số lượng trạm tăng lên, nếu không có sự điều khiển ở lớp

giao thức phía trên thì hiệu suất sẽ giảm đi đáng kể. Trên hình 3.44 là đồ thị mô tả quan hệ giữa hiệu suất đường truyền và số lượng trung bình các trạm đồng thời chờ gửi thông tin. Lưu ý, số trạm ghi trên trục hoành không phải là số trạm trong mạng. Hiệu suất thực tế khó có thể xác định một cách chính xác cho một cấu hình mạng.

Như vậy, việc tăng tốc độ hoặc khoảng cách đều dẫn tới giảm giá trị hiệu suất tối ưu. Nhưng điều đó không có nghĩa là tăng tốc độ truyền sẽ ảnh hưởng xấu tới tính năng thời gian thực của hệ thống. Lưu ý sự khác nhau giữa hiệu suất sử dụng đường truyền (tối ưu) và tính năng thời gian thực của hệ thống. Mặc dù phương pháp truy nhập bus là ngẫu nhiên, tính năng thời gian thực có thể cải thiện rất nhiều nếu cơ chế giao tiếp của các lớp trên được thiết kế hợp lý. Cụ thể, thông qua cơ chế giao tiếp của các lớp trên được thiết kế hợp lý. Cụ thể, thông qua cơ chế giao tiếp phía trên các ta có thể bổ sung biện pháp kiểm soát truy nhập và tránh được xung đột. Ví dụ, trong một mạng cấp thấp có thể thực hiện cơ chế giao tiếp chủ/tớ và hỏi tuần tự. Nếu chỉ có một trạm chủ thì việc xảy ra xung đột sẽ không xảy ra, trừ trường hợp có các thông báo đột xuất.

Nếu số lượng trạm chủ là 2, ta có thể xác suất trường hợp các trạm phải thử nhiều lần sau khi xảy ra xung đột. Theo luật toán BEB, xác suất hai trạm xung đột tới lần thứ 2 là 0,5, lần thứ 3 là $0,5/4 = 0,125$, lần thứ 4 là $0,125/8 = 0,015625\dots$

Tổng quát, khi đã xảy ra xung đột thì xác suất hai trạm lại xung đột tới lần thứ i ($i > 2$) là $p(i) = p(i-1)/2^{i-1}$. Có thể thấy khi số lượng trạm có thể cùng xung đột nhiều hơn 2 thì việc tính toán sẽ trở nên phức tạp hơn rất nhiều

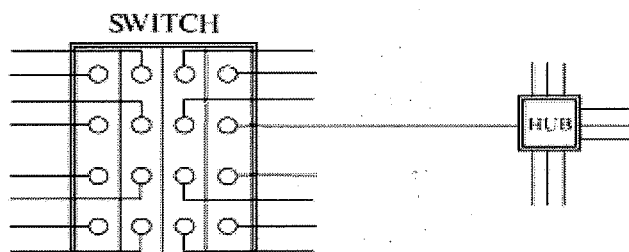


Hình 3.38: Hiệu suất đường truyền Ethernet 10Mbit/s

Bên cạnh vấn đề bất định trong truy nhập bus, cần phải xét tới độ tin cậy của mạng Ethernet. Mặc dù Ethernet có khả năng phát hiện lỗi xung đột và các lỗi khung, các trạm không hề có xác nhận về trạng thái các bức điện nhận được. Như vậy, việc trao đổi thông tin một cách tin cậy nhất thiết phải nhờ vào một giao thức thích hợp phía trên. Trong các hệ thống mạng cục bộ văn phòng cũng như các mạng công nghiệp dựa trên Ethernet, tập giao thức TCP/IP được sử dụng rộng rãi nhất. Thông qua các cơ chế xác nhận thông báo, gửi lại dữ liệu và kiểm soát luồng giao thông, độ tin cậy cũng như tính năng thời gian thực của hệ thống được cải thiện đáng kể.

8. Mạng LAN 802.3 chuyển mạch

Khi số trạm tham gia tăng lên nhiều, hoạt động giao tiếp trong mạng sẽ bị tắc nghẽn một mặt do tốc độ truyền hạn chế, mặt khác cơ chế truy nhập bus không còn đảm bảo được hiệu suất như trong điều kiện bình thường. Để khắc phục ta có thể sử dụng mạng Ethernet tốc độ cao hoặc/và sử dụng cơ chế chuyển mạch. Mạng LAN 802.3 chuyển mạch được xây dựng trên cơ sở 10BASE - T với tốc độ truyền 10Mbit/s thông thường. Mục đích của việc sử dụng các bộ chuyển mạch là phân để phân vùng xung đột và vì thế hạn chế xung đột.



Hình 3.39: Sử dụng bộ lặp trong mạng LAN 802.3 chuyển mạch

Hình 3.45 minh họa cấu trúc ghép nối mạng LAN 802.3 với một bộ chuyển mạch (switch). Một bộ chuyển mạch tốc độ cao thường gồm 4 đến 32 module, mỗi module có 1 đến 8 cổng nối. Các trạm có thể nối trực tiếp vào một cổng của bộ chuyển mạch, hoặc qua một bộ chia. Có hai kiểu phân vùng xung đột (collision domain) là theo từng module hoặc theo từng cổng. Một bộ lặp hỗ trợ phân vùng xung đột theo module cho không cho phép các trạm nối chung một module cùng gửi tín hiệu, nhưng cho phép các module hoạt động song song, độc lập. Nếu trạm đích nằm ở module khác, bộ chuyển mạch sẽ sao chép bức điện và gửi tới module tương ứng. Một bộ lặp phân vùng xung đột theo từng cổng không những cho phép các module hoạt động song song, mà còn cho phép tất cả các cổng trên một module đồng thời tiếp nhận tín hiệu gửi. Cũng với cơ chế sao chép vào bộ đệm, mỗi bức điện sẽ chỉ được gửi ra cổng tương ứng với trạm đích.

Nguyên tắc hoạt động của LAN 802.3 chuyển mạch được ứng dụng rộng rãi trong hệ thống mạng công nghiệp. Với kỹ thuật chuyển mạch hiện đại, không những băng thông tổng thể của hệ thống được nâng cao, mà tính năng thời gian thực cũng được cải thiện đáng kể.

9. Fast Ethernet

Fast Ethernet là sự phát triển tiếp theo của Ethernet, được chuẩn hóa trong IEEE 802.3u. Fast Ethernet cho phép truyền với tốc độ 100Mbit/s. Để đảm bảo tương thích với Ethernet, toàn bộ cơ chế giao tiếp và kiến trúc giao thức được giữ nguyên, duy chỉ có thời gian bit được giảm từ 100ms xuống 10ns. Về mặt kỹ thuật, cấp đồng trục loại 10BASE5 và 10BASE2 vẫn có thể sử dụng cho Fast Ethernet với chiều dài tối đa giảm xuống mười lần. Tuy nhiên, phương pháp nối mạng sử dụng đôi dây xoắn và bộ chia có ưu thế vượt trội, vì vậy tất cả các hệ Fast Ethernet đều không hỗ trợ cấp đồng trục. Ba loại cáp chuẩn cho Fast Ethernet được liệt kê trong bảng 3.11

Bảng 3.11: Một số loại cáp truyền Fast Ethernet thông dụng

Tên hiệu	Loại cáp	Chiều dài đoạn tối đa
100BASE-T4	Đôi dây xoắn hạng 3	100m
100BASE-TX	Đôi dây xoắn hạng 5	100m
100BASE-FX	Cáp quang	2000m

Loại 100BASE - T4 sử dụng bốn đôi dây xoắn UTP hạng 3. Dải tần của hạng cáp này bị giới hạn ở 25MHz, trong khi mã Manchester sử dụng trong Ethernet thông thường tạo tần số tín hiệu cao gấp đôi so với tần số nhịp, tốc độ truyền trên mỗi đôi dây lẽ ra chỉ là 12,5Mbit/s. Để đạt được tốc độ truyền 100Mbit/s, một phương pháp mã hoá bit với tín hiệu ba mức thay vì hai mức được sử dụng ở đây. Đồng thời, 100BASE - T4 phải dùng tới bốn đôi dây xoắn (vì thế có ký hiệu T4), trong đó một đôi luôn truyền ra và hai đôi còn lại được sử dụng linh hoạt theo chiều đang truyền. Với ba đôi dây và ba mức tín hiệu, trong một nhịp có thể truyền được 4 bit, nâng tốc độ truyền tổng cộng lên 100Mbit/s

Với 100BASE - TX, đôi dây xoắn hạng 5 được sử dụng có khả năng làm việc ở tần số nhịp 125MHz và cao hơn nữa. Việc sử dụng hai đôi dây xoắn tạo khả năng truyền hai chiều đồng thời. Khác với 100BASE - T4, một phương pháp mã hoá bit có tên là 4B5B được sử dụng ở đây. Dây bit từ khung MAC được mã hoá lại thành các tổ hợp 5 bit trên đường truyền. Chỉ có 16 trong 32 tổ hợp biểu diễn dữ liệu, các tổ hợp còn lại được sử dụng cho đánh dấu, điều khiển và tín hiệu phần cứng.

Đối với mỗi loại mạng trên, việc nối dây có thể thông qua một bộ chia hoặc một bộ chuyển mạch. Một bộ chuyển mạch có chi phí cao hơn nhiều so với một bộ chia, nhưng nâng cao hiệu suất của hệ thống một cách đáng kể nhờ chức năng phân vùng xung đột.

Loại 100BASE - FX cũng cho phép truyền hai chiều toàn phần, sử dụng hai sợi quang đa chế độ cho hai chiều. Đối với các ứng dụng đòi hỏi khoảng cách truyền lớn hoặc khả năng kháng nhiễu cao thì đây là giải pháp thích hợp.

10. High speed Ethernet

High Speed Ethernet (HSE) là một công nghệ bus do Fieldbus Foundation (FF) phát triển trên cơ sở Fast Ethernet và cũng là một trong tám hệ bus được chuẩn hoá trong IEC 61158 vào cuối năm 1999. Với tốc độ truyền 100Mbit/s, HSE được thiết kế cho việc nối mạng trên cáp điều khiển và điều khiển giám sát, bổ sung cho mạng H1 cấp thấp. HSE sử dụng địa chỉ 48 - bit và 64 - byte khung MAC tối thiểu như Ethernet chuẩn, trong khi có thể đồng thời truyền các thông báo dịch vụ H1 cũng như các thông báo dịch vụ H1 cũng như các thông báo riêng của HSE. Bên cạnh đó, HSE hỗ trợ rất tốt việc dự phòng, đồng bộ thời gian cũng liên kết nhiều giao thức.

Kiến trúc giao thức

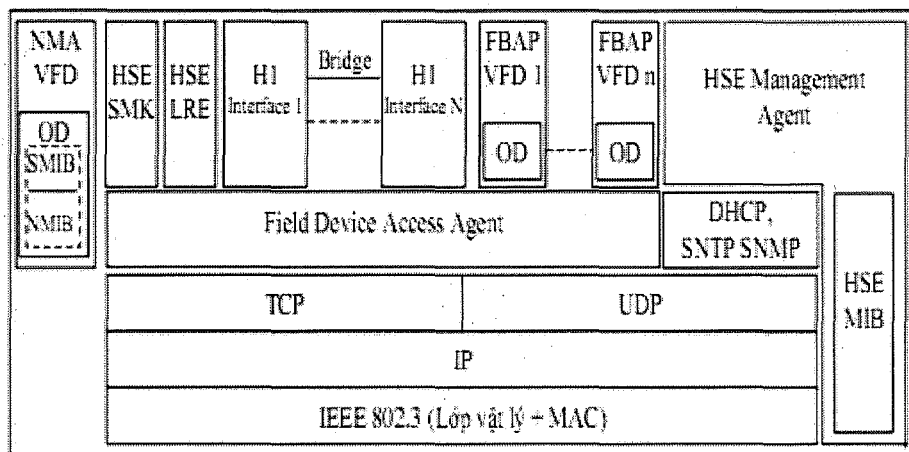
Hình 3.46 mô tả kiến trúc giao thức HSE, phía dưới, HSE sử dụng hoàn toàn lớp vật lý và lớp MAC theo IEEE 802.3. Cũng như nhiều hệ thống dựa trên Ethernet khác, lớp mạng sử dụng giao thức IP (Internet Protocol) và lớp vận chuyển sử dụng TCP (Transmission Control Protocol) hoặc UDP (User Datagram Protocol). Đặc biệt, HSE đã bổ sung mười một đặc tả, trong đó hầu hết thuộc lớp ứng dụng như quy định về các khối chức năng ứng dụng, các dịch vụ quản trị mạng, quản lý hệ thống, cơ chế dự phòng, truy nhập thiết bị trường...

Cấp phát địa chỉ động

High Speed Ethernet sử dụng các giao thức chuẩn DHCP (Dynamic Host Control Protocol) và IP (Internet Protocol) cũng như chức năng quản lý hệ thống để cấp phát động địa chỉ cho các trạm. Sau khi nhận được yêu cầu cấp địa chỉ từ một thiết bị, DHCP Server sẽ tìm một địa chỉ IP còn trống và cấp phát cho thiết bị đã yêu cầu. Tiếp theo, thiết bị thông báo cho phần quản lý hệ thống (System Manager) và được cấp phát một nhãn thiết bị vật lý (Physical Device Tag). Một khi địa chỉ và môi liên kết được thiết lập, phần quản lý hệ thống có thể nạp cấu hình xuống thiết bị

Cấu trúc dự phòng

Về cơ bản, giải pháp dự phòng HSE dựa vào các cấu trúc và thành phần Ethernet thông dụng. Cả hai dạng dự phòng - dự phòng mạng và dự phòng thiết bị - đều được hỗ trợ. Một ví dụ cấu hình dự phòng tiêu biểu được minh họa trên hình sau



NMA	Network Management Agent (Điệp viên quản trị mạng)
VFD	Virtual Field Device (Thiết bị trường ảo)
OD	Object Directory (Thư mục đối tượng)
SMIB	System Management Information Basic (Cơ sở thông tin quản lý hệ thống)
NMIB	Network Management Information Basic (Cơ sở thông tin quản trị mạng)
SMK	System Management Kernel (Nhân quản trị hệ thống)
LRE LAN	Redundancy Entry 179

DHCP	Dynamic Host Control Protocol (Giao thức điều khiển cấp địa chỉ động)
SNTP	Simple Network Time Protocol (Giao thức thời gian mạng đơn giản)
SNMP	Simple Network Management Protocol (Giao thức quản trị mạng đơn giản)
FBFA	Function Block Application (Ứng dụng khối chức năng)

Khối chức năng linh hoạt

Khối chức năng (Function Block, FB) là một khái niệm trọng tâm trong Foundation Fieldbus H1 và HSE. Mở rộng mô hình khối chức năng cho các ứng dụng sản xuất gián đoạn, các khối chức năng linh hoạt (Flexible Function Block, FFB) được coi như phần mềm bao bọc, đại diện cho các thuật toán ứng dụng đặc biệt hoặc các cổng vào/ra tương tự cũng như số. Các ngôn ngữ chuẩn được định nghĩa trong IEC 61131 - 3 có thể sử dụng để tạo các khối chức năng linh hoạt, tương tự như với các khối chức năng thông thường. Cũng thông qua các khối chức năng linh hoạt này, việc liên kết với H1 cũng như với các hệ thống sử dụng giao thức khác được thực hiện một cách thống nhất.

11. Industrial Ethernet

Tại thời điểm này, Industrial Ethernet (IE) chưa phải là một chuẩn quốc tế, mà chỉ là tên của một loạt các dòng sản phẩm do một số nhà sản xuất (trong đó có Synergetic, Siemens) đưa ra. Thực chất, IE chỉ là ethernet với các thành phần mạng thích hợp trong môi trường công nghiệp. Ví dụ, loại cáp đồng trục bọc lót kép hoặc cáp đôi dây xoắn STP được sử dụng thay cho các loại cáp thông thường. Các phần cứng mạng như module giao diện, bộ chia hoặc router được thiết kế với kiểu dáng công nghiệp, có độ tin cậy cao, chịu được trong điều kiện làm việc khắc khe hơn so với mạng Ethernet văn phòng. Đặc biệt, các bộ chuyển mạch và các bộ chia thường được trang bị tính năng dự phòng. Bảng 3.12 so sánh một số tính năng giữa IE và Ethernet qua sản phẩm của Synergetic

	Sản phẩm Industrial Ethernet của Synergetic			Sản phẩm Ethernet văn phòng
	Hubs	Router	NIC's (Network Interface Card)	
Nhiệt độ làm việc	0°C - 60°C	0°C - 60°C	0°C - 60°C	5°C - 40°C
Chống cháy	X	X	X	tùy theo sản phẩm
Bảng mạch nhiều lớp (kháng nhiễu)	có	có	có	không
Kiểu bộ nối	DB-9 vặn ốc, RJ-45, quang	DB-9 vặn ốc, RJ-45, quang	DB-9 vặn ốc, RJ-45, quang	RJ-45
Dự phòng (tích hợp)	có	có	-	không
Vỏ hộp công nghiệp	có	có	-	không
Nguồn	24 VDC	24 VDC	-	110/220 VAC

Với một hệ thống được xây dựng mới hoàn toàn, nhà tích hợp hệ thống có nhiều sự lựa chọn hơn trong thiết kế mới. Vấn đề cần bàn sâu hơn là đối với các hệ thống đã và đang hoạt động. Khi các yếu tố kỹ thuật đã được khảo sát, nhà tích hợp hệ thống cần nghiên cứu và trao đổi với chủ đầu tư về sự lựa chọn giải pháp nâng cấp hoặc thay thế.

Một giải pháp nâng cấp có thể chỉ là tìm cách nối mạng các thiết bị đã có, hoặc nâng cấp một hệ thống mạng cũ lạc hậu trong khi sử dụng tối đa các thành phần có sẵn. Giải pháp nâng cấp có thể tiết kiệm cho đầu tư, tuy nhiên có thể sẽ không thoả mãn được một số chức năng theo yêu cầu đặt ra và có thể gây ra các vấn đề trong sự không tương thích giữa các thành phần mới và cũ.

Một giải pháp thay thế đưa ra một thiết kế hoàn toàn mới cho một hệ thống lạc hậu. Bên cạnh bổ sung các thành phần hệ thống mạng mới thì ở đây việc thay mới các thiết bị và là điều khó tránh khỏi. Thiết kế mới có thể đưa ra một giải pháp nhất quán, tuy nhiên đầu tư cao có thể làm giảm tính thuyết phục của dự án.

Giá thành, tính sẵn sàng và khả năng hỗ trợ

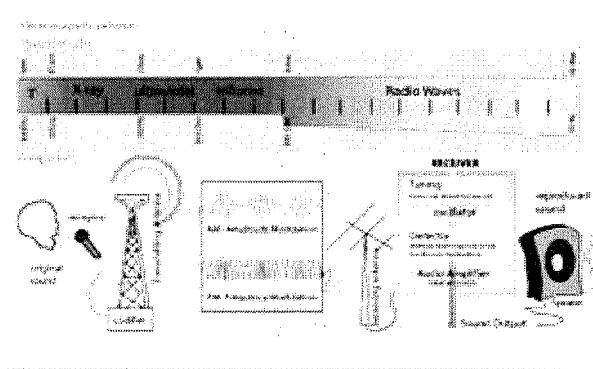
Nếu so sánh tới đầu tư tổng thể cho thời gian 15 - 20 năm kể cả chi phí cho phát triển, lắp đặt, đưa vào vận hành vào bảo trì, giá mua một hệ thống điều khiển thông thường chỉ chiếm khoảng 20%. Hơn nữa, độ tin cậy và tính sẵn sàng của hệ thống cũng là các yếu tố then chốt quyết định tới lợi nhuận của một dự án đầu tư. Vì vậy, việc đánh giá lợi thế lâu dài do sử dụng bus trường đem lại là một điều rất quan trọng, ảnh hưởng tới quyết định đầu tư và quyết định giải quyết.

Tuy nhiên, trong thực tế nhiều nhà tích hợp hệ thống cũng như nhiều nhà đầu tư ngại việc đưa vào sử dụng công nghệ bus trường bởi lý do về hiểu biết cũng như lý do bảo thủ. Áp dụng công nghệ mới đòi hỏi phải đầu tư cho tìm hiểu và nghiên cứu thử nghiệm, trong khi vẫn tồn tại một sự mạo hiểm trong đầu tư. Cũng phải nói rằng, nếu như một giải pháp cổ điển vẫn hoạt động hiệu quả cả về mặt kỹ thuật cũng như về mặt kinh tế thì có ít lý do phải từ bỏ. Song với một tình thế cạnh tranh và toàn cầu hoá như hiện nay, ngay cả các tập đoàn công nghệ tự động hoá có tên tuổi nhất cũng phải tự tiến hoá và thay đổi tư duy về giải pháp tích hợp hệ thống.

Bài 9: MẠNG TRUYỀN THÔNG RADIO VÀ WIRELESS

1. Giới thiệu

Radio, hay vô tuyến truyền thanh là thiết bị kỹ thuật ứng dụng sự chuyển giao thông tin không dây dùng cách biến điệu sóng điện từ có tần số thấp hơn tần số của ánh sáng, đó là sóng radio.



Biểu đồ chiều radio và sóng điện từ

Sóng dùng trong radio có tần số trong khoảng từ 3Hz (dải tần ELF) đến 300GHz (dải tần EHF). Tuy nhiên, từ dải tần SHF đến EHF, tức là từ tần số 3GHz đến 300GHz, bức xạ điện từ này thường gọi là sóng vi ba.

Từ radio còn được dùng để chỉ máy thu thanh - một thiết bị điện tử dùng để nhận về các sóng âm đã được biến điệu qua ăng ten để khuếch đại, phục hồi lại dạng âm thanh ban đầu, và cho phát ra ở loa.

2. Lịch sử và phát minh

Xác định nguồn gốc của radio, trong thời kì được gọi là liên lạc không dây, vẫn còn đang tranh cãi. Cuộc tranh luận về người phát minh ra radio có thể được chia ra theo các giải thích sau:

Ai là người phát minh ra "sự truyền dữ liệu không dây dựa trên tần phổ" (spark-gap radio)?

Nikola Tesla, Guglielmo Marconi và Alexander Popov.

Ai là người phát minh radio dựa trên sự thay đổi biên độ (AM), vì thế có trên 1 đài có thể truyền sóng (khác với spark-gap radio, chỉ có một máy truyền phủ toàn bộ tần sóng)?

Reginald Fessenden và Lee de Forest.

Ai là người phát minh radio dựa trên sự biến thiên tần số (FM), sóng radio có thể tránh sự tĩnh điện, bị nhiễu từ các thiết bị điện và môi trường?

Edwin H. Armstrong và Lee de Forest.

Các radio ban đầu sử dụng toàn bộ năng lượng của máy truyền thông qua các microphone bằng carbon. Trong khi một số radio ban đầu sử dụng một số sự phóng đại bằng dòng điện hay pin, suốt từ giữa thập niên 1920 loại đầu thu phổ

biến nhất là các máy thu radio tinh thể. Trong thập niên 1920, ông phóng đại chân không làm một bước tiến mới trong cả đầu thu và đầu phát.

3. Khám phá và phát triển

Lý thuyết cơ bản sự truyền sóng điện từ được trình bày đầu tiên năm 1873 bởi James Clerk Maxwell trong giấy chứng nhận của ông cho Hội Khoa học Hoàng Gia Anh thuyết động học về điện từ trường, là thành quả từ năm 1861 đến 1865. Năm 1878 David E. Hughes là người đầu tiên truyền và nhận sóng radio khi ông nhận thấy cần cảm ứng tạo ra âm thanh trong đầu thu của điện thoại tự chế của ông. Ông trình bày khám phá của mình trước Hội Khoa học Hoàng gia năm 1880 nhưng chỉ được xem là sự cảm ứng đơn thuần. Chính Heinrich Rudolf Hertz, giữa năm 1886 và 1888, là người đưa ra thuyết Maxwell thông qua thực nghiệm, chứng minh rằng bức xạ radio có tất cả tính chất của sóng (giờ đây được gọi là sóng Hert), và khám phá rằng công thức điện từ có thể định nghĩa lại là công thức chênh lệch bán phần gọi là công thức sóng.

William Henry Ward đưa ra bằng sáng chế Mỹ 126356 vào ngày 30 tháng 8 năm 1872. Mahlon Loomis đưa ra bằng sáng chế Mỹ 129971 vào ngày 30 tháng 7 năm 1872. Landell de Moura, một nhà truyền giáo và khoa học Brasil, tiến hành thí nghiệm sau năm 1893 (nhưng trước 1894). Ông đã không công bố thành tựu mãi cho đến khi 1900. Tuyên bố cho rằng Nathan Stubblefield phát minh ra radio trước cả Tesla lẫn Marconi, nhưng các dụng cụ của ông cho thấy chỉ làm việc với sự truyền cảm ứng hơn là truyền sóng radio.

4. Các công ty "không dây" và ống chân không

Marconi mở nhà máy không dây đầu tiên trên thế giới ở phố Hall, Chelmsford, Anh năm 1898, gồm khoảng 50 nhân viên. Vào năm 1900, Tesla mở tháp dịch vụ quảng cáo và tiện nghi Wardenclyffe. Vào năm 1903, tháp gần như hoàn thành. Nhiều thuyết tồn tại bằng cách nào mà Tesla ý định hoàn thành mục đích của hệ thống không dây (cho là hệ thống 200 kW). Tesla tuyên bố rằng Wardenclyffe, là một phần của hệ thống truyền tin thế giới, sẽ cho phép sự thu phát thông tin đa hệ an toàn, định vị toàn vũ trụ, sự đồng bộ hóa thời gian, và hệ thống định vị toàn cầu.

Phát minh lớn tiếp theo là ống dò chân không, phát minh bởi một đội kỹ sư Westinghouse. Vào đêm Giáng sinh, năm 1906, Reginald Fessenden (sử dụng thuyết heterodin) truyền sóng radio âm thanh đầu tiên trong lịch sử từ Brant Rock, Massachusetts. Truyền trên biển nhận được sóng phát, trong đó cả Fessenden chơi bản "O Holy Night" trên đàn violin và đọc một đoạn trong Kinh thánh. Tin tức radio đầu tiên trên thế giới được phát vào ngày 31 tháng 8 năm 1920 bởi đài 8MK ở Detroit, Michigan, và đài phát sóng giải trí đầu tiên bắt đầu năm 1922 từ trung tâm nghiên cứu Marconi ở Writtle gần Chelmsford, Anh.

5. Radar

- Radar phát hiện vật ở một khoảng cách bằng sự phản hồi các sóng radio. Khoảng thời gian của sự phản hồi để xác định khoảng cách. Phương hướng

của tia xác định hướng của sự phản hồi. Sự phân cực và tần số của sóng phản hồi có thể cho biết bề mặt của vật.

- Radar định vị quét một vùng không gian rộng từ 2 đến 4 lần trong 1 phút. Dùng sóng ngắn phản hồi từ đất hay đá. Radar sử dụng phổ biến trên tàu thương mại hay máy bay thương mại đường dài.
- Radar dùng cho mục đích thông thường dùng tần số radar định vị, nhưng không phải các tia điều biến và phân cực để các máy thu để xác định bề mặt của vật phản hồi. Radar thông thường tốt nhất có thể định dạng mưa trong cơn bão, cũng như mặt đất hay các phương tiện di chuyển. Một số có thể để lên cùng dữ liệu âm thanh và dữ liệu bản đồ từ định vị GPS.
- Radar tìm kiếm quét một vùng rộng lớn với xung tia radio ngắn. Chúng thường quét một vùng không gian từ 2 đến 4 lần 1 phút. Thỉnh thoảng radar dùng hiệu ứng Doppler để tách phương tiện vận chuyển với môi trường.
- Radar dò tìm mục tiêu sử dụng cùng nguyên lý như radar tìm kiếm nhưng quét vùng không gian nhỏ hơn nhiều, thường là vài lần 1 giây hay hơn nữa.
- Radar thời tiết tương tự radar dò tìm, nhưng sử dụng tia radio với sự phân cực tròn và có bước sóng phản hồi từ các giọt nước. Vài radar sử dụng Doppler để đo tốc độ gió.

Câu hỏi ôn tập

1. Nhiễu là gì? Nguyên nhân gây ra nhiễu trong hệ thống thông tin đo lường? Lấy ví dụ. Trình bày phương pháp điều chế chống nhiễu AM
2. Cho một tín hiệu đo đã được điều chế bằng phương pháp điều chế tần số với tín hiệu mang là điện áp xoay chiều hình sin có tần số cực đại $f_m=140\text{KHz}$. Hãy xác định chu kỳ rời rạc hóa đều sao cho sai số của phép rời rạc hóa $0 < 1.5 \%$.
3. Cho một tín hiệu điện áp. Hãy viết kết quả của 15 lần rời rạc hoá và lượng tử hoá tín hiệu theo cơ số 2. Cho
$$u = 200 \sin 314t \text{ V} \quad \Delta u = 1.5\text{V}; \Delta t = 0.5\text{ms}$$
4. Định nghĩa về mạng truyền thông CN, các đặc trưng của nó
5. Trình bày các phương pháp mã hóa và giải mã tín hiệu
6. Trình bày về hệ thống MODBUS.
7. Trình bày về hệ thống Interbus.
8. Trình bày về hệ thống AS-i.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Basic of Data Communication and IP networks
- Profibus: Open solution for the World of Automation
- Survey of Network Management Frameworks
- Industrial Communication and System