

NGẠC VĂN AN (Chủ biên)

ĐẶNG HÙNG - NGUYỄN ĐĂNG LÂM - ĐỖ TRUNG KIÊN

MẠNG MÁY TÍNH



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

NGẠC VĂN AN (Chủ biên)
ĐẶNG HÙNG - NGUYỄN ĐĂNG LÂM - ĐỖ TRUNG KIÊN

MẠNG MÁY TÍNH

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

LỜI NÓI ĐẦU

Công nghệ thông tin ở nước ta trong những năm gần đây phát triển rất mạnh. Mạng máy tính của cả nước ta được hình thành và phát triển ở khắp nơi từ trung ương đến địa phương, các trường học, viện nghiên cứu, các công ty kinh doanh, các xí nghiệp... Sự phát triển đó là do sự quan tâm của Nhà nước, đồng thời cũng do chính những dịch vụ mà mạng máy tính đem lại thật hiệu quả, thu hút sự quan tâm chung của toàn xã hội. Trong công việc hàng ngày, từ việc sản xuất kinh doanh, đến việc học tập, nghiên cứu, quản lý nhà nước, mọi người ít nhiều đều sử dụng đến máy tính và mạng máy tính. Do nhu cầu và trình độ cao, những người hoạt động chuyên ngành công nghệ thông tin cần luôn phải nâng cao trình độ để đáp ứng.

Bộ môn Vật lý vô tuyến thuộc khoa Vật lý, trường đại học Tổng hợp (nay là Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học quốc gia Hà Nội) đã từng bước đưa giáo trình **Mạng máy tính** vào giảng dạy. Trải qua nhiều khoá đào tạo, với nhiều người tham gia giảng dạy, nhiều sinh viên nay đã đạt được trình độ cao. Biên soạn giáo trình **Mạng máy tính**, chúng tôi đã đúc rút từ quá trình giảng dạy và cập nhật với những công nghệ mới đang được ứng dụng tại nước ta và phát triển của thế giới.

Công nghệ Mạng máy tính phát triển rất nhanh và luôn thay đổi để đáp ứng nhu cầu sử dụng, do đó khi biên soạn giáo trình này, chúng tôi để ra 3 mục đích:

- Trình bày những khái niệm cơ bản nhất, để bạn đọc có cơ sở tìm hiểu về mạng máy tính.

- Trình bày những phần cơ bản của mạng, mà sự phát triển mạng tính trình tự và bền vững với mức tương đối tỷ mỉ.

- Cập nhật những vấn đề phát triển với tốc độ nhanh và luôn biến đổi. Dựa vào những thông tin cập nhật được, giới thiệu để bạn đọc tiện theo dõi.

Giáo trình gồm 7 chương:

Chương I: Trình bày khái quát về mạng máy tính và những khái niệm cơ bản, để thuận lợi cho bạn đọc trước khi tìm hiểu sâu về mạng máy tính.

Chương II: Trình bày về mô hình OSI 7 lớp, đây là mô hình tham chiếu của ISO về kết nối các hệ thống mở.

Chương III: Trình bày về hệ thống tin sợi quang, đây là hệ thống tin đang được sử dụng hiệu quả, có tốc độ cao và dung lượng lớn.

Chương IV: Trình bày về các thiết bị nối kết mạng.

Chương V: Trình bày về các kỹ thuật mạng LAN, rất cần thiết với những người thiết kế và xây dựng mạng cũng như người sử dụng.

Chương VI: Trình bày về mạng Internet với họ giao thức rất nổi tiếng TCP/IP, được ứng dụng rộng rãi.

Chương VII: Giới thiệu về mạng không dây, cụ thể là các khái niệm về mạng không dây, các chuẩn 802.11, phương pháp lắp đặt và bảo mật, hệ thống mạng không dây đang dần thay thế mạng có dây.

Mong rằng nội dung giáo trình sẽ giúp cho bạn đọc những kiến thức cần thiết, làm cơ sở để có thể đi sâu thiết kế, làm chủ các mạng máy tính. Giáo trình được dùng để giảng dạy cho sinh viên chuyên ngành Vật lý vô tuyến, thuộc Khoa Vật lý, Đại học Khoa học Tự nhiên, song cũng có thể giúp sinh viên các ngành Điện tử, Tin học, Viễn thông của các trường đại học và bạn đọc cần tham khảo các vấn đề về mạng máy tính.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn đại tá TS. Bạch Gia Dương, Trưởng phòng nghiên cứu rada Viện Kỹ thuật quân sự Phòng không – Không quân đã đóng góp nhiều ý kiến quý báu, giúp cho sự thành công của giáo trình.

Vì giáo trình được biên soạn lần đầu, chúng tôi đã rất cố gắng hoàn chỉnh, song không tránh khỏi thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn. Mọi góp ý xin gửi về : Ban biên tập sách Đại học – Dạy nghề, 25 Hàn Thuyên, Hà Nội.

CÁC TÁC GIẢ

Chương 1

KHÁI QUÁT VỀ MẠNG MÁY TÍNH

1.1. CÁC CƠ SỞ VỀ MẠNG MÁY TÍNH

1.1.1. KHÁI NIỆM VỀ MẠNG MÁY TÍNH

Trước khi có mạng máy tính, các trạm máy tính đơn lẻ nhận thông tin từ các thiết bị vào, xử lý rồi đưa kết quả ra qua các thiết bị ra. Thông tin chia sẻ thông qua đĩa, băng từ, bìa đục lỗ.

Mạng máy tính được hoàn thiện và hiệu quả như ngày nay, có thể xem nó đã được phát triển qua 4 giai đoạn:

- Giai đoạn I bắt đầu từ những năm 60, với việc xuất hiện các mạng xử lý. Mạng xử lý bao gồm một máy tính xử lý trung tâm và các trạm cuối (terminal). Các trạm cuối chưa có bộ ra xử lý, cũng như các bộ nhớ trong, nhớ ngoài riêng, chúng được nối với máy xử lý trung tâm. Máy tính trung tâm làm tất cả các công việc từ xử lý các chương trình ứng dụng, phân chia tài nguyên và dữ liệu đến việc điều khiển truy nhập, quản lý hàng đợi, truyền tin, trạm cuối.
- Giai đoạn II là giai đoạn mạng xử lý với các thiết bị tập trung (concentrator) và dồn kênh (multiplexor). Bộ dồn kênh cho phép chuyển song song thông tin giữa các trạm cuối với máy tính trung tâm. Bộ tập trung có các bộ nhớ đệm có khả năng lưu trữ tạm thời thông tin để xử lý tuần tự. Nhờ các thiết bị này, số trạm cuối được tăng lên đáng kể.
- Giai đoạn III được đánh dấu bằng sự xuất hiện mạng tiền xử lý. Khi số trạm cuối tăng một lượng đáng kể, cần phải giảm bớt khối lượng công việc cho máy tính trung tâm, người ta đưa thêm vào mạng một bộ tiền xử lý. Chức năng của bộ tiền xử lý là điều khiển mạng truyền tin, quản lý trạng thái đường truyền (nối, tách), quản lý trạm cuối. Nhờ sử dụng bộ tiền xử lý đã tăng sức mạnh của mạng và tăng độ mềm dẻo so với quản lý ghép nối cứng.
- Giai đoạn IV bắt đầu từ những năm 70, xuất hiện các mạng nối trực tiếp các máy tính với nhau nhằm phân tải cho cả hệ thống và tăng độ

tin cậy, tăng giá trị tài nguyên của hệ thống. Nhưng phải đến những năm 80, khi các máy vi tính (μP) phát triển, giá thành hạ, việc nối kết các máy tính thành mạng mới trở nên rộng rãi. Các trạm cuối bây giờ chính là các máy vi tính, chúng có bộ vi xử lý và bộ nhớ riêng. Các xử lý riêng của mạng đưa vào các máy chủ không còn khái niệm máy tính trung tâm nữa. Mạng chỉ thực hiện chức năng vận chuyển thông tin và không phải xử lý tin như trước.

Mạng truyền dữ liệu hợp thành từ các nút mạng, thực hiện việc truyền dữ liệu từ thiết bị này tới thiết bị khác qua một số môi trường truyền thông. Năm thành phần mạng gồm có dữ liệu, thiết bị gửi, thiết bị nhận, môi trường truyền và thủ tục truyền.

Nút mạng có nhiệm vụ hướng thông tin tới đích. Các trạm cuối hay các máy tính được nối trực tiếp vào các nút mạng để gửi, nhận, xử lý thông tin.

Mạng được thiết kế để những tài nguyên có giá trị cao (thiết bị, chương trình phần mềm, dữ liệu...) đều được dùng chung cho mọi người trên mạng (bất chấp vị trí địa lý giữa tài nguyên và người sử dụng).

1.1.2. CÁC YẾU TỐ CỦA MẠNG MÁY TÍNH

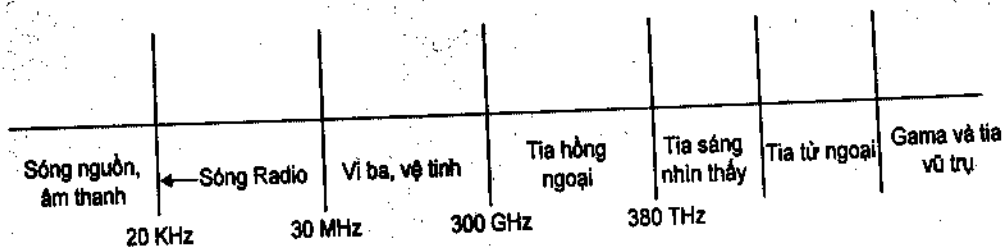
Từ phân tích ở trên ta có thể xem mạng máy tính là một tập hợp máy tính được nối với nhau bởi các đường truyền vật lý theo một kiểu kiến trúc nào đó. Mục đích của mạng là truyền dữ liệu giúp các máy tính trao đổi thông tin với nhau.

1.1.2.1. Đường truyền vật lý

Đường truyền vật lý dùng để truyền tín hiệu điện từ chứa dữ liệu giữa các máy tính.

Dữ liệu muốn truyền từ máy tính này đến máy tính khác qua mạng, nó phải được chuyển đổi thành tín hiệu điện từ. Những tín hiệu điện từ này có thể truyền qua các môi trường khác nhau như: chân không, không khí, chất điện môi như thủy tinh, nhựa và các chất dẫn điện (tùy theo tần số của tín hiệu).

Dao động điện từ có tần số trải dài trong một vùng rất rộng, từ vài chục Hz đến hàng nghìn GHz. Nó là sóng nguồn điện, sóng âm tần, sóng radio, viba và vệ tinh, tia hồng ngoại, tia sáng nhìn thấy, tia tử ngoại, tia X, tia gamma, tia vũ trụ. Hình 1.1 minh họa phạm vi các loại sóng với các tần số tương ứng.



Hình 1.1. Các loại sóng với tần số tương ứng

Hiện nay, người ta chỉ sử dụng trong truyền thông các sóng từ dải hồng ngoại trở xuống. Tương ứng với mỗi dải sóng, người ta sử dụng môi trường truyền dẫn thích hợp. Môi trường truyền được sử dụng trong nối kết mạng máy tính được chia làm hai loại: vô tuyến (wireless) và hữu tuyến (cable). Đường truyền vô tuyến, sử dụng tính lan truyền của sóng điện từ trong không gian. Đường truyền hữu tuyến sử dụng các loại dây dẫn như cáp xoắn, cáp đồng trục và sợi thủy tinh hay nhựa trong suốt truyền dẫn tia hồng ngoại gọi là cáp sợi quang. Để sử dụng một cách có hiệu quả các loại đường truyền trên, cần phải lưu ý đến một số đặc tính cơ bản của chúng như sau:

- Dải thông (bandwidth): vùng tần số mà đường truyền đáp ứng được theo tiêu chuẩn kỹ thuật cho phép. Dải thông càng rộng càng tốt. Dải thông phụ thuộc vào cấu tạo và độ dài cable truyền, dải thông tỷ lệ nghịch với chiều dài của cable truyền. Khi thiết kế mạng, cần sử dụng loại cable thích hợp và quy định chiều dài tối đa của đường truyền, tương ứng với yêu cầu của kênh thông tin.

- Tốc độ truyền dữ liệu trên đường truyền là số lượng bit được truyền đi trong vòng một đơn vị thời gian (bps). Tốc độ truyền càng lớn càng tốt, vì sự trao đổi thông tin càng được thực hiện nhanh. Tốc độ truyền phụ thuộc vào cấu trúc đường truyền và kỹ thuật mã hoá tín hiệu. Tốc độ truyền còn được đo bằng đơn vị khác là baud. Baud rate là số đơn vị tín hiệu trong một giây, đòi hỏi để đại diện cho số bit đó. Trường hợp mỗi thay đổi tín hiệu tương ứng với 1 bit thì hai đơn vị baud rate và bit rate là như nhau. Baud rate và bit rate chỉ khác nhau khi mỗi thay đổi của tín hiệu tương ứng với một nhóm bit (như trường hợp điều chế PSD và QAM).

- Độ suy hao là đại lượng đánh giá sự mất mát năng lượng của tín hiệu trên đường truyền. Độ suy hao phụ thuộc vào cấu trúc của đường truyền và tỷ lệ với chiều dài của đường truyền. Đây là đại lượng quyết định cự ly thông tin.

- Độ nhiễu điện từ gây ra bởi can nhiễu điện từ bên ngoài, làm ảnh hưởng đến tín hiệu trên đường truyền. Độ can nhiễu ảnh hưởng đến chất lượng truyền dữ liệu, đến tốc độ truyền và cự ly thông tin. Cần chọn đường

truyền thích hợp và có phương pháp chống can nhiễu trong vùng độ can nhiễu lớn.

Từ những điều trình bày ở trên, ta có thể đưa ra một số nhận xét về hai loại đường truyền vô tuyến và hữu tuyến sau đây:

- Đối với đường truyền vô tuyến: Dải sóng sử dụng đối với thông tin vô tuyến bao gồm các dải sóng từ dải radio trở lên đến hồng ngoại. Dải sóng radio liên lạc trong bầu khí quyển trên mặt đất. Các dải sóng còn lại liên lạc giữa trái đất và vệ tinh, tàu vũ trụ. Độ tổn hao lớn, tốc độ từ 1 đến 10Mbps. Đối với tia hồng ngoại tốc độ đạt đến 16 Mb/s. Nhược điểm của phương thức truyền này là có độ can nhiễu cao và tính bảo mật kém, thiết bị thu -phát phức tạp. Tuy nhiên tất cả các vấn đề trên ngày nay đã được khắc phục cơ bản. Vì vậy mạng wireless đang trở thành mạng hiện đại và hiệu quả nhất.

- Đường truyền hữu tuyến bao gồm:

+ Cáp xoắn đôi: Đây là cáp rẻ nhất dùng phổ biến cho điện thoại. Nó cho phép truyền dữ liệu cỡ 1Mbps, cự ly thông tin cỡ 100 m. Tuy nhiên, nếu cấu trúc chính xác, tốc độ và cự ly thông tin tăng hơn nhiều.

+ Cáp đồng trục: Khi dùng ở băng tần cơ sở, tốc độ đạt 10 Mbps và cự ly tối đa có thể đạt 4000 m. Khi dùng ở băng tần rộng, dải tần số hoạt động ở vùng sóng radio. Tốc độ chỉ đạt cỡ 5Mbps, cự ly thông tin đến 50 km.

+ Cáp sợi quang: Đây là loại cáp có dải thông rộng cỡ 2GHz và độ suy hao rất nhỏ, có tính chống can nhiễu cao và bảo mật tốt. Có thể xem đây là đường truyền lý tưởng cho thông tin liên lạc.

1.1.2.2. Topo mạng (Network topology)

Topo mạng xác định cấu trúc của mạng. Topo mạng bao gồm: topo vật lý, đó là thể hiện thực sự của dây nối hay môi trường truyền dẫn; topo logic, nó định nghĩa cách thức mà host truy nhập môi trường cho việc truyền dữ liệu.

1. Topo vật lý

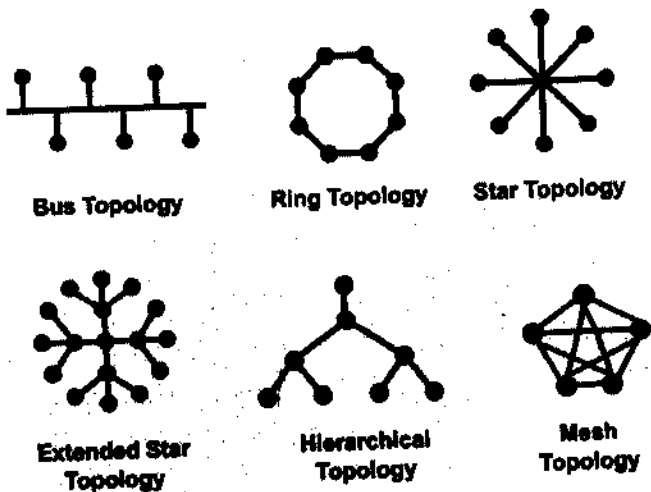
Các topo vật lý được dùng phổ biến là Bus, Ring, Star, Extended Star, Hierarchy, Mesh (hình 1.2).

- **Mạng xa lộ (Bus Topology):** Dùng một trục cáp đơn được kết cuối ở cả hai đầu bởi terminator và không có các thiết bị như switch hay repeater. Tất cả các host được kết nối trực tiếp vào trục này. Khi một host truyền dữ liệu, tất cả các host còn lại có thể nhận tín hiệu trực tiếp. Ưu điểm của mạng dạng bus là: khi có sai hỏng một máy thì

không ảnh hưởng tới toàn mạng và việc mở rộng hay thu hẹp mạng có thể thực hiện rất đơn giản. Tuy nhiên bus cũng có nhiều nhược điểm, ví dụ như khi có một điểm trên bus bị hỏng thì toàn bộ hệ thống ngừng hoạt động. Mặt khác, phải tính tới việc tránh sự chồng chéo số liệu gây ra do nhiều trạm phát đồng thời.

- **Mạng vòng (Ring Topology):** Các host được kết nối liên tiếp nhau tạo thành một vòng kín không có điểm đầu và cũng không có điểm cuối. Tín hiệu được lưu chuyển trên vòng theo một chiều duy nhất.
- **Mạng hình sao (Star Topology):** Tất cả các máy trạm được nối vào một thiết bị trung tâm. Thiết bị trung tâm có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ một trạm này và chuyển đến trạm khác. Thiết bị trung tâm này có thể là một bộ chuyển mạch (Switch), một bộ định tuyến (Router), hay đơn giản là một bộ phân kênh (Hub). Khi có một trạm nào đó bị hỏng thì không ảnh hưởng đến toàn mạng.
- **Mạng hình sao mở rộng (Extended Star Topology):** Liên kết các mạng sao riêng lẻ lại với nhau bằng cách kết nối các hub các switch với nhau. Dạng này có thể mở rộng phạm vi và mức độ bao phủ của mạng.

Physical Topologies



Hình 1.2. Một số Fopo vật lý được dùng phổ biến.

- **Mạng Topo phân cấp (Hierarchical Topology):** Tương tự như mạng sao mở rộng, nhưng hệ thống này được liên kết đến một máy tính kiểm soát lưu lượng trung tâm.

- **Mạng lưới (Mesh Topology):** Được triển khai nhằm tăng cường mức bảo vệ để phòng tình huống gián đoạn dịch vụ. Mỗi một host có các kết nối riêng đến tất cả các host còn lại. Mặc dù Internet có nhiều đường dẫn đến bất kỳ một vị trí nào, nhưng nó vẫn không được coi là một topo dạng lưới đầy đủ.

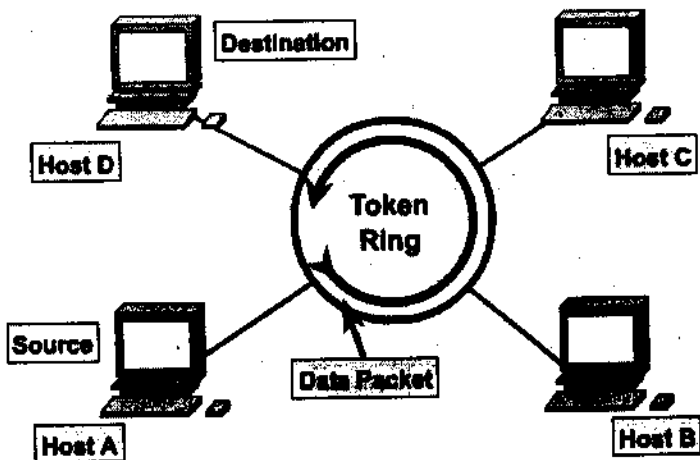
2. Topo logic hay lược đồ truy cập môi trường mạng

Bất kỳ Topo nào dùng một đoạn cáp chung đều phải vận dụng một cách thức nào đó để truy cập đoạn cáp đó.

Topo logic của một mạng là cách thức mà host truyền thông xuyên qua môi trường mà không xảy ra xung đột với host khác. Có hai loại phổ biến nhất của topo logic là quảng bá (Broadcast) và truyền thẻ (Token passing).

Topo quảng bá có nghĩa đơn giản là mỗi host truyền số liệu của nó đến tất cả các host còn lại trên môi trường mạng. Đây là mạng truy cập kiểu cạnh tranh. Không có một trật tự ưu tiên nào mà các trạm phải tuân theo khi sử dụng mạng. Mạng hoạt động theo nguyên tắc đến trước được phục vụ trước. Ethernet làm việc theo cách này. Trong các mạng kiểu có cạnh tranh, nếu một trạm bất kỳ muốn truyền tin thì trạm này phải theo dõi mạng. Khi không có trạm nào khác trong mạng truyền phát tín hiệu, thì trạm này mới có thể truyền tin. Các trạm còn lại phải đợi đến khi trạm này hết truyền tin mới được truy cập mạng. Lược đồ truy cập này bao gồm các phương pháp CSMA (Carrier Sense Multiple Access), CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).

Topo truyền thẻ điều khiển truy nhập mạng bằng cách chuyển hay truyền (passing) một thẻ điện tử (electronic token) một cách tuần tự đến mỗi host. Khi một host nhận được thẻ (token) này nó được phép truyền số liệu lên mạng. Nếu host đó không có dữ liệu để truyền thì nó lập tức chuyển thẻ đến host kế tiếp và quá trình này cứ thế tiếp diễn. Hai mạng sử dụng token passing là mạng Token Ring và mạng FDDI. Một biến thể khác của Token Ring và FDDI là mạng Arcnet. Arcnet là một token passing trên một topo xa lộ. Ở đây có một phương án tạo ra vòng liên kết logic kín giữa những trạm có nhu cầu truyền tin, thẻ sẽ lưu chuyển trên vòng logic này. Bất kỳ trạm nào trong vòng logic hết nhu cầu truyền số liệu đều có thể rút ra khỏi vòng, cũng như các trạm ngoài vòng có nhu cầu truyền số liệu có thể nhập vòng, theo những quy tắc định sẵn khác với Token Ring. Ở Token Bus thứ tự các trạm trên vòng không phụ thuộc vị trí địa lý mà phụ thuộc thời điểm nó nhập vòng.



Hình 1.3. Mạng Token Ring.

1.1.2.3. Giao thức mạng (Network protocol)

Việc truyền dữ liệu cần phải có những quy tắc, quy ước về khuôn dạng của dữ liệu; cách gửi, cách nhận; kiểm soát hiệu quả, chất lượng truyền; xử lý lỗi và sự cố. Tập hợp tất cả các quy tắc, quy ước đó gọi là giao thức. Các giao thức điều khiển tất cả các khía cạnh của hoạt động truyền số liệu, bao gồm:

- Mạng vật lý được xây dựng như thế nào,
- Các máy tính được kết nối đến mạng như thế nào,
- Số liệu được định dạng như thế nào để truyền,
- Số liệu được truyền như thế nào,
- Đối phó ra sao với lỗi.

Các mạng có thể sử dụng các giao thức khác nhau tùy theo sự lựa chọn của người thiết kế mạng. Các giao thức được tạo ra và duy trì bởi nhiều tổ chức và hiệp hội khác nhau. Trong số đó có thể kể đến IEEE, ANSI, TIA, EIA, và ITU-T. Một số giao thức thông dụng hiện nay là:

- TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol): là giao thức mạng công nghiệp hỗ trợ phân đường và truy nhập vào internet. TCP/IP ngày càng trở nên thông dụng và phổ biến. Mạng internet hoàn toàn chỉ sử dụng TCP/IP.
- IPX/SPX (Internet Packet Exchange/Sequenced Packet Exchange) được sử dụng trong các mạng Novell cung cấp các dịch vụ tương tự như TCP/IP. Do sự bùng nổ của mạng internet, mức độ thông dụng của IPX/SPX ngày càng suy giảm.
- Appletalk là giao thức mạng của các máy tính Macintosh.

1.1.3. PHÂN LOẠI MẠNG MÁY TÍNH

Tuỳ theo yếu tố chính được chọn để phân loại, có nhiều cách phân loại mạng máy tính khác nhau.

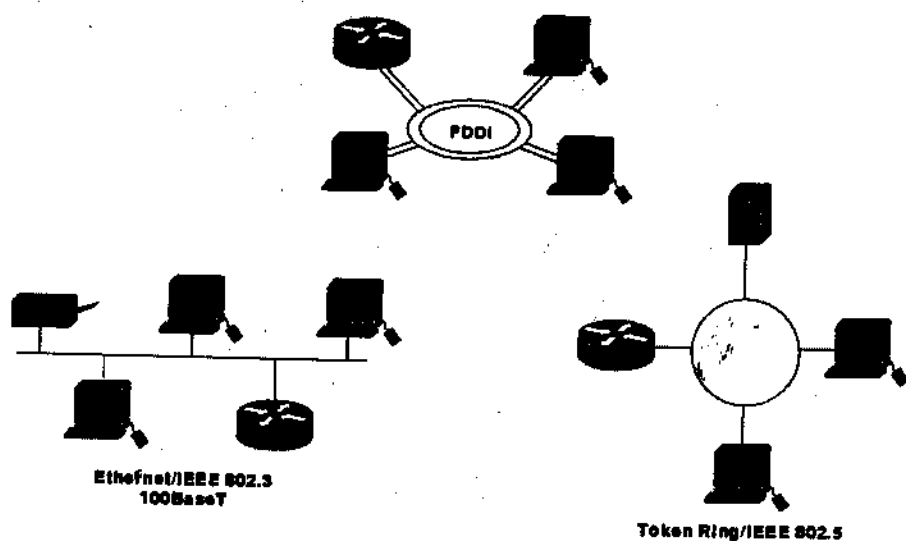
- Dựa vào khoảng cách địa lý người ta phân mạng thành : Mạng cục bộ (LAN), mạng đô thị (MAN), mạng diện rộng (WAN), mạng toàn cầu (GAN). Cách phân loại này thật ra chỉ là tương đối, bởi công nghệ truyền dẫn và quản trị mạng ngày càng phát triển, ranh giới giữa chúng càng không phân biệt.

- Dựa theo kỹ thuật chuyển mạch (switching), có mạng chuyển mạch kênh, chuyển mạch thông báo, chuyển mạch gói.

- Theo Topo mạng và giao thức mạng có các mạng SNA, IBM, ISO, TCP/IP...

Dưới đây sẽ trình bày khái quát về một số mạng đang được sử dụng

1.1.3.1. Mạng cục bộ LAN (Local Area Networks)



Hình 1.4. Ba công nghệ LAN phổ biến: Ethernet, Token Ring và FDDI.

LAN được cài đặt trong phạm vi tương đối nhỏ (ví dụ tòa nhà, trường học...) với khoảng cách nhỏ hơn 10 km. Các thành phần của LAN gồm:

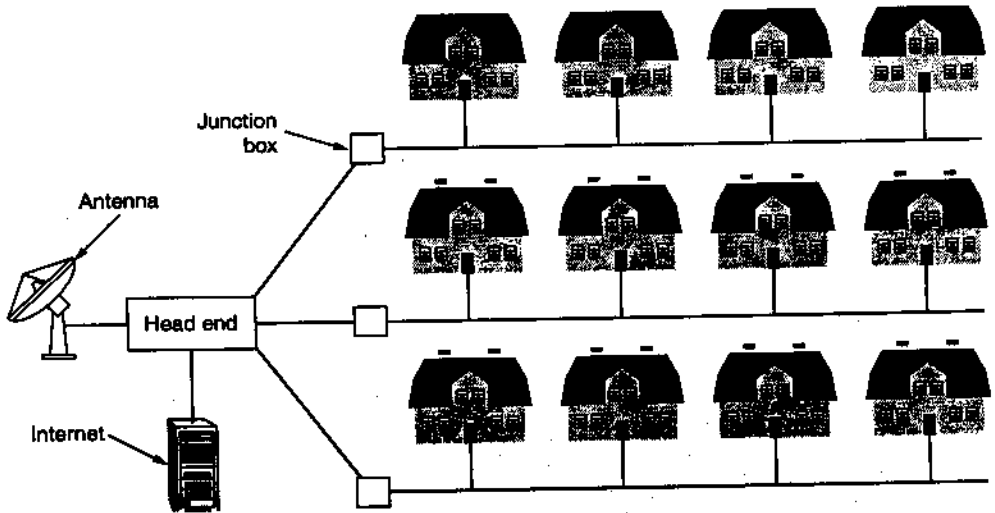
- Máy tính,
- Các card giao tiếp mạng,
- Các thiết bị ngoại vi,
- Đường truyền thiết lập mạng,
- Các thiết bị mạng.

Mạng LAN do cơ quan sử dụng LAN quản lý, liên kết số liệu, truyền thông cục bộ và các phương tiện tính toán lại với nhau. Một số công nghệ LAN phổ biến là (hình 1.4):

- Ethernet,
- Token ring,
- FDDI (Fiber Distributed Data Interface).

1.1.3.2. Mạng đô thị MAN (Metropolitan Area Networks)

MAN là một mạng trải rộng trong phạm vi một đô thị hay một trung tâm kinh tế xã hội với khoảng cách cỡ 100 km trở lại. Một MAN thường bao gồm hai hay nhiều LAN nằm trong cùng một phạm vi địa lý. Để nối kết các LAN thành MAN có thể sử dụng: đường truyền cáp sợi quang, công nghệ wireless bridge v.v... Thiết bị mạng do cơ quan dịch vụ công cộng hoặc cơ quan của người sử dụng sở hữu.



Hình 1.5. Một MAN xây dựng dựa trên hệ thống cable TV.

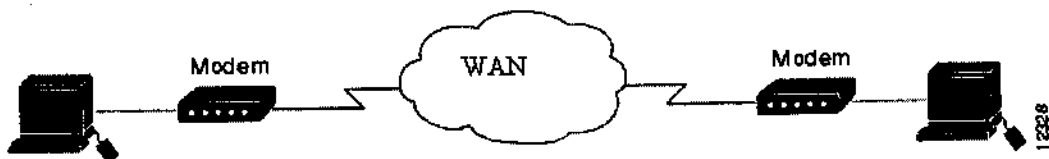
1.1.3.3. Mạng diện rộng WAN (Wide Area Networks)

WAN có phạm vi rộng lớn trong một quốc gia hay giữa các quốc gia. Các WAN liên nối các LAN và từ các LAN cung cấp truy xuất đến các máy tính hay các server tại các vị trí khác nhau. Các WAN là các mạng công cộng do các công ty hoặc tổ chức dịch vụ công cộng cung cấp. Năm 1976, Ủy ban tư vấn về điện thoại và điện quốc tế CCITT đã chấp nhận khuyến nghị X25. Từ đó nó trở thành chuẩn sử dụng rộng rãi nhất cho các mạng công cộng. Các WAN được thiết kế để thực hiện các công việc sau:

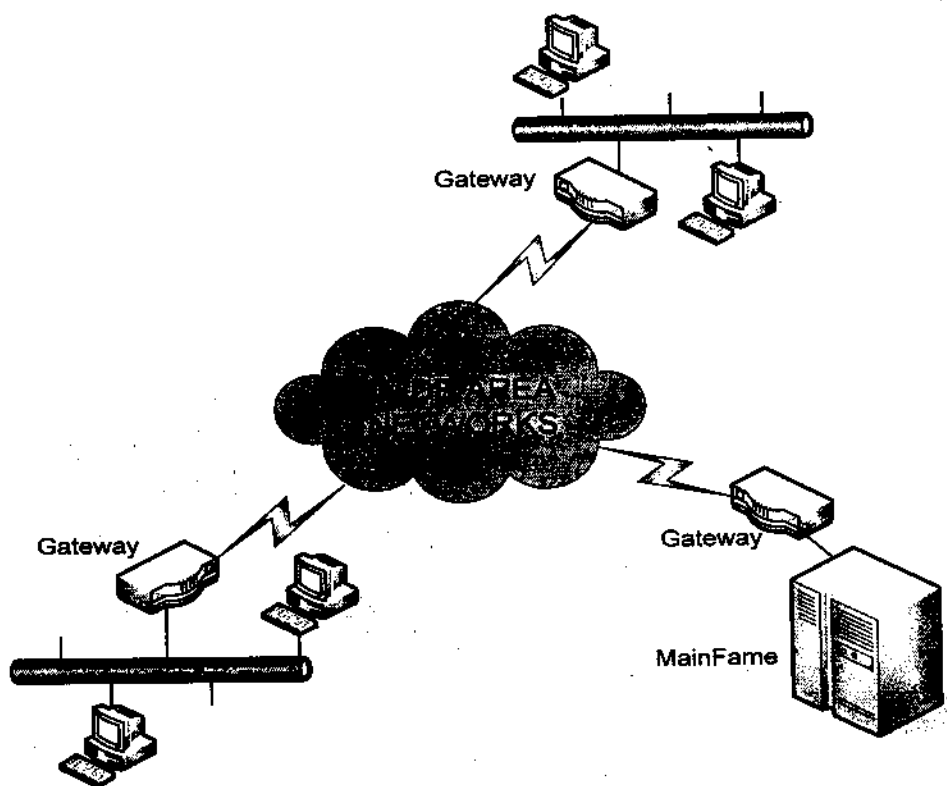
- Hoạt động qua các vùng có tách biệt lớn về mặt địa lý.

- Cho phép các user có thể thông tin liên lạc thời gian thực với nhau.
- Cung cấp các kết nối các tài nguyên xa vào các dịch vụ cục bộ.
- Cung cấp các dịch vụ e-mail, WWW, FTP và các dịch vụ thương mại điện tử.

Để nối kết các LAN và các máy tính qua WAN, thường sử dụng MODEM và Gateway. Công nghệ WAN phổ biến hiện nay vẫn là chuẩn X25 và các phiên bản của nó, đồng thời xuất hiện nhiều chuẩn mới hiệu quả hơn các WAN hiện nay có thể kể đến: các mạng chuyển mạch gói X25, các mạng T ở Mỹ, E ở châu Âu, frame relay, ISDN ...



Hình 1.6a. Kết nối modem thông qua một WAN có thể truyền dẫn cả tín hiệu analog và digital.



Hình 1.6b. Kết nối Gateway qua một WAN có thể trao đổi các thông tin giữa các LAN, máy tính không tương thích.

1.1.3.4. Mạng toàn cầu GAN (Global Area Networks)

Mạng có phạm vi toàn cầu kết nối giữa các châu lục. Thông thường GAN được thực hiện thông qua mạng viễn thông và qua vệ tinh.

1.1.3.5. Mạng lưu trữ SAN (Storage Area Networks)

Là một mạng chất lượng cao và được cấp riêng dùng để di chuyển dữ liệu qua lại giữa các server và các tài nguyên lưu trữ. Vì là một mạng cấp riêng tách biệt, nên SAN tránh được bất kỳ một sự xung đột lưu lượng nào giữa các client và server. Công nghệ SAN cho phép thực hiện các kết nối tốc độ cao giữa server với thiết bị lưu trữ, giữa các thiết bị lưu trữ và giữa các sever. Các SAN có các đặc tính sau:

- *Phẩm chất cao*: SAN cho phép truy xuất dây đĩa hay băng từ một cách đồng thời từ hai hay nhiều server với tốc độ cao, tăng cường được hiệu suất hệ thống.
- *Tính khả dụng*: SAN được xây dựng với khả năng chịu lỗi, bởi dữ liệu có thể được phản chiếu theo kiểu soi gương đến 10 km bằng cách sử dụng một SAN.
- *Tính khả triển*: Giống như WAN hay LAN, SAN có thể sử dụng một số công nghệ khác nhau.

1.1.3.6. Mạng riêng ảo VPN (Virtual Private Networks)

VPN là một mạng riêng được kiến tạo bên trong một hạ tầng mạng công cộng có sẵn ví dụ như Internet. Sử dụng VPN, người sử dụng có thể truy xuất vào mạng thông qua Internet bằng cách xây dựng một "đường hầm bảo mật" (secure tunnel) giữa PC của họ và một VPN router. Ba loại VPN chính là Access VPN, Intranet VPN, và Extranet VPN:

- **Access VPN**: cung cấp truy nhập từ xa cho các nhân viên lưu động và văn phòng nhỏ vào các headquarter của intranet hay extranet qua một hạ tầng chia sẻ.
- **Intranet VPN**: liên kết các văn phòng khu vực và ở xa vào các headquarter của mạng nội bộ qua một hạ tầng chia sẻ sử dụng các cấu cố định. Intranet chỉ cho phép các đối tượng nhất định truy xuất.
- **Extranet VPN**: extranet liên kết các customer vào các headquarter của mạng qua một hạ tầng chia sẻ sử dụng các cấu nối cố định. Extranet VPN cho phép các user bất kỳ truy xuất.

1.1.3.7. Intranet và Extranet

Một cấu hình phổ biến của LAN là Intranet. Intranet là mạng máy tính dựa trên công nghệ Internet, giao thức truyền thống TCP/IP, các chuẩn là web HTTP, HTML. Các Intranet Web server khác với các Web server công cộng ở chỗ từ bên ngoài phải có quyền và mật khẩu phù hợp mới có thể truy xuất vào Intranet của một tổ chức nào đó. Intranet được thiết kế sao cho các user đã được cấp quyền truy xuất có thể vào mạng LAN nội bộ của một tổ chức. Bên trong một Intranet các Web server được cài đặt trên mạng. Kỹ thuật browser được dùng phổ biến nhất để truy xuất các dạng thông tin như số liệu thương mại, đồ họa, tài liệu văn bản ... được lưu giữ trong các server này.

Extranet liên hệ đến các ứng dụng và dịch vụ căn bản dựa vào Intranet nhưng được mở rộng ra để cho phép truy xuất có kiểm soát và bảo vệ đối với các user bên ngoài. Do đó, một Extranet là một mở rộng của hai hay nhiều Intranet với một tương tác bảo vệ giữa các thành viên.

1.1.4. BĂNG THÔNG

1.1.4.1. Tầm quan trọng của băng thông

Băng thông được định nghĩa như là dung lượng của kết nối. Dung lượng là vấn đề đòi hỏi đầu tiên khi thực hiện các ứng dụng. Các kết nối hỗ trợ truyền e-mail, web thường trở nên quá tải khi bạn thêm quá nhiều ứng dụng trên mạng.

Mạng LAN và WAN luôn có một điều chung đó là sử dụng khái niệm băng thông thể hiện cho dung lượng mạng. Đây là khái niệm cơ bản của hệ thống mạng nhưng có thể gây khó khăn cho người đọc ngay từ đầu, chính vì vậy chúng ta cần hiểu rõ khái niệm băng thông.

Băng thông dùng để xác định bao nhiêu thông tin truyền từ điểm này đến điểm khác trong một đơn vị thời gian. Chúng ta có hai khái niệm của riêng từ băng thông, một là của tín hiệu tương tự, còn lại là của tín hiệu số. Trong hệ thống mạng bạn sẽ thường gặp khái niệm băng thông số, và được gọi đơn giản là băng thông.

Bạn đã biết đơn vị cơ sở miêu tả dòng thông tin số truyền từ điểm này đến điểm khác là bit. Tiếp theo bạn cần biết khái niệm dòng thông tin trong một đơn vị thời gian là bit trên giây.

Bit trên giây là đơn vị của băng thông. Tất nhiên, nếu truyền thông hoạt động trên tốc độ này, 1 bit trên giây, thì thật là quá thấp, cứ tưởng tượng

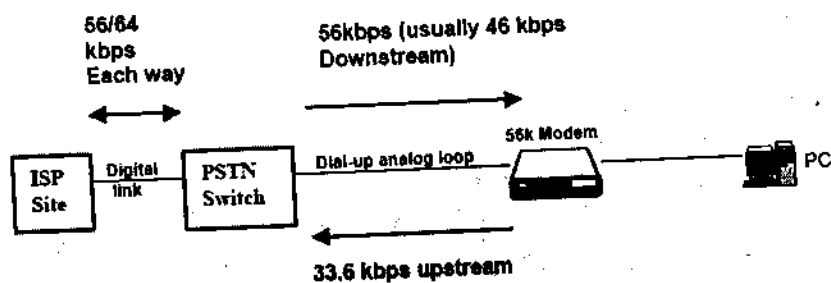
bạn truyền dữ liệu tên bạn dưới dạng mã ASCII và địa chỉ phải mất vài phút. Đừng lo lắng bởi băng thông thực tế bao giờ cũng lớn hơn con số đó rất nhiều.

Có hai loại tín hiệu là tín hiệu tương tự (analog) và tín hiệu số (digital). Đơn vị cơ bản của băng thông analog là herzt (Hz). Thông thường, đơn vị cơ bản của băng thông analog cũng được dùng cho băng thông của tín hiệu digital.

Chính vì vậy, việc hiểu rõ khái niệm về băng thông là hết sức quan trọng khi nghiên cứu mạng vì năm lý do sau đây:

- Băng thông là hữu hạn. Băng thông bị giới hạn ngoài bởi tại đường truyền còn bởi các quy luật vật lý, dưới đây là một số ví dụ về giới hạn của băng thông:

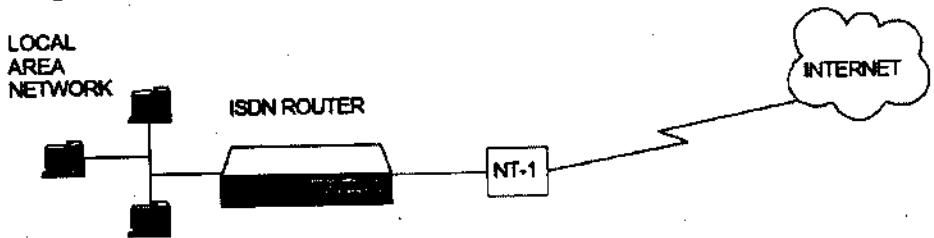
- Đối với Modem Analog: từ khá lâu, băng thông dành cho modem analog được đưa ra là 9.600 bps, đến nay, băng thông của modem analog đạt tới tốc độ 33.600 bps và 56.000 bps (đường load xuống) khi kết nối Internet. Khái niệm modem có nghĩa là điều biến và dải điều biến (Modulation và Demodulation). Modem cho phép hai thiết bị tạo ra thông tin số (như máy vi tính) truyền thông với nhau thông qua hệ thống tương tự như là hệ thống mạng chuyển mạch điện thoại PSTN công cộng. Modem có rất nhiều ưu điểm như giá rẻ, dễ dàng cài đặt (Modem sử dụng ngay đường dây điện thoại có sẵn) và khả năng phổ biến rộng rãi. Nhưng modem có một nhược điểm sống còn đó là tốc độ kết nối thấp.



Hình 1.7. Mô hình truyền thông dùng modem Analog.

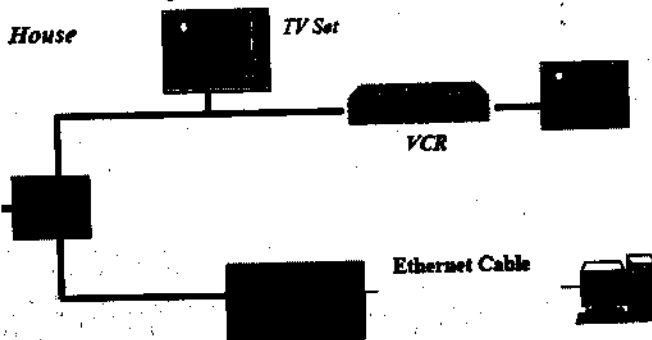
- Đối với đường truyền ISDN: ISDN là dịch vụ thoại kỹ thuật số sử dụng đường cáp đồng thoại có sẵn và có thể được sử dụng để truyền tín hiệu thoại và dữ liệu đồng thời. ISDN cho phép thông lượng dữ liệu truyền qua đạt tới 128 Kbps. Không như modem chuyển đổi tín hiệu số từ máy tính sang tương tự rồi truyền đi, ISDN truyền thẳng trực tiếp tín

hiệu số thông qua hai dạng kênh ISDN, kênh “B” mang theo dữ liệu, thoại, và các dịch vụ khác, kênh D mang theo thông tin điều khiển và tín hiệu. ISDN có hai mức dịch vụ, BRI (giao diện tốc độ cơ sở) và PRI (giao diện tốc độ chính). BRI chứa 2 kênh B 64K và 1 kênh D thông thường dành cho các dịch vụ gia đình và các doanh nghiệp nhỏ. PRI có thể có 23 đến 30 kênh B và ứng dụng cho số người dùng vô cùng lớn. Băng thông của ISDN lớn hơn so với băng thông của modem analog.



Hình 1.8. Mô hình truyền thông ISDN

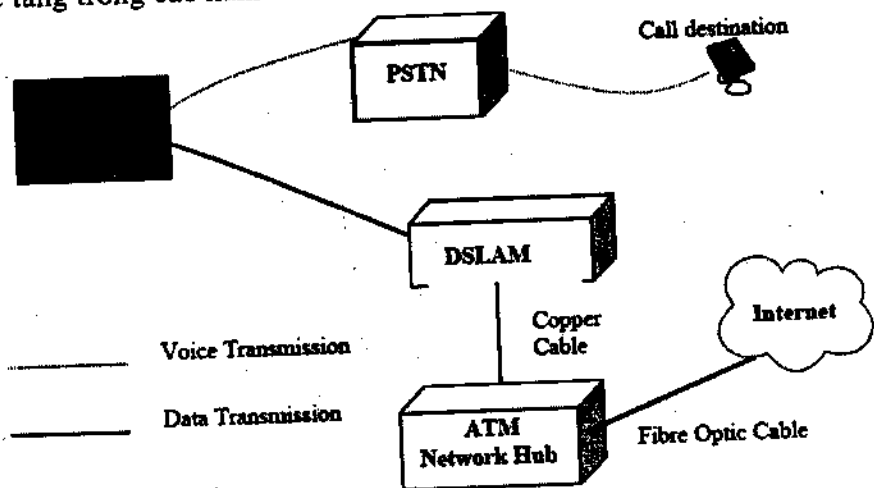
- Đối với modem cáp. Modem cáp sử dụng cáp mạng thay cho đường dây điện thoại. Cáp mạng cung cấp băng thông lớn hơn và có thể nhận dữ liệu ở 1.5 Mbps. Tốc độ dữ liệu này là quá cao so với tốc độ 56K của modem analog tương tự. Nhưng do bản chất của công nghệ này, số người sử dụng mạng sẽ giảm xuống, thực tế modem cáp chỉ sử dụng các hệ thống cáp địa phương. Đây là công nghệ mới và một vài hãng đã chấp nhận các chuẩn giao thức modem cáp.



Hình 1.9. Mô hình truyền thông modem cáp.

- Đối với đường truyền ADSL: DSL là công nghệ mang đến thông tin băng thông rộng cao tới gia đình và các doanh nghiệp vừa và nhỏ thông qua hệ thống cáp điện thoại bằng đồng truyền thống. Đường thuê bao kỹ thuật số (DSL) cho phép tốc độ truy suất modem analog tăng cao hơn 300 lần so với hầu hết các loại modem tương tự. Từ khi DSL hoạt động được trên hệ thống cáp điện thoại, hệ thống DSL đã giải quyết vấn đề

thất nút cổ chai trong cấu trúc cáp điện thoại. ADSL (đường thuê bao số bất đối xứng) là công nghệ cho phép truyền tín hiệu số băng thông rộng cao trên đường thoại có sẵn tới các gia đình và doanh nghiệp. ADSL là bất đối xứng ở chỗ kênh truyền xuống có băng thông lớn hơn kênh truyền lên. ADSL cho phép vừa thoại vừa truyền dữ liệu. Hiện nay ADSL đưa ra tốc độ đưa lên là 2 Mbps, xuống là 10 Mbps và còn tiếp tục tăng trong các năm tới



Hình 1.10. Mô hình truyền thông ADSL.

1. Hiểu biết băng thông hoạt động thế nào, và sự giới hạn của nó sẽ giúp bạn tiết kiệm được khá nhiều tiền. Lấy ví dụ, giá của những lựa chọn kết nối Internet từ các nhà cung cấp dịch vụ sẽ phụ thuộc vào băng thông là bao nhiêu, thời gian sử dụng bao nhiêu và những yêu cầu của bạn.

2. Đối với người chuyên nghiệp về mạng, bạn sẽ luôn bị đòi hỏi phải hiểu biết tốt về băng thông và thông lượng. Chúng là các trọng số lớn để nhận biết một hệ thống mạng hoạt động tối ưu. Hơn nữa, đối với người thiết kế mạng của những mạng cơ sở mới, băng thông luôn là điều được xét đến đầu tiên.

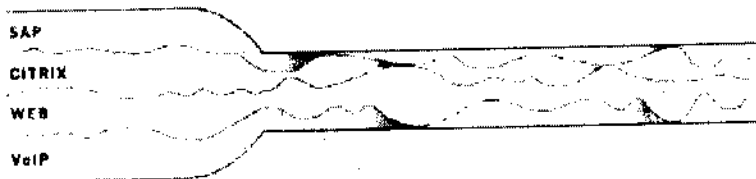
3. Có hai khái niệm lớn để hiểu về xa lộ thông tin. Thứ nhất là bất cứ dạng thông tin nào cũng có thể được lưu như một chuỗi dài ký tự bits. Và thứ hai là việc lưu trữ dữ liệu dưới dạng bits.

4. **Nhu cầu băng thông không ngừng gia tăng.** Sự chuyển phát qua mạng đa phương tiện bao gồm các luồng video và audio yêu cầu lượng lớn băng thông. Các hệ thống điện thoại IP được xây dựng phổ biến khắp nơi cũng làm tăng nhu cầu về băng thông.

1.1.4.2. Dạng tương tự của băng thông

Băng thông đã được định nghĩa ở trên như là một lượng thông tin chảy qua một mạng trong một khoảng thời gian xác định. Để có thể nhìn nhận trực quan khái niệm băng thông trong mạng, chúng ta sẽ thử liên hệ với hai dạng dòng chảy tương tự là dòng chảy của nước trong ống dẫn và dòng lưu thông của các phương tiện giao thông trên các làn đường cao tốc.

1. **Băng thông giống như tiết diện của ống dẫn.** Mạng ống cấp nước đến từng nhà và mang đi phần nước không dùng tới. Mạng cấp nước này được xây dựng từ các ống có đường kính rất khác nhau. Ống chính đường kính có thể lớn đến 2 m, trong khi ống dẫn vào đến nhà của khách hàng sử dụng đường kính có khi chỉ cỡ 2 cm. Bề rộng hay tiết diện trong của ống chính là khả năng mang nước của ống. Do đó có thể hình dung nước như là dữ liệu cần truyền và tiết diện trong của ống như là băng thông.



Hình 1.11. Băng thông biểu diễn dạng ống.

2. **Băng thông giống như là số làn xe trên đường cao tốc.** Một hệ thống đường cao tốc thường có nhiều làn xe. Hệ thống cao tốc này lại được nối vào các trục đường nhỏ hơn và ít làn xe hơn. Khi có một số ít các phương tiện tham gia giao thông trên đường thì tất cả đều có thể chuyển động tự do. Khi có quá nhiều phương tiện tham gia giao thông thì ngay cả đường cao tốc có nhiều làn xe cũng sẽ bị nghẽn và chậm lại. Đặc biệt là khi các trục đường nhỏ bị nghẽn thì có thể dẫn tới sự tắc nghẽn của đường cao tốc lớn và do đó có thể gây tắc nghẽn trên toàn bộ tuyến đường. Một mạng số liệu rất giống hệ thống đường cao tốc ở trên. Các gói dữ liệu giống như các phương tiện giao thông còn băng thông thì giống với số làn xe trên đường cao tốc.

3. **Băng thông như là chất lượng tiếng trong hệ thống âm thanh:** Âm thanh là thông tin, và chất lượng của âm thanh bạn nghe thấy là băng thông. Khi bạn lựa chọn chất lượng của các bài hát trên điện thoại, AM radio, FM radio, và trên CD-ROM, bạn sẽ chọn CD trước rồi đến FM radio, AM radio, và cuối cùng là trên điện thoại. Và băng thông thực sự cho từng trường hợp sẽ là 20 KHz, 15 KHz, 5 KHz, 3 KHz. Bạn nên nhớ rằng thực tế băng thông là

gì, đó là số tối đa bits có thể truyền qua theo lý thuyết trên một vùng cho trước trong một khoảng thời gian xác định (dưới những điều kiện cho trước).

1.1.4.3. Đo lường

Đơn vị cơ bản của băng thông trong các hệ thống số (digital) là bit/giây (bps). Băng thông là đo đại lượng đo lường mức thông tin hay số bit có thể truyền từ nơi này đến nơi khác trong mạng trong một khoảng thời gian nào đó. Băng thông mạng thường có độ lớn hàng nghìn bit/giây (Kbps), hàng triệu bit/giây (Mbps), hàng tỷ bit/giây (Gbps) và thậm chí là hàng nghìn tỷ bit/giây (Tbps) tùy theo đường truyền vật lý và công nghệ mạng.

Mặc dù băng thông và tốc độ thường bị dùng lẫn lộn, nhưng chúng không phải là một. Thông thường người ta hay nói một cách *không chính xác* là một kết nối T3 có băng thông 45 Mbps hoạt động với một tốc độ cao hơn một kết nối T1 có băng thông 1,544 Mbps. Tuy nhiên, nếu chỉ dùng một lượng nhỏ dung lượng thông tin thì cả hai loại kết nối này sẽ truyền gói dữ liệu đó đến đích với tốc độ gần như nhau. Do đó, cần phải nói một cách *chính xác* là một kết nối T3 có băng thông lớn hơn một kết nối T1. Trong cùng một khoảng thời gian, kết nối T3 có khả năng mang nhiều thông tin hơn kết nối T1, chứ không phải là T3 có tốc độ cao hơn T1.

1.1.4.4. Các giới hạn

Như đã thảo luận ở trên, băng thông bị giới hạn bởi các định luật vật lý và các công nghệ được dùng để đặt thông tin lên đường truyền. Cụ thể, băng thông thay đổi phụ thuộc vào loại đường truyền cũng như các công nghệ LAN hay WAN được dùng. Bản chất vật lý của loại đường truyền (dây đồng xoắn đôi, cable đồng trục, cable quang, không khí) xác lập giới hạn cơ bản của khả năng truyền tín hiệu trên loại đường truyền đó. Tuy nhiên, băng thông thực sự của mạng được xác định bởi một tổ hợp của đường truyền vật lý và các công nghệ được chọn để truyền tín hiệu mạng.

Ví dụ, theo hiểu biết hiện hành về bản chất vật lý của dây cable UTP thì băng thông của nó có giới hạn trên theo lý thuyết là 1 Gbps. Tuy nhiên, trên thực tế thì băng thông được xác định bởi việc dùng 10BASE-T, 100BASE-TX hay 1000BASE-T Ethernet và khi đó băng thông tối đa của cable UTP theo lý thuyết sẽ lần lượt là 10 Mbps, 100 Mbps và 1000 Mbps.

1.1.4.5. Thông lượng (throughput)

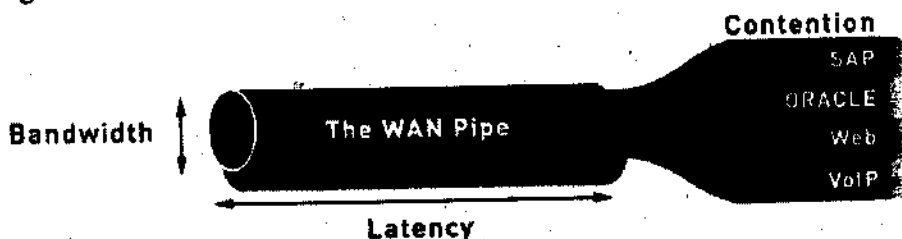
Như đã được định nghĩa ở trên, băng thông là lượng thông tin chảy xuyên qua mạng trong một khoảng thời gian xác định. Một LAN thông thường có

thể được xây dựng để cung ứng 100 Mbps cho mỗi máy trạm. Nhưng điều này không có nghĩa là mỗi user có thể di chuyển thực sự 100 Mb số liệu qua mạng trong một giây trong điều kiện thực tế. Khi sử dụng các chương trình đo tốc độ truyền tin trên mạng ta thấy tốc độ truyền gói tin nhỏ hơn con số trên và chịu ảnh hưởng của nhiều điều kiện như chất lượng kết nối mạng, dung lượng gói tin truyền ... Người ta thường sử dụng khái niệm thông lượng để đặc tả bằng thông khả dụng của mạng.

Thông lượng là băng thông được đo thực sự vào một khoảng thời gian đặc biệt trong ngày sử dụng các tuyến Internet đặc biệt và giữa lúc có một tập các số liệu được truyền qua mạng. Thông lượng thường nhỏ hơn nhiều so với băng thông thiết kế của mạng. Bằng cách đo thông lượng một cách thường xuyên, người quản trị mạng sẽ nhận thức được các thay đổi về hiệu suất mạng cũng như là về nhu cầu của người sử dụng để có thể điều chỉnh mạng cho phù hợp.

1.1.4.6. Tính toán truyền dữ liệu

Những người thiết kế và quản trị hệ thống mạng phải đưa ra các quyết định về băng thông, liệu kết nối WAN trên mạng có cần tăng thêm khi cần sử dụng các dịch vụ mới, với những ứng dụng theo yêu cầu băng thông phải như thế nào mới đáp ứng, hay có thể là mạng trục của LAN hiện hành có đủ băng thông để hoạt động tốt các ứng dụng phục vụ mục đích công việc hay không. Câu trả lời cho các vấn đề thực tế như vậy không phải luôn tìm thấy một cách dễ dàng, nhưng luôn bắt đầu bằng việc tính toán truyền dữ liệu đơn giản.



Hình 1.12. Ví dụ minh họa WAN bị thất cổ chai.

Sử dụng công thức: thời gian truyền T bằng kích thước S của tập tin chia cho băng thông BW , $T = S/BW$, cho phép người quản trị mạng có thể đánh giá được phần nào hiệu suất của mạng. Tuy nhiên, có hai điểm quan trọng cần phải xem xét đến khi thực hiện tính toán, đó là:

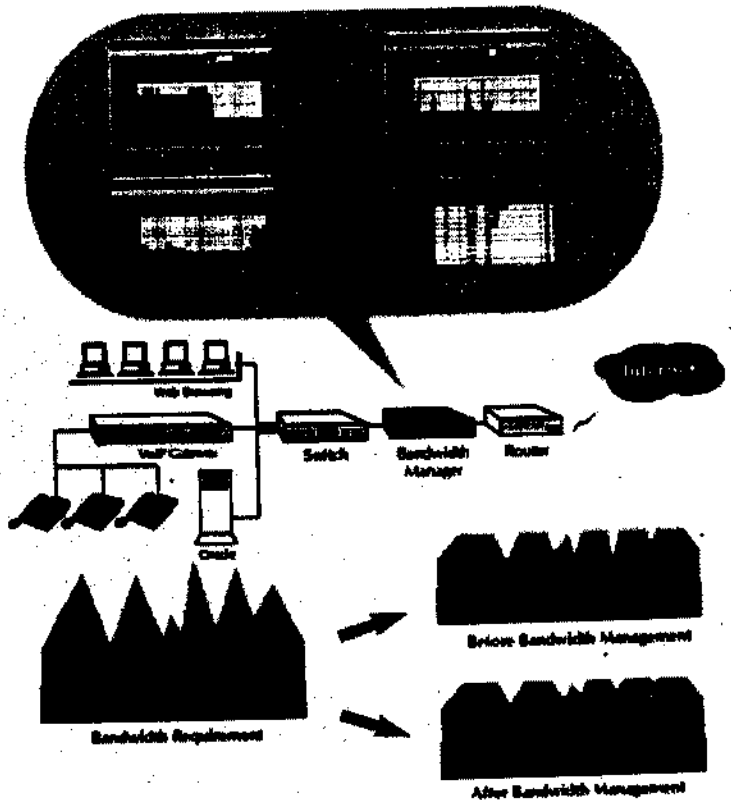
- Kết quả chỉ là một sự ước lượng vì kích thước S của file không bao gồm bất kỳ thông tin overhead nào được thêm vào trong quá trình đóng gói.

- Kết quả gần như là thời gian truyền tốt nhất có thể đạt được vì băng thông khả dụng luôn nhỏ hơn giá trị băng thông tối đa theo lý thuyết trên bất kỳ mạng nào. Có thể nhận được các ước lượng chính xác hơn nếu sử dụng thông lượng thay cho băng thông trong khi tính toán,

1.1.4.7. Vấn đề quản lý băng thông

Những ứng dụng tối quan trọng trong công việc cần ổn định về thời gian truy cập như VoIP hoặc quá trình giao dịch trên mạng cần sự bảo đảm về băng thông. Việc sử dụng thiết bị hoặc phần mềm quản lý băng thông, cho phép người quản trị mạng dễ dàng và đủ quyền lực để phân chia tài nguyên mạng dựa trên những ưu tiên về công việc và có thể định hướng, điều khiển sử dụng băng thông một cách hợp lý. Những tài nguyên ứng dụng trên mạng WAN sẽ được tối ưu hoá một cách hiệu quả hơn, tránh lãng phí khi cần phải sử dụng việc nâng cấp tốn đường truyền trong khi vẫn phải thực hiện những ưu tiên công việc khác trên mạng.

Với các thiết bị hoặc phần mềm quản lý băng thông, những gói tin có thể được phân loại dựa vào địa chỉ IP, IP subnet và số cổng TCP/UDP. Thông thường thiết bị có hơn 20 giao thức thường dùng như H.323, Oracle, v.v... HTTP, FTP. Người quản trị mạng có thể định ra các chính sách để bảo đảm ổn định và đạt được băng thông tối đa cho việc thu và phát đối với mỗi một ứng dụng.



Hình 1.14. Mô hình quản lý băng thông

Người quản trị mạng có thể định nghĩa 3 mức ưu tiên cho mỗi một chính sách để đảm bảo các gói tin cần thiết được thu nhận với băng thông có sẵn với tốc độ cao nhất. Hơn nữa, mỗi một chính sách có thể được định nghĩa theo thời gian tăng giảm năm phút khi chính sách đó được kích hoạt. Quản lý băng thông giúp người quản trị có thể đo được tốc độ truyền trên mạng và được gửi thông báo bằng giao diện đồ họa về việc băng thông đã được sử dụng như thế nào. Người quản trị mạng có thể theo dõi được từng hoạt động truyền dẫn vào ra của các máy hoặc theo các dịch vụ mạng. Những báo cáo này giúp người quản trị dễ dàng hiểu và đặt lại băng thông để tối ưu hoá và sử dụng băng thông một cách tốt nhất.

1.2. KIẾN TRÚC PHÂN LỚP VÀ MÔ HÌNH OSI

1.2.1. KIẾN TRÚC PHÂN LỚP

Để giảm độ phức tạp của việc thiết kế, cài đặt mạng, các mạng máy tính hiện có đều được phân tích thiết kế theo quan điểm *phân lớp* (layering). Mục đích của mỗi lớp là cung cấp một số dịch vụ (services) nhất định cho lớp cao hơn.

Mỗi hệ thống trong một mạng đều có cấu trúc lớp với số lượng, chức năng mỗi lớp như nhau. Dữ liệu không được truyền trực tiếp từ lớp thứ i bên hệ thống này sang lớp i tương ứng của hệ thống khác. Chỉ có lớp thấp nhất mới có liên kết vật lý, các lớp cao hơn chỉ là liên kết logic (ảo). Ở thiết bị gửi, dữ liệu đi từ lớp trên xuống; bên nhận thì ngược lại, dữ liệu đi từ dưới lên nhờ giao diện của cặp lớp kế nhau. Mỗi giao diện quy định thông tin và dịch vụ nào phải cung cấp cho lớp trên nó.

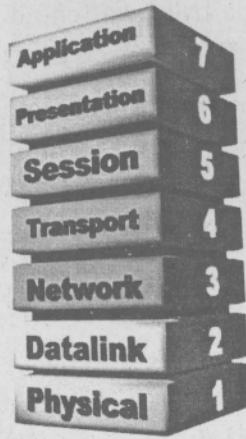
1.2.2. MÔ HÌNH OSI

Để tránh tình trạng không tương thích của các hệ thống khác nhau, cần xây dựng một khung chuẩn về kiến trúc mạng làm căn cứ cho các nhà thiết kế và chế tạo sản phẩm về mạng. Hai mục tiêu cần đạt được trong một mạng máy tính là:

- **Interconnectivity:** giúp kết nối các hệ thống khác nhau: đường truyền vật lý (*physical media*), cơ chế đóng gói dữ liệu (*data packaging mechanism*) và định tuyến (*routing*) giữa nút nguồn và đích.
- **Interoperability:** giúp dữ liệu tương thích giữa các máy tính, bất chấp các máy tính có hệ điều hành và ngôn ngữ khác nhau.

Tổ chức ISO (*The International Organization for Standardization*) đã đưa ra một khung chuẩn vào năm 1984, gọi là mô hình tham chiếu cho việc kết nối các hệ thống mở OSI (*Reference Model for Open System Interconnection*).

Mô hình gồm 7 lớp, mỗi lớp là độc lập, không phụ thuộc vào hệ điều hành và các yếu tố khác. Mô hình cho phép bạn nhận ra được các chức năng của mạng diễn ra tại mỗi lớp. Quan trọng hơn, mô hình tham chiếu OSI là một khuôn mẫu giúp bạn hiểu thông tin di chuyển xuyên qua một mạng như thế nào, quan sát cách thức mà thông tin hay các gói dữ liệu di chuyển từ một chương trình ứng dụng này xuyên qua môi trường mạng (dây cáp...) đi đến chương trình ứng dụng đang tọa lạc trên một máy tính khác trên mạng, ngay cả khi người gửi và người nhận ở hai môi trường mạng khác nhau. Hiện nay mô hình tham chiếu OSI đã trở thành mô hình chính thức cho hoạt động truyền thông mạng. Mặc dù vẫn tồn tại các mô hình khác, nhưng hầu hết các nhà sản xuất đều liên hệ các sản phẩm của họ với mô hình tham chiếu OSI.



Hình 1.15. Mô hình tham chiếu 7 lớp OSI.

Trong mô hình tham chiếu OSI mỗi lớp mô tả một chức năng mạng đặc biệt:

- Lớp 1, 2, 3 là các lớp hỗ trợ mạng, chúng quan hệ với môi trường vật lý của việc truyền dữ liệu từ thiết bị này sang thiết bị khác (điện, kết nối vật lý, địa chỉ vật lý, thời gian truyền và độ tin cậy).
- Lớp 5, 6, 7 là lớp hỗ trợ ứng dụng, chúng cho phép khả năng cùng làm việc giữa các hệ thống phần mềm không liên quan đến nhau.
- Lớp 4 liên kết hai phân nhóm trên và bảo đảm những gì mà lớp thấp hơn truyền thì lớp trên có thể sử dụng được.

Có thể nhận thấy các lớp trên luôn thực hiện bằng phần mềm, các lớp thấp hơn là tổ hợp phần cứng và mềm, riêng lớp vật lý hầu như toàn phần cứng.

1.2.2.1. Chức năng các lớp

a) Lớp vật lý (Physical)

Gửi và nhận các chuỗi bit (*Send and receive bit-stream*), thực hiện liên kết phân cứng (cơ khí và điện) bao gồm mức điện áp và sự thay đổi điện áp. Tốc độ truyền, khoảng cách tối đa và thậm chí các mối nối vật lý cũng nằm trong mức này. Lớp vật lý chỉ làm việc với tín hiệu và môi trường truyền.

b) Lớp liên kết dữ liệu (Datalink)

Cung cấp một khả năng chuyển dữ liệu tin cậy xuyên qua một liên kết vật lý như phân chia khung dữ liệu (*framing data packet*), cài vào địa chỉ đích và nguồn (*destination and source addresses*), cộng tiêu đề (*preamble*), kiểu khung dữ liệu (*frame type*), mã sửa lỗi (*checksum*) vào gói dữ liệu để đảm bảo khung dữ liệu được truyền đi chính xác. Vì thế, lớp này dùng để tạo dữ liệu thành frame và điều khiển truy xuất môi trường.

Lớp liên kết dữ liệu chứa đựng hai lớp con: điều khiển liên kết logic (*LLC - Logical Link Control*) và điều khiển truy nhập đường truyền (*MAC - Media Access Control*). Địa chỉ các thiết bị phân cứng chính thực là địa chỉ MAC trong lớp này. Địa chỉ vật lý cũng nằm tại đây, vì lớp 1 chỉ làm việc duy nhất với dòng bit.

c) Lớp mạng (Network)

Tìm đường đi tốt nhất cho dữ liệu từ nút A đến nút B (*routing*). Kết hợp với lớp giao vận để đảm bảo dữ liệu được phân phối chính xác và nguyên vẹn. Tức là lớp mạng dùng để chọn đường, định tuyến và đánh địa chỉ.

d) Lớp giao vận (Transport)

Phân chia dữ liệu từ host truyền và tái hợp dữ liệu tại host nhận. Ranh giới lớp giao vận và lớp phiên xem như ranh giới giữa giao thức ứng dụng (*application protocol*) và giao thức luồng dữ liệu (*data-flow protocol*). Các dịch vụ tin cậy, phát hiện lỗi, khắc phục lỗi cũng như điều khiển luồng thông tin được sử dụng triệt để. Chất lượng dịch vụ và độ tin cậy là mục tiêu cần đạt được tại lớp này.

e) Lớp phiên (Session)

Thiết lập, quản lý, đồng bộ và kết thúc các phiên thông tin giữa hai nút mạng. Kết nối này có thể là hai chiều không đồng thời (*half duplex*)

hoặc hai chiều đồng thời (*full duplex*). Do đó nhiệm vụ của lớp phiên là hội thoại.

f) Lớp trình diễn (*Presentation*)

Đảm bảo thông tin mà lớp ứng dụng của một hệ thống đầu cuối gửi đi lớp ứng dụng của một hệ thống khác có thể đọc được (*data transfer syntax*). Nếu cần, lớp trình diễn thông dịch các dạng dữ liệu khác nhau thành một dạng chung. Vậy chức năng lớp trình diễn là tạo dạng dữ liệu chung.

g) Lớp ứng dụng (*Application*)

Gắn gũi với người dùng hơn hết, cung cấp các dịch vụ mạng bằng cách tạo ra giao diện giữa người sử dụng với các ứng dụng như thư điện tử (*e-mail*), truy nhập tài nguyên trên mạng, truyền file, mô phỏng đầu cuối ... Vì vậy chức năng lớp ứng dụng là trình duyệt Web.

1.2.2.2. Đóng gói dữ liệu (*Encapsulation-Wrapping data*)

Nếu một máy tính A (*host A*) muốn gửi dữ liệu đến một máy tính B (*host B*), dữ liệu phải được đóng gói. Hoạt động đóng gói sẽ gói dữ liệu cùng các thông tin giao thức cần thiết (*header* - thông tin địa chỉ thêm vào, *trailer*...). Có năm bước đàm thoại để gói dữ liệu:

1. Xây dựng dữ liệu: các dạng dữ liệu khác nhau, chẳng hạn nội dung một email, các ký tự alphabet chuyển thành dữ liệu dạng chung (*data*) để có thể đi xuyên qua liên mạng.

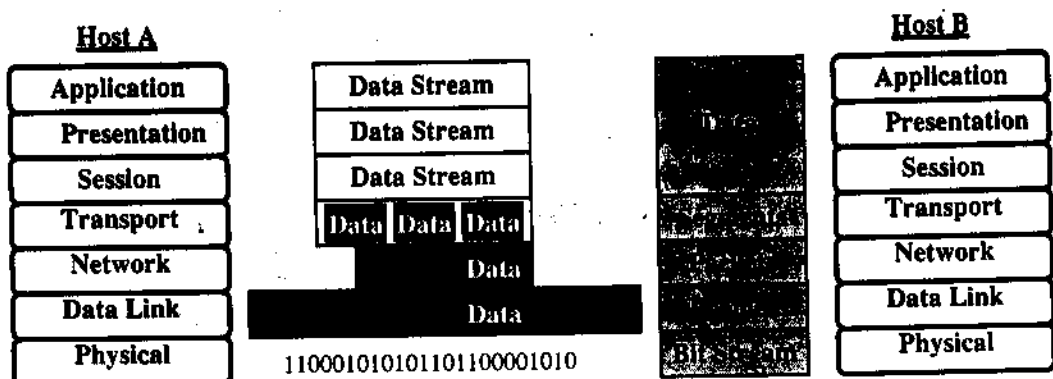
2. Gói dữ liệu để vận chuyển đầu cuối-đến-đầu cuối: dữ liệu được đóng gói cho vận chuyển liên mạng. Bằng cách phân đoạn dữ liệu thành các *segment*, chức năng vận chuyển bảo đảm rằng dữ liệu được tiếp nhận tại cả hai đầu của hệ thống.

3. Gắn địa chỉ mạng vào header: dữ liệu đặt vào gói (*packet*) hay một datagram có chứa header mạng với các địa chỉ logic của nguồn và đích. Các địa chỉ này giúp các thiết bị mạng gửi các gói qua mạng dọc theo đường dẫn đã chọn.

4. Gắn địa chỉ cục bộ vào header liên kết dữ liệu: mỗi thiết bị mạng phải được gói vào một *frame*. Frame cho phép kết nối đến thiết bị mạng kế tiếp được nối tiếp trên liên kết. Mỗi thiết bị mạng trên đường dẫn đã chọn yêu cầu đóng frame để nó kết nối được đến thiết bị kế tiếp.

5. Chuyển đổi thành chuỗi bit để truyền: frame chuyển thành chuỗi bit để truyền trên môi trường. Các header và trailer được thêm vào khi dữ liệu chuyển xuống các lớp trong mô hình OSI. Chức năng đóng bộ

(clocking) cho phép các thiết bị phân tách các bit này khi chúng truyền xuyên qua môi trường. Lưu ý là môi trường trên liên mạng vật lý có thể thay đổi dọc theo đường dẫn. Ví dụ, một thông điệp e-mail có thể bắt nguồn từ một LAN, xuyên qua mạng trực campus và đi ra một liên kết WAN cho đến khi tới được đích trên một LAN khác ở cách xa.



Hình 1.16. Đóng gói dữ liệu.

1.3. TRUYỀN THÔNG NGANG HÀNG (PEER-TO-PEER)

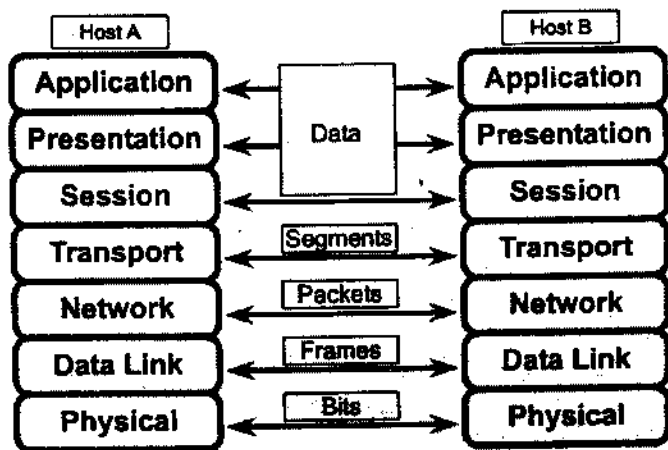
Theo kiến trúc phân lớp dữ liệu từ hệ thống gửi (nguồn) được truyền sang hệ thống nhận (đích) chỉ được thực hiện ở lớp thấp nhất (vật lý) thông qua đường truyền vật lý. Như vậy hai hệ thống nối kết với nhau chỉ ở lớp thấp nhất mới có liên kết vật lý. Các lớp phía trên của hệ thống gửi không thể truyền trực tiếp dữ liệu sang các lớp đồng mức ở hệ thống nhận. Muốn thực hiện trao đổi thông tin giữa các lớp đồng mức ở hai hệ thống cần phải tạo ra một liên kết logic (liên kết ảo) giữa chúng.

Để cho dữ liệu di chuyển từ nguồn đến đích, mỗi lớp của mô hình OSI tại nguồn phải thông tin với lớp ngang hàng với nó tại máy đích. Dạng truyền thông này gọi là truyền thông ngang hàng (peer-to-peer). Trong truyền thông ngang hàng các giao thức của mỗi lớp trao đổi các gói thông tin được gọi là các đơn vị dữ liệu giao thức PDU (Protocol Data Units). Mỗi lớp trên máy tính nguồn truyền nhận các PDU riêng của lớp với lớp ngang hàng bên máy tính đích. Trong quá trình trao đổi thông tin, dữ liệu ở máy tính nguồn được chuyển từ tầng cao xuống tầng thấp cho đến tầng thấp nhất và từng bước được đóng gói rồi chuyển qua đường truyền. Một đơn vị dữ liệu giao thức tầng i (iPDU) khi chuyển xuống lớp $(i-1)$ nó được coi là đơn vị dữ liệu dịch vụ của lớp này [(i-1)SDU]. Lớp $(i-1)$ dùng dịch vụ đóng gói đặt đơn vị dữ liệu dịch vụ này vào trường dữ liệu của gói, rồi thêm vào các

thông tin bổ sung gồm header, trailer mà lớp này cần thực hiện chức năng của nó. Quá trình cứ tiếp tục đến lớp liên kết dữ liệu. Lớp vật lý, lớp thấp nhất trong mô hình OSI, liên kết trực tiếp qua đường truyền, nên không có đơn vị dữ liệu giao thức riêng như các lớp trên. Nó cung cấp dịch vụ mã hoá các frame của lớp liên kết dữ liệu thành chuỗi bit nhị phân, truyền và nhận các xâu bit qua đường truyền và liên kết phần cứng của hệ thống.

Ở máy tính đích, dữ liệu được thu nhận ở lớp vật lý, được chuyển từng bước qua các lớp trên. Các PDU khi qua mỗi lớp, lớp đó sẽ tiếp nhận phần thông tin liên quan, tức là các header, trailer thuộc lớp đó. Sau đó nó cắt bỏ header, trailer tương ứng và chuyển dữ liệu lên lớp trên nó. Quá trình cứ tiếp tục đến lớp trên cùng, dữ liệu được trở lại nguyên mẫu.

Muốn biết rõ thêm về cấu trúc PDU và truyền thông ngang hàng, bạn đọc có thể tham khảo ở phần trình bày về lớp liên kết dữ liệu, chương III của tài liệu này. ở đó sẽ trình bày chi tiết cấu trúc một frame của giao thức HDLC (tức PDU của lớp liên kết dữ liệu, trong đó trường dữ liệu là gói lớp mạng, được đóng gói bởi header, trailer của lớp liên kết dữ liệu. ở đây cũng trình bày các thông tin trao đổi qua lại giữa lớp liên kết dữ liệu ở hai hệ thống nguồn và đích.



Hình 1.17. Truyền thông ngang hàng trong mô hình OSI.

1.4. MÔ HÌNH TCP/IP

Mô hình TCP/IP là mô hình mạng máy tính có kiến trúc phân lớp, có lịch sử phát triển lâu đời, được sử dụng hiệu quả và rộng rãi nhất hiện nay với tên gọi là mạng Internet.

Vào cuối những năm 60 của thế kỷ trước, một cơ quan nghiên cứu trực thuộc chính phủ liên bang Mỹ, Advanced Research Projects Agency (ARPA) tiến hành nghiên cứu, khai thác hàng loạt các công nghệ hiện đại. Một trong số đó dẫn tới sự cần thiết phải thiết lập một mạng dựa trên công nghệ chuyển mạch gói (Packet-Switching) để giúp họ tiến hành nghiên cứu. Đồng thời mạng thông tin này cũng là một phương thức sử dụng mạng điện thoại dây sẵn có lúc đó để kết nối các nhà khoa học và các nhân viên ở các địa điểm khác nhau và cho phép họ cùng làm việc trên mạng. Kết quả là mạng ARPANET ra đời vào cuối năm 1969. Trong một thời gian ngắn, người ta đã thiết lập, xây dựng nên một mạng lưới có thể trao đổi số liệu.

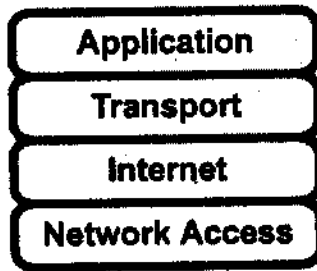
Từ 1971, mạng ARPANET được chuyển cho ARPA quản lý. ARPA tập trung vào nghiên cứu thông tin vệ tinh, radio và công nghệ chuyển mạch gói. Lúc này ARPANET đang sử dụng một chương trình điều khiển mạng (Network control program-NCP). NCP này (khác với NCP của IBM) rất hạn chế và do đó hạn chế năng lực hoạt động của ARPANET. Mạng hoạt động rất chậm và đôi khi không ổn định. Năm 1974 ARPA quyết định tài trợ cho việc xây dựng và phát triển một hệ thống các giao thức mới nhằm thay thế các giao thức đang sử dụng. Kết quả là đã hình thành và phát triển các giao thức làm nền tảng cho TCP/IP. Vào khoảng 1974-1975, TCP/IP đầu tiên xuất hiện. Đến 1975 Bộ Quốc phòng Mỹ (DoD) đặt ARPANET dưới sự quản lý của Cục thông tin liên lạc quốc phòng (DCA) và từ đó nó trở thành nền móng của mạng số liệu quốc phòng (DDN). Từ 1978, TCP/IP liên tục được nâng cấp và đến 1983 Bộ Quốc phòng Mỹ chính thức công nhận TCP/IP là chuẩn cho giao thức được sử dụng khi kết nối với ARPANET.

TCP/IP được phát triển như là một giao thức chuẩn mở. Tất cả mọi người đều có thể sử dụng TCP/IP một cách tự do. Đây chính là một yếu tố để TCP/IP phát triển mạnh mẽ.

Mô hình TCP/IP được xây dựng từ một tập hợp hơn 100 giao thức để kết nối các máy tính vào mạng. Tên TCP/IP được lấy từ hai giao thức quan trọng nhất trong tập giao thức đó, giao thức điều khiển truyền TCP (Transmission control protocol) và giao thức Internet IP (Internet Protocol).

Về cấu trúc, mô hình TCP/IP gồm 4 lớp (hình 1.18):

- lớp ứng dụng (Application)
- lớp giao vận (Transport)
- lớp Internet (Internet)
- lớp truy nhập mạng (Network Access)



Hình 1.18. Mô hình TCP/IP.

Từ hình 1.18 ta thấy mô hình TCP/IP có nhiều nét tương đồng với mô hình OSI. Chúng cùng được xây dựng theo kiến trúc phân lớp và tên của một số lớp sử dụng giống nhau, cùng dựa trên công nghệ chuyển mạch gói. Điều đó là hiển nhiên, bởi lẽ khi xây dựng mô hình OSI, tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế (ISO) đã dựa trên các mô hình mạng: DECnet, SNA và TCP/IP để tìm ra một số luật định có thể áp dụng một cách tổng quát cho tất cả các mạng.

Để hiểu rõ chức năng các lớp trong mô hình TCP/IP, ta hay so sánh nó với mô hình OSI hình 1.15

- Lớp ứng dụng trong mô hình TCP/IP có chức năng tương đương với ba lớp trên của mô hình OSI. Như vậy chức năng của lớp ứng dụng của TCP/IP kiêm luôn chức năng mã hoá trình diễn và điều khiển đối thoại. Lớp này chứa một số lớn các chương trình ứng dụng như: FTP (giao thức truyền tệp), HTTP (giao thức truyền siêu văn bản), SMTP (giao thức truyền thư tín điện tử đơn giản) v.v... Ta sẽ có dịp đề cập đến chúng ở chương VI của tài liệu này.
- Lớp giao vận (transport): có chức năng điều khiển luồng, kiểm soát lỗi, bảo đảm chất lượng của dịch vụ. Hai giao thức sử dụng ở lớp này là TCP và UDP (User Datagram Protocol). Giao thức TCP là giao thức có liên kết, nó có thể thực hiện việc truyền phát lại nếu cần thiết. Vì vậy nó là giao thức có độ tin cậy cao. Giao thức UDP được xem là kém tin cậy hơn, nó là giao thức không liên kết, không thể tái truyền phát thông tin.
- Internet thực hiện việc chia các segment của TCP thành các gói và gửi chúng từ bất kỳ mạng nào. Mỗi gói thông tin có thể đến đích theo các đường khác nhau. Giao thức đặc biệt kiểm soát lớp này là IP (Internet protocol) kết hợp với một số giao thức khác như ICMP, ARP v.v... (sẽ đề cập ở chương 6). Giao thức IP hỗ trợ rất nhiều giao thức liên kết dữ liệu. IP có thể cung

cấp mọi dịch vụ cho các giao thức giao vận và mọi dịch vụ ứng dụng mạng nào. Nó là một giao thức đa năng cho phép các máy tính ở bất kỳ nơi đâu đều có thể truyền thông vào bất kỳ thời điểm nào. Nói cách khác là bất kể một máy tính nào đều có thể trao đổi thông tin trên mạng Internet, chỉ cần lớp mạng được cài đặt giao thức IP.

- Lớp truy nhập mạng (Network Access) bao gồm cả phần vật lý và phần logic cần thiết để tạo ra liên kết vật lý. Nó bao gồm tất cả mọi chi tiết trong các lớp vật lý và lớp liên kết dữ liệu trong mô hình OSI.

Qua phân tích về chức năng các lớp trong mô hình TCP/IP, ta thấy TCP/IP là giao thức của các lớp trên, nó được cung cấp ở dạng phần mềm. Thực chất mô hình TCP/IP chỉ gồm ba lớp trên của mô hình đã xét.

Thuật ngữ Internet được dùng để chỉ IP là phần hữu cơ của giao thức TCP/IP. Thuật ngữ Internet vẫn giữ mối liên hệ chặt chẽ của nó với giao thức TCP/IP cho đến ngày nay.

Internet ngày nay bao gồm một số lớn các mạng và hàng triệu triệu máy tính, trong đó TCP/IP là chất keo kết dính chúng lại.

1.5. HỆ ĐIỀU HÀNH MẠNG NOS (Network Operating System)

Muốn cho máy tính hoạt động được cần có hệ điều hành (OS) đó là hệ chương trình thực hiện các chức năng sau:

- Đóng vai trò trung gian và giao diện giữa người sử dụng và máy tính,
- Quản lý và phân phối các tài nguyên của máy tính,
- Tối ưu hoá việc sử dụng tài nguyên của máy tính.

Khi ghép nối máy tính thành mạng thì cũng cần phải có hệ điều hành mạng viết tắt là NOS (Network Operating System). Một hệ điều hành mạng, ngoài chức năng vốn có của một hệ điều hành, còn phải:

- Quản lý và phân phối các tài nguyên dùng chung trên toàn mạng
- Thực hiện việc quản trị mạng trong đó có: quản lý người sử dụng, tối ưu hoá hiệu suất, và đặc biệt là phải thực hiện các chính sách bảo mật.

Để thiết kế và cài đặt một hệ điều hành mạng có thể thực hiện theo các cách sau đây:

1. Tôn trọng tính độc lập của các hệ điều hành cục bộ đã có sẵn trên máy tính của mạng. Khi đó hệ điều hành mạng được cài đặt như một tập

các chương trình tiện ích chạy trên các máy khác nhau của mạng. Cách này dễ cài đặt và không vô hiệu hóa các phần mềm đã có. Muốn vậy cần phải cung cấp cho người sử dụng một tiến trình đồng nhất, gọi là agent, tạo ra một giao diện đồng nhất với tất cả các hệ thống cục bộ. Agent quản lý một cơ sở dữ liệu chứa các thông tin về các hệ thống cục bộ và về các chương trình, dữ liệu của người sử dụng. Việc cài đặt mạng bao gồm hai công việc chính là thiết kế ngôn ngữ lệnh và cài đặt agent.

2. Một cách khác là bỏ qua hệ điều hành cục bộ đã có sẵn trên máy và cài đặt một hệ điều hành thuần nhất trên toàn mạng. Cách này nếu thực hiện được thì tất nhiên là rất tốt. Tuy nhiên là sẽ có nhiều khó khăn và phức tạp. Nó có thể được thực hiện theo hai mô hình là: Mô hình tiến trình và mô hình đối tượng.

- Theo mô hình tiến trình, mỗi tài nguyên được quản lý bởi một tiến trình và hệ điều hành mạng điều khiển sự tương tác giữa các tiến trình đó. Nhiệm vụ then chốt là xây dựng cơ chế liên lạc giữa các tiến trình.
- Theo mô hình đối tượng, mỗi đối tượng có một kiểu biểu diễn và một tập các thao tác có thể thực hiện trên nó. Để thực hiện một thao tác trên một đối tượng, một tiến trình của người sử dụng phải có giấy phép đối với đối tượng đó. Nhiệm vụ của hệ điều hành là quản lý các "giấy phép" và cấp các "giấy phép" này cho các tiến trình. Vấn đề là các giấy phép cần được lưu chuyển sao cho mọi tiến trình đều có cơ hội nhận được, nhưng những người khác không thể tự tạo ra được chúng.

Cho đến gần đây, phần mềm điều hành mạng chỉ là phần thêm vào các hệ điều hành sẵn có. Một số hệ điều hành ví dụ như UNIX và Mac OS có sẵn các chức năng của hệ điều hành mạng. Máy tính cá nhân trong mạng thực chất chạy cả hệ điều hành cho máy đơn lẻ và hệ điều hành mạng. Hiện nay các hệ điều hành mạng thông dụng có thể kể đến Novell Netware, Artisoft's LANtastic, Microsoft Windows Server và Windows NT.

Chương 2

MÔ HÌNH OSI

Trong chương trước, chúng ta đã trình bày một cách sơ lược mô hình OSI 7 lớp. Đây là khung chuẩn để ISO và các tổ chức chuẩn hóa khác tiếp tục phát triển và xây dựng các chuẩn liên quan đến các lớp. Trong chương này, chúng ta sẽ lần lượt khảo sát các lớp của mô hình thông qua các sản phẩm chuẩn hóa liên quan đến các lớp.

2.1. LỚP VẬT LÝ

Lớp vật lý cung cấp các phương tiện điện, cơ, chức năng thủ tục để kích hoạt, duy trì, giải phóng liên kết vật lý giữa các tầng. Về phương diện điện: liên quan đến biểu diễn các bit qua mức thế. Về phương diện cơ: liên quan đến chuẩn giao diện với môi trường truyền. Về thủ tục liên quan đến giao thức điều khiển việc truyền các xâu bit qua môi trường vật lý.

Lớp vật lý là lớp thấp nhất, không có PDU ... cho tầng vật lý, không có phần header chứa thông tin điều khiển, dữ liệu được truyền đi theo dòng bit.

2.1.1. MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DỮ LIỆU

1. Truyền dữ liệu số, giao diện và modem

Muốn truyền dữ liệu số qua đường liên kết, phải điều chế một tần số sóng mang trước khi gửi qua đường điện thoại, việc này thực hiện bởi một giao diện (*Interface*).

Vì giao diện không sản xuất sẵn nên cần quy định chặt chẽ thành tiêu chuẩn:

- Cơ khí: bao nhiêu sợi dây để truyền.
- Điện: tần số, biên độ và pha.
- Chức năng: vai trò của từng sợi dây dẫn.

Những quy định này được đưa vào làm việc ở lớp 1 - lớp vật lý.

Truyền dữ liệu số

Hai phương thức là truyền song song và truyền nối tiếp.

- *Truyền song song*: sử dụng n sợi dây để truyền n bit 1 lần. Ưu điểm là tốc độ cao, nhược điểm là giá thành cao vì dùng n sợi dây, chỉ áp dụng với khoảng cách nhỏ.

- *Truyền nối tiếp đồng bộ và không đồng bộ*: truyền nối tiếp bit này đến bit khác trên 1 sợi dây. Ưu điểm là giảm giá thành với một kênh truyền, nhược điểm là phải có thiết bị biến đổi giữa thiết bị gửi với đường truyền, đường truyền với thiết bị nhận.

+ Đồng bộ

Chuỗi bit tập hợp thành các khung dài hơn gồm nhiều byte, không có khe giữa.

Muốn gửi thành từng bó riêng biệt, thì khe hở phải được lấp đầy bởi bit "0" và "1" theo tuần tự đặc biệt (*kênh im lặng*). Thiết bị nhận tính số bit truyền tới và nhóm lại thành các đơn vị 8 bit.

Phối hợp thời gian giữa nơi truyền và nhận: khi truyền, nơi gửi truyền một số ký tự đồng bộ trước khi truyền. Nhờ thông báo này, nơi nhận biết được sau đó có dữ liệu và thực hiện thao tác đồng bộ để chuẩn bị nhận dữ liệu.

+ Không đồng bộ

Nhóm 5 + 8 bit dữ liệu, đóng thành khung SDU (*Serial Data Unit*):

Dữ liệu.

1 bit Start: luôn ở mức thế thấp.

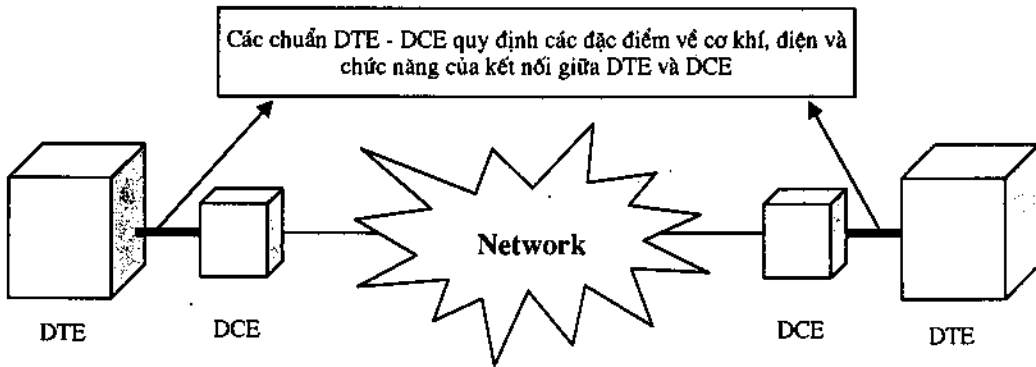
1 hoặc nhiều bit stop: mức thế cao.

Giữa các khung có *khe hở thời gian*, độ kéo dài của khe không xác định, suy ra thể hiện sự truyền không đồng bộ giữa các byte, nhưng bản thân nội bộ 1 byte là có đồng bộ. Thiết bị nhận đồng bộ tại lúc bắt đầu nhận 1 byte mới. Khi tìm nhận được bit start, nó lập thời gian và bắt đầu tính số bit truyền tới. Sau n bit, nó lại tìm nhận bit stop. Khi đó, nó liền bỏ qua các xung đi tới cho đến khi nhận ra bit start mới.

Để tăng cường độ tin cậy, thường bổ sung 1 bit gọi là bit chẵn lẻ (*parity bit*) vào cuối dữ liệu và trước bit stop, để kiểm tra dữ liệu được nhận có chính xác hay không.

Truyền không đồng bộ chậm, nhưng giá thành hạ và hiệu quả.

Giao diện DTE và DCE



Hình 2.1. Mô hình DTE - DCE

DTE (Data Terminal Equipment - Thiết bị cuối dữ liệu)

Là nơi sản sinh, xử lý, gửi/nhận tín hiệu số. Ví dụ máy tính là một DTE.

DTE không thể truyền tín hiệu dạng tương tự mà phải thông qua DCE.

DCE (Data Circuit Terminating Equipment - Thiết bị mạch cuối dữ liệu)

Là thiết bị trung gian có thể truyền/nhận tín hiệu tương tự/số, biến đổi AD, DA. Ví dụ trong truyền thông, phổ biến nhất là modem.

Ở một mạng, DTE phát dữ liệu số chuyển vào DCE. DCE biến đổi dữ liệu thành dạng thích hợp cho môi trường truyền và gửi tới DCE khác trên mạng. DCE thứ 2 nhận tín hiệu từ đường truyền, biến đổi trở lại dạng có thể dùng được cho DTE của nó.

Giao diện DTE và DCE

Có nhiều chuẩn đã được phát triển quy định việc kết nối DTE và DCE. Chuẩn ra đời và sử dụng rộng rãi nhất là RS-232C.

RS-232C:

Quy định như sau:

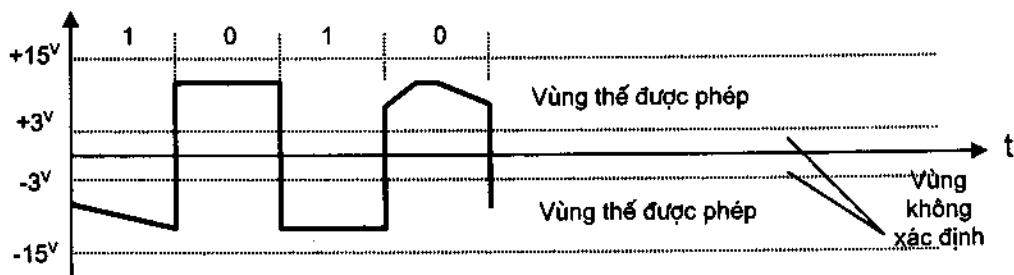
- Về cơ khí: Dùng ổ cắm 25 tiếp điểm DB-25.
- Về điện: Mã hoá dùng NRZ-L

Quy định mức điện áp: từ -15^V đến $+15^V$

Logic "0": từ $+3^V$ đến $+15^V$

Logic "1": từ -3^V đến -15^V

Vùng không xác định: từ -3^V đến $+3^V$



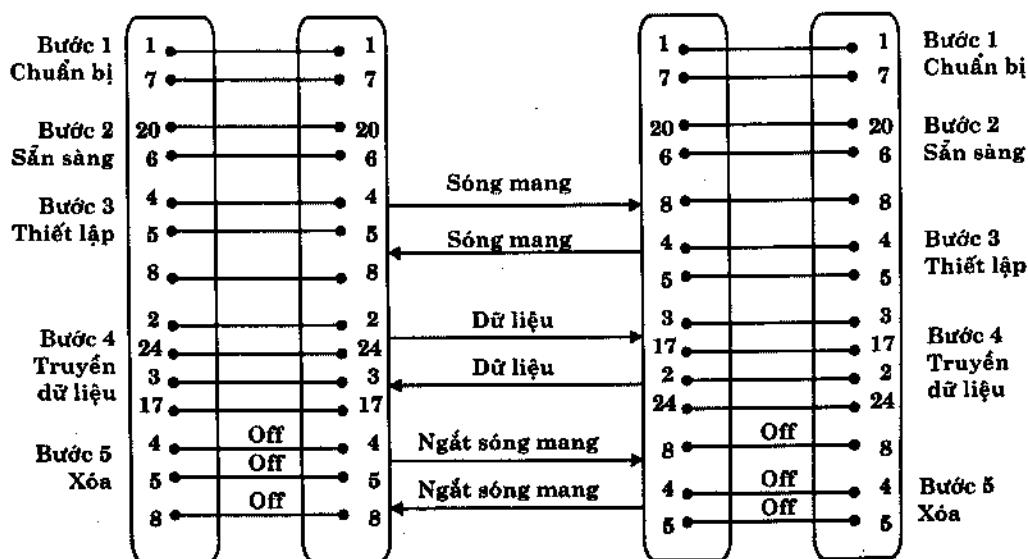
Hình 2.2. Quy định về điện của chuẩn RS-232C.

- Quy định chức năng:

Có 4 trong số 25 sợi dây của RS-232C được dùng cho chức năng dữ liệu. 21 sợi dây còn lại được dự trữ cho các chức năng định thời, điều khiển, nối đất và kiểm tra.

Tốc độ bit RS-232C quy định cực đại là 20 Kbps, trong thực tế thường vượt hơn.

Kết nối tuyến hai chiều đồng thời (Full Duplex)



Các chân

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| 1 : Che chắn | 2: Dữ liệu được gửi |
| 3: Dữ liệu được nhận | 4: Yêu cầu gửi |
| 5: Đủ điều kiện để nhận dữ liệu | 6: DCE sẵn sàng |
| 7: Nối đất | 20: DTE đã nhận |
| 8: Phát tín hiệu đường dây đã nhận | |

Hình 2.3. Kết nối hai chiều đồng thời

DCEs là các modem, DTEs là các máy tính. Hoạt động gồm 5 giai đoạn. Truyền hai chiều đồng thời nên hệ thống có tính cạnh tranh, tuy nhiên một bên được quy ước là khởi động, một bên trả lời.

Bước 1: Sự chuẩn bị của giao diện cho truyền thông, chân 1 (*che chắn*), chân 7 (*nối đất*) giữa các máy tính DTE với DCE tương ứng.

Bước 2: Bảo đảm cho cả 4 thiết bị đều sẵn sàng.

DTE gửi tín hiệu *DTR* (*Data Terminal Ready*) ở lối 20 báo cho DCE nó đã sẵn sàng truyền tin.

DCE nhận *DTR* và trả lời tín hiệu *DSR* (*Data Send Ready*) tại chân 6 báo rằng đã sẵn sàng nhận dữ liệu.

Bước 3: Thiết lập kết nối vật lý giữa modem nhận và modem gửi.

Bên gửi: DTE gửi *RTS* (*Request To Send*) tại chân 4 tới DCE của nó thông báo yêu cầu gửi. DCE này truyền sóng mang đến modem nhận đang im lặng.

Bên nhận: Khi modem nhận phát hiện sóng mang này, nó kích hoạt chân 8 báo tín hiệu đường dây đã nhận được cho DTE nhận rằng phiên truyền thông đã bắt đầu.

Bên gửi: DCE sau khi gửi sóng mang đi, liền kích hoạt chân 5 gửi *CTS* (*Clear To Send*) thông báo cho DTE của nó rằng nó đã làm sạch, sẵn sàng để nhận dữ liệu truyền.

Bên nhận: DCE bên nhận cũng thực hiện bước tương tự.

Bước 4: Truyền dữ liệu

Máy tính gửi bắt đầu truyền dữ liệu tới modem của nó qua chân 2 hỗ trợ bởi xung thời gian chân 24. Modem biến đổi tín hiệu số thành tương tự và gửi nó.

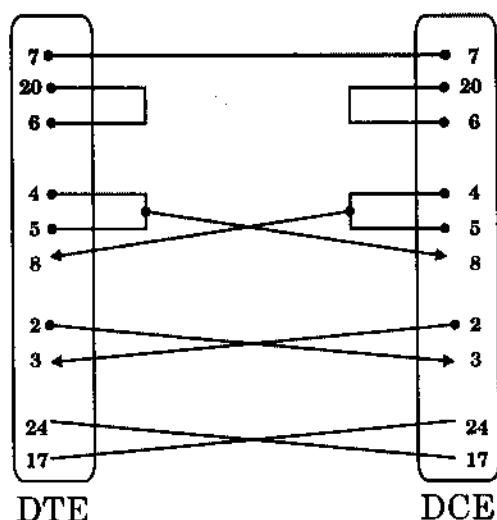
Modem ở xa khôi phục lại tín hiệu thành dữ liệu số và chuyển vào máy tính của nó thông qua chân 3 với sự hỗ trợ của xung thời gian tại chân 17.

Cũng tại thời điểm này, *máy tính nhận* có thể thực hiện việc gửi dữ liệu qua chân 2 với xung thời gian hỗ trợ chân 24. Quá trình tiến hành tương tự như máy tính gửi trên. Như thế, thực hiện được khả năng truyền hai chiều đồng thời Full Duplex.

Bước 5: Khi cả hai phía đã hoàn tất truyền thông, cả hai máy tính đều ngừng kích hoạt *RTS*, modem ngừng phát tín hiệu sóng mang phát hiện đường dây và tín hiệu *CTS* của chúng.

Null Modem

Không cần dùng modem có thể kết nối hai thiết bị số tương thích trên khoảng cách nhỏ. Khi đó, cần nối chéo các sợi dây (chân 2 của DTE này với chân 3 của DTE kia và ngược lại).



Hình 2.4 - Đầu nối cáp kiểu Null Modem

Ngoài RS-232C, còn nhiều chuẩn khác nhằm kết nối DTE với DCE: RS-232, RS-449, RS-422, RS-423, RS-530 đều là cải tiến của RS-232C.

Ngoài ra, X-21, X-25 không những dùng để kết nối DTE và DCE mà còn để kết nối và hỗ trợ truyền thông tốc độ cao các dữ liệu số.

Modem

Modem là kết hợp của Modulator (số \rightarrow tương tự) và Demodulator (tương tự \rightarrow số), dùng kết nối mạng qua đường điện thoại. Modulator sử dụng các phương pháp mã hoá ASK, FSK, PSK, QAM để điều chế.

Tốc độ truyền: Tốc độ dữ liệu của một liên kết phụ thuộc vào loại mã, khoảng thời gian của tín hiệu, giá trị điện áp sử dụng và tính chất vật lý của môi trường truyền.

Tăng tốc độ sóng mang có thể tăng tốc độ truyền dữ liệu. Tuy nhiên, môi trường có ảnh hưởng lớn nhất vì tính chất điện của nó chỉ có thể nhận một giới hạn nhất định các thay đổi tín hiệu trong 1 giây. Tín hiệu quá chậm sẽ không thể vượt qua điện dung của đường truyền, còn quá nhanh có thể bị cản trở bởi độ cảm ứng đường truyền. Khoảng giới hạn tần số trên và dưới của đường truyền gọi là độ rộng băng của kênh.

Các đường dây điện thoại có thể mang tần số 600Hz - 3000Hz, độ rộng băng là 2400Hz, sử dụng để truyền tiếng nói. Hiện nay, một số đường điện thoại có độ rộng băng lớn hơn. Nói chung độ rộng băng của tín hiệu modem phải nhỏ hơn 2400Hz này.

Bảng 2.1 - Tóm tắt tốc độ bit cực đại với đường điện thoại hai sợi xoắn

| Phương pháp mã hoá (Encoding) | Hai chiều không đồng thời (Half-Duplex) | Hai chiều đồng thời (Full-Duplex) |
|-------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| ASK, FSK, 2-PSK | 2400 | 1200 |
| 4-PSK, 4-QAM | 4800 | 2400 |
| 8-PSK, 8-QAM | 7200 | 3600 |
| 16-QAM | 9600 | 4800 |
| 32-QAM | 12000 | 6000 |
| 64-QAM | 14400 | 7200 |
| 128-QAM | 16800 | 8400 |
| 256-QAM | 19200 | 9600 |

Các chuẩn modem: 2 chuẩn tiêu biểu Bell modems do công ty Bell đưa ra năm 1970, sau đó hội truyền thông quốc tế tạo ra ITU-T modems.

Bell modems

Modems loại 103-113: là sản phẩm thương mại sớm nhất, truyền hai chiều đồng thời qua 2 sợi dây điện thoại xoắn, dùng mã FSK.

Tần số nơi gọi: 1070Hz - logic "0" Tần số trả lời 2025Hz - logic "0"
 1270Hz - logic "1" 2225Hz - logic "1"

Ngoài ra, modems loại 202, 212, 201, 208, 209 được phát triển từ sản phẩm của Bell.

ITU modems:

Gồm hai loại: loại tương đương modems Bell và loại không tương đương.

Bảng 2.2. Loại ITU modems tương đương Bell modems

| ITU-T | Bell | Baud rate | Bit rate | Điều chế |
|-------|------|-----------|----------|----------|
| V21 | 103 | 300 | 300 | FSK |
| V22 | 212 | 600 | 1200 | 4-PSK |
| V23 | 202 | 1200 | 1200 | FSK |
| V26 | 201 | 1200 | 2400 | 4-PSK |
| V27 | 208 | 1600 | 4800 | 8-PSK |
| V29 | 209 | 2400 | 9600 | 16-QAM |

- Loại không tương đương:

+ V22 bis: modem 2 tốc độ 1200bps dùng mã 4-DPSK (*Diffirential PSK* - *khoá dịch pha vì phân*) và 2400bps dùng mã 16-QAM; baud rate là 600.

+ V32 bis, V32 Terbo, V33, V34 có tốc độ tương ứng 14000bps, 19200bps, 28800bps.

Các modem kết hợp với việc nén dữ liệu làm tốc độ bit có thể tăng lên từ 2 đến 4 lần. Ngoài ra, ngày nay còn có modem thông minh, là modem có thể làm được nhiều việc hơn, chứa phần mềm hỗ trợ nhiều chức năng, chẳng hạn trả lời và quay số tự động.

2. Môi trường truyền

Một mạng máy tính hoạt động tốt phải được xây dựng trên cơ sở một nền móng vững chắc, trong mô hình OSI là đường truyền vật lý. Tốc độ truyền, độ chính xác, tin cậy và an toàn mạng cũng được quy định chủ yếu bởi lớp vật lý này. Hai loại đường truyền:

- *Đường truyền hữu tuyến*: cáp đồng trục, đôi xoắn và cáp sợi quang.

- *Đường truyền vô tuyến*: radio, sóng cực ngắn và tia hồng ngoại.

Môi trường truyền hữu tuyến

Chia làm 3 loại gồm cáp sợi xoắn, cáp đồng trục, cáp quang. Cáp sợi xoắn và cáp đồng trục là kim loại, nhận/truyền tín hiệu dạng dòng điện. Cáp sợi quang là thủy tinh hoặc chất dẻo, nhận/truyền tín hiệu dạng sóng ánh sáng.

Cáp sợi xoắn (Twisted Pair Cable)

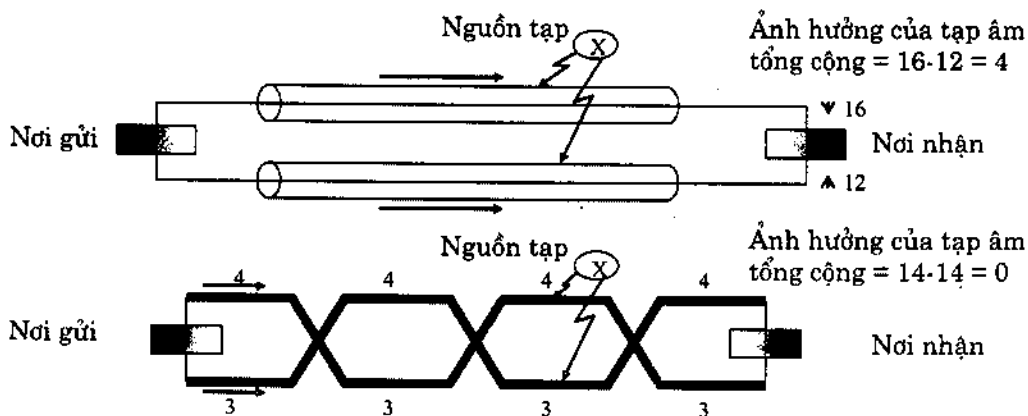
Có hai dạng: - Cáp xoắn không bọc kim (*Unshielded*) UTP

- Cáp xoắn có bọc kim (*Shielded*) STP

UTP

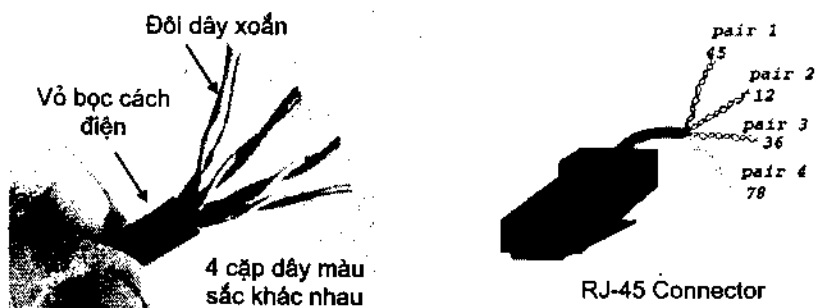
- Là loại phổ biến nhất trong truyền thông, khoảng tần số 100Hz + 5MHz, thích hợp cho cả truyền dữ liệu và giọng nói.

- Cáp UTP có 4 đôi dây, mỗi đôi dây được xoắn lại, mỗi dây có lớp vỏ cách điện với màu sắc riêng. Nếu các sợi dây không xoắn, nhiễu điện từ có thể gây ra ở mỗi sợi dây khác nhau, dẫn đến làm hỏng tín hiệu. Còn khi hai sợi dây xoắn lại (từ 2 đến 12 xoắn / 0.3m = 1 foot), mỗi dây chịu tạp nhiễu như nhau nên có khả năng triệt tiêu tạp nhiễu. Càng nhiều vòng xoắn trên một đơn vị độ dài, tạp nhiễu càng được giảm.



Hình 2.5. Ảnh hưởng của tạp âm lên cáp không xoắn và cáp xoắn.

- Để giảm xuyên âm giữa các đôi dây, số lần xoắn trong các đôi dây là khác nhau. Các đôi dây cỡ 22 hay 24, trở kháng 100Ω .
- UTP có đường kính xấp xỉ 0.43cm , kích thước nhỏ rất tiện cho việc lắp đặt. UTP được sử dụng ngày càng nhiều, có thể được dùng với hầu hết các kiến trúc mạng.



Hình 2.6. UTP, tốc độ và thông lượng 10-100Mbps, chiều dài tối đa 100m.

- UTP có nhiều ưu điểm: giá rẻ, mềm dẻo, dễ cài đặt, đặc biệt là đường kính nhỏ nên không chiếm nhiều không gian trong các ống dẫn. Khi cáp UTP lắp đặt dùng đầu nối RJ-45, các nguồn tạp âm được giảm đáng kể, một kết nối chắc chắn rất dễ thực hiện. UTP loại tốt được dùng trong các mạng LAN (Ethernet, Token Ring...).

- Nhược điểm: dễ bị ảnh hưởng bởi tạp âm điện hơn các môi trường lập mạng khác. Khoảng cách giữa các điểm cần khuếch đại tín hiệu ngắn hơn so với cáp đồng trục và cáp quang.

- Phân loại UTP: chia 5 loại theo chất lượng:

+ Loại 1: Dùng cho điện thoại, tốt cho tiếng nói.

+ Loại 2: Cao cấp hơn, truyền tiếng nói và dữ liệu ở tốc độ 4 Mbps.

+ Loại 3: Yêu cầu ít nhất xoắn 3 lần/0,3m, tốc độ truyền 10 Mbps, là cấp chuẩn cho hệ thống điện thoại ngày nay.

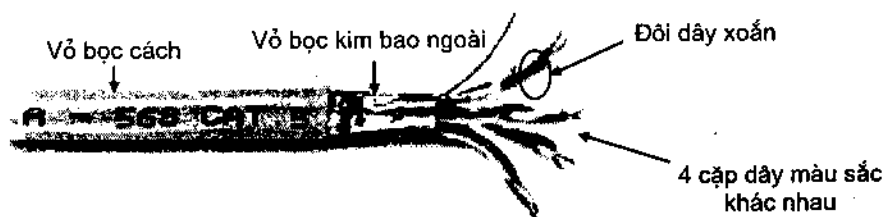
+ Loại 4: Yêu cầu ít nhất xoắn 3 lần/0,3m, tốc độ truyền 16 Mbps.

+ Loại 5: Tốc độ 100 Mbps.

STP

- Mỗi đôi dây phía ngoài bao bọc bằng kim loại mỏng hoặc kim loại tết thành lưới để cách ly. Phần bọc kim này nối đất, nhằm ngăn chặn sự thâm nhập của tạp âm điện từ, tiêu diệt được tiếng vọng từ đường dây này sang đường dây kia. Bốn đôi dây lại được bọc trong một bện lưới bằng kim loại. STP là loại cáp 150Ω.

- Theo đặc tả cho lắp đặt mạng Ethernet, STP giảm được các tạp âm từ bên trong và cả bên ngoài cáp. STP mặc dù cố gắng bảo vệ chống lại tất cả các tạp âm từ bên ngoài tốt hơn nhưng đắt tiền và khó lắp đặt hơn UTP.



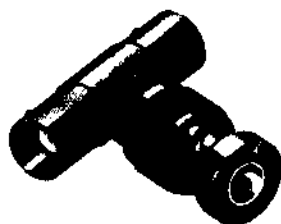
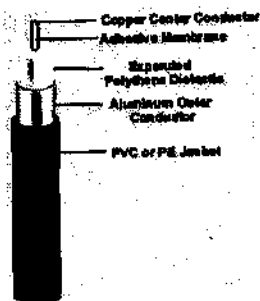
Hình 2.7. STP, tốc độ và thông lượng 10-100Mbps, chiều dài tối đa 100m

Cáp đồng trục

- Có thể truyền được tần số cao hơn cáp xoắn đôi, từ 100KHz + 500MHz.

- Cáp gồm một sợi lõi kim loại rắn ở trung tâm, ngoài là lớp vỏ cách điện, tiếp theo là lớp vỏ dẫn kim loại hay sợi kim loại đan lại. Lớp này chắn tạp âm, vừa làm dây dẫn thứ hai để hoàn chỉnh mạch, được bao bằng một vỏ cách điện. Toàn bộ cable được bảo vệ bằng một vỏ nhựa.

- Trong mạng LAN, cáp đồng trục có vài ưu điểm. Nó có thể chạy được một khoảng cách khá xa mà không cần bơm tín hiệu nhờ các repeater (thiết bị tái sinh tín hiệu). Nó rẻ tiền hơn cáp quang và là một kỹ thuật phổ biến.



BNC connector

Hình 2.8. Cấu tạo cáp đồng trục.

- Các chuẩn của cáp đồng trục: Phân loại theo năng suất chi phối vô tuyến (*Radio Government Rating - RG*)

+ RG-8, RG-9, RG-11: dùng cho Thick Ethernet

+ RG-58: dùng cho Thin Ethernet

+ RG-75: dùng cho TV cáp.

- Dễ lắp đặt và giá thành lắp đặt rẻ, nhưng cần lưu ý lưới kim loại bao quanh dây dẫn cấu thành một nửa mạch điện nên phải đặc biệt cẩn thận đảm bảo nó tiếp đất. Điều này rất khó thực hiện hoàn hảo nên mặc dù đường kính nhỏ (0,35cm), Thinnet vẫn không được sử dụng lâu dài trong các mạng Ethernet.

Cáp sợi quang

- Hoạt động ở tần số rất cao so với cáp kim loại.

- Cáp quang sử dụng cơ chế phản xạ toàn phần dẫn đường tia sáng qua kênh. Đó là sợi thủy tinh hoặc chất dẻo, bao bọc bởi cũng bằng thủy tinh hay chất dẻo có chiết suất thấp hơn, chế tạo đảm bảo có xảy ra phản xạ toàn phần.

- Các hình thức truyền:

+ Đa mode: Nhiều tia sáng từ nguồn truyền qua lõi theo các hướng khác nhau, tùy thuộc cấu trúc lõi. Chiều dài tối đa của sợi đa mode 2000m.

+ Đơn mode: là sợi có đường kính lõi đủ nhỏ, sự chênh lệch chiết suất giữa lõi và lớp phủ rất nhỏ. Do vậy chỉ những tia nằm sát trục lõi, tương ứng với một mode lan truyền duy nhất có thể lan truyền giới hạn trong lõi. Sự truyền các tia hầu như giống nhau, có thể bỏ qua sự trễ giữa chúng. Các tia được nhận cùng nhau, tổ hợp lại mà không mất tín hiệu. Chiều dài tối đa của sợi đơn mode 3000m.

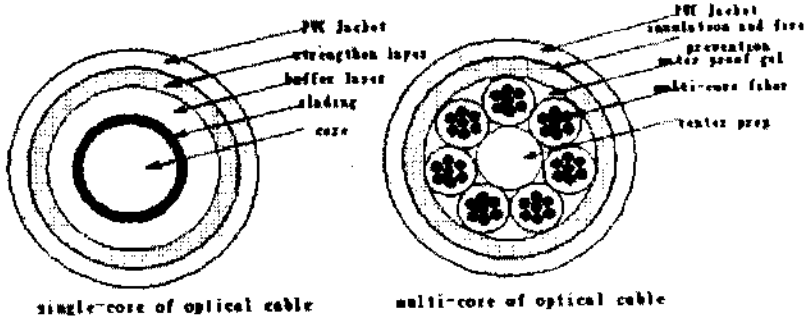
- Ưu điểm cáp quang so với cáp xoắn và cáp đồng trục:

+ Chống tạp âm tốt vì can nhiễu từ ánh sáng bên ngoài đã bị chặn lại.

+ Ít làm suy giảm tín hiệu, có thể truyền hàng cây số mà không cần khuếch đại.

+ Độ rộng băng cao hơn.

- Nhược điểm: giá thành cao, cài đặt bảo dưỡng phức tạp, dễ vỡ.



Hình 2.9. Cấu tạo cáp quang

3. Tín hiệu điện và an toàn điện trên mạng

Sự lan truyền tín hiệu trên mạng

Khi NIC (Network Interface Card) đặt một điện áp hay xung ánh sáng vào môi trường vật lý, xung này tạo các sóng di chuyển dọc môi trường. Sự lan truyền là toàn bộ năng lượng, đại diện cho bit 1, di chuyển từ vị trí này sang vị trí khác. Tốc độ lan truyền phụ thuộc vào vật liệu, kiến trúc môi trường và các tần số của các xung tín hiệu.

Sự suy giảm tín hiệu mạng

Sự suy giảm tín hiệu mạng chủ yếu phụ thuộc vào loại cáp và độ dài cáp. Tuy nhiên, có những tổn thất không thể tránh khỏi gây ra bởi điện trở. Sự suy giảm cũng xảy ra với tín hiệu quang do sợi quang hấp thụ và tán xạ năng lượng ánh sáng khi xung lan truyền, điều này có thể giảm thiểu nhờ chọn bước sóng, loại cáp thích hợp. Có hai phương pháp giải quyết vấn đề này: lựa chọn vật liệu và cấu trúc dây dẫn hợp lý hoặc dùng thiết bị như repeater sau mỗi khoảng cách nào đó.

Sự phản xạ trong mạng

Sự phản xạ xảy ra khi các xung điện truyền đi vấp phải gián đoạn, khi đó một ít năng lượng có thể bị phản xạ lại. Nếu không được kiểm soát hợp lý, phần năng lượng này có thể làm nhiễu các bit truyền sau. Tùy vào cáp và các kết nối, sự phản hồi có thể hay không là vấn đề của mạng. Sự phản xạ cũng xảy ra với tín hiệu quang khi chúng gặp sự gián đoạn trong sợi thủy tinh. Để giảm thiểu phản xạ, môi trường cần có trở kháng riêng để phù

hợp với các thành phần điện trong NIC. Có thể giải quyết vấn đề bằng cách đảm bảo tất cả các thành phần lập mạng được phối hợp trở kháng phù hợp.

Tạp âm

Tạp âm là tín hiệu điện từ, điện áp hay quang không mong muốn, ảnh hưởng tới tín hiệu. Mọi tín hiệu đều có tạp âm từ nhiều nguồn khác nhau, điều quan trọng là giữ cho tỷ số S/N (signal to noise) ở mức tối đa có thể.

Xuyên âm (Crosstalk)

Xuyên âm là tạp âm điện trên cáp từ các dây cáp khác. Next là xuyên âm đầu cuối kê (*near end crosstalk*), xảy ra khi hai dây dẫn đặt gần nhau nhưng không xoắn vào nhau. Next được giải quyết nhờ tuân thủ nghiêm ngặt các thủ tục kết nối chuẩn và dùng các cáp xoắn có chất lượng. Cáp quang không chịu ảnh hưởng của nhiễu next.

EMI/RFI (Electromagnetic Interference/Radio Frequency Interference)

Mỗi dây dẫn trong cáp đóng vai trò như một ăng ten, hấp thụ các tín hiệu điện từ các dây dẫn khác trong cáp và từ các nguồn điện bên ngoài cáp (ánh sáng, động cơ điện, hệ thống vô tuyến...). Các loại nhiễu này được gọi là xuyên nhiễu điện từ EMI và xuyên nhiễu tần số radio RFI. Các nhiễu này ảnh hưởng lớn tới mạng vì hầu hết các LAN đều dùng các tần số trong miền 1-100 MHz, là miền tần số của các tín hiệu phát thanh FM, tín hiệu truyền hình và nhiễu ứng dụng khác.

Các nhà sản xuất thường dùng kỹ thuật shielding và cancellation để chế tạo cáp nhằm loại bỏ EMI và RFI. Cáp dùng shielding có lưới kim loại bao quanh ngăn mọi tín hiệu nhiễu, cách này làm tăng kích thước cáp. Kỹ thuật cancellation được dùng phổ biến hơn. Dòng điện qua dây tạo điện từ trường nhỏ bao quanh sợi dây, hướng của các đường sức từ được xác định bởi hướng của dòng chảy dọc theo dây. Các trường điện từ của hai dây đặt gần nhau trong mạch điện ngược chiều và triệt tiêu nhau, chúng cũng triệt tiêu các trường điện từ bên ngoài vào. Khi xoắn hai dây lại với nhau, có thể tăng cường tác dụng này. Kết hợp cancellation và xoắn dây, cáp có thể cung cấp một phương pháp tự bảo vệ hiệu quả cho các đôi cáp trong môi trường mạng.

Nhiều nhiệt

Nhiều nhiệt phát sinh do các điện từ di chuyển ngẫu nhiên, là nhiễu không thể tránh được trong truyền dữ liệu. Tuy nhiên, đây là thành phần tạp âm rất nhỏ hơn tín hiệu khi truyền các tín hiệu có biên độ đủ lớn.

Tạp âm nguồn AC và tham chiếu đất

Tạp âm do nguồn AC và tham chiếu đất là tạp âm chủ yếu trong lập mạng. Tạp âm từ điện lưới chính nếu không bị ngăn chặn hợp lý, có thể gây ra các vấn đề mạng. Vỏ máy thông thường là điểm tham chiếu đất cho tín hiệu, cũng là đất của đường dây AC. Vì có sự liên hệ này nên các vấn đề đối với thế đất của nguồn có thể dẫn đến nhiễu hệ thống dữ liệu. Nếu các dây đất trong các ổ cắm điện đủ dài, chúng có thể đóng vai trò một anten cho tạp âm thâm nhập, là các nhiễu ảnh hưởng tới tín hiệu số. Nhiễu này khó phát hiện và theo dõi. Tuy nhiên, nhiễu AC chỉ ảnh hưởng tới tín hiệu trong dây cáp kim loại, cáp quang miễn nhiễu với tạp âm nguồn AC và tham chiếu đất.

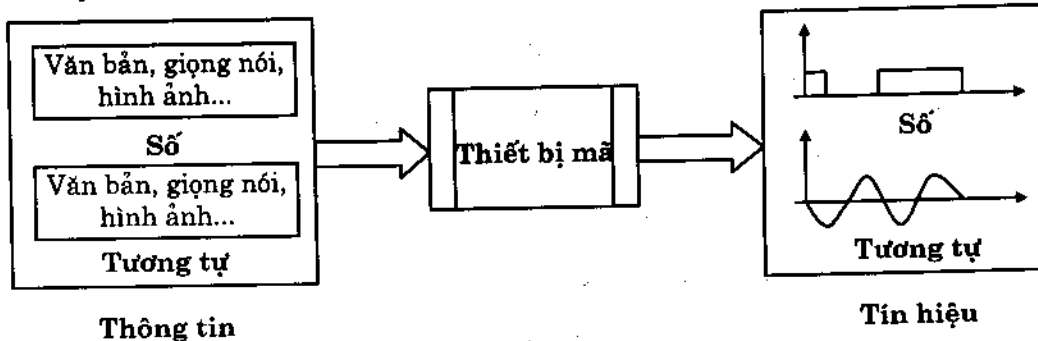
Lý tưởng nhất là điểm đất của tín hiệu hoàn toàn cô lập với điểm đất của lưới điện, nhằm tránh sự rò rỉ nguồn AC và các xung điện áp vào điểm đất của tín hiệu. Cũng có thể hạn chế nhiễu này bằng cách tạo đường đất tốt cho các thiết bị mạng, dùng biến áp riêng cho mạng LAN và sử dụng hệ thống bảo vệ các sự cố về điện (UPS, APC Surge Protector, P-Tel2, P-Net2, P-Net 4, P-ISDN, P-SP25, PS9-DTE, PS9-DCE...)

2.1.2. TÍN HIỆU VÀ MÃ HÓA TÍN HIỆU

1. Tín hiệu

Chức năng của lớp vật lý là truyền dữ liệu, tại đây sẽ cụ thể các đặc tả về điện giữa nguồn và đích. Khi được dẫn đến các tòa nhà, điện được dẫn vào các máy trạm, các server và các thiết bị mạng thông qua các dây dẫn ngầm trong tường hay trên trần nhà. Thông tin dạng giọng nói, hình ảnh, dữ liệu số, ký tự hoặc mã... sẽ di chuyển qua các dây dẫn và được đại diện bởi các xung điện trên dây kim loại hay các xung ánh sáng trên các sợi quang.

Bên gửi cần phải biến đổi tín hiệu thành dạng thích hợp và mã hoá (*encryption*) để truyền. Bên nhận, cần có giai đoạn giải mã (*decryption*) và chuyển trở lại dạng thông tin có ý nghĩa để có thể đọc hiểu được.



Hình 2.10. Sơ đồ khối biến đổi thông tin sang tín hiệu truyền

Tín hiệu tương tự

Tín hiệu tuần hoàn: Muốn truyền tin đi xa, phải biến đổi biên độ, tần số hay pha của tín hiệu cao tần năng lượng cao theo quy luật biến đổi của thông tin, cũng có thể thay đổi đồng thời hai hay cả ba đại lượng trên.

- Thay đổi biên độ → điều biên AM (*Amplitude Modulation*)
- Thay đổi tần số → điều tần FM (*Frequency Modulation*)
- Thay đổi pha → điều pha PM (*Phase Modulation*)

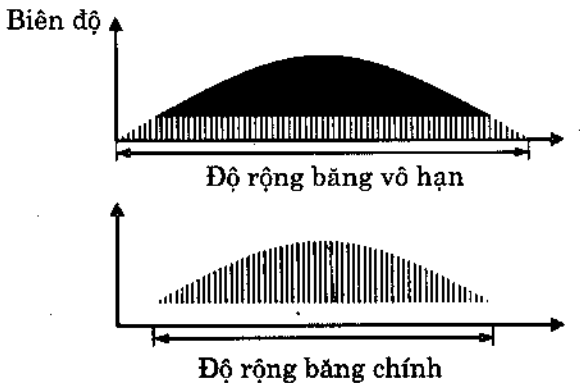
Tín hiệu không tuần hoàn: Tín hiệu không tuần hoàn là tín hiệu có chu kỳ $T \rightarrow \infty$. Phổ của tín hiệu không tuần hoàn là liên tục. Tín hiệu tuần hoàn có tần số f được phân tích thành tần số cơ bản và các họa ba $2f, 3f...$

- Phổ tần: tổ hợp tất cả tín hiệu sóng sin tạo nên tín hiệu đó.
- Độ rộng băng (*Bandwidth*): là độ rộng của phổ tần, có giá trị bằng tần số cao nhất trừ tần số thấp nhất:
$$W_d = f_{\max} - f_{\min}$$

Tín hiệu số

Các tín hiệu số thường không tuần hoàn nên không dùng chu kỳ và tần số để đại diện mà dùng *khoảng cách bit* (thay chu kỳ) và *tốc độ bit* (thay tần số).

- Khoảng cách bit: khoảng thời gian giữa hai bit.
- Tốc độ bit: số khoảng bit trên một giây, tức là số bit gửi trong một giây.



Hình 2.11. Độ rộng băng chính

Phân tích tín hiệu số gồm một số vô hạn các sóng sin đơn giản gọi là các hài (*harmonics*), mỗi hài có biên độ, pha và tần số khác nhau. Để nhận và phục hồi chính xác tín hiệu số, mọi thành phần tần số phải được truyền không mất mát trên đường truyền. Thực tế không đường truyền nào có khả năng đó. Tuy nhiên, nếu chỉ gửi đi một số nhất định các tần số có biên độ

vượt một mức nào đó, ta có thể hồi phục chính xác tín hiệu nơi nhận. Vùng tần số đó được gọi là *độ rộng băng* của tín hiệu số. Tốc độ bit tăng, độ rộng băng truyền được mở rộng. Ví dụ tốc độ bit 1000 bps, độ rộng băng tín hiệu 200 Hz. Nếu tốc độ bit 2000 bps, độ rộng băng là 400 Hz.

Độ rộng băng môi trường và độ rộng băng chính của tín hiệu

Môi trường truyền với độ rộng băng riêng chỉ có khả năng truyền tín hiệu số mà độ rộng băng chính nhỏ hơn độ rộng băng môi trường. Vì thế, nếu tốc độ bit tăng thì độ rộng băng của tín hiệu cũng tăng. Độ rộng băng môi trường cũng phải tăng theo để truyền được tín hiệu. Do đó, *độ rộng băng môi trường quy định giới hạn về tốc độ bit*.

Tốc độ bit cực đại môi trường có thể truyền gọi là *khả năng kênh của môi trường*. Khả năng kênh phụ thuộc vào loại kỹ thuật mã hoá và tỷ lệ tín hiệu/ tạp của hệ thống.

Dùng tín hiệu tương tự để truyền tín hiệu số

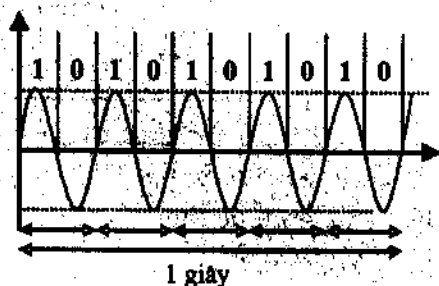
Ví dụ: Độ rộng băng nào cần được sử dụng để gửi dữ liệu tốc độ 10 bps bằng một tín hiệu tương tự? Giả sử mỗi yếu tố tín hiệu là một bit.

Tìm tần số tín hiệu tương tự khi tín hiệu này thay đổi nhiều nhất (độ rộng băng lớn nhất). Trường hợp xấu nhất là các logic "0" và "1" nằm xen kẽ nhau, độ rộng băng lớn nhất. Mỗi tổ hợp 0-1 là một chu kỳ. Do đó có 5 chu kỳ/ giây, mỗi chu kỳ tín hiệu tương tự có 2 bit số. Độ rộng băng yêu cầu 5 Hz.

2. Mã hoá tín hiệu

Dữ liệu phải được mã hoá thành tín hiệu trước khi gửi từ nơi này đến nơi khác. Thông tin mã phụ thuộc vào dạng gốc dữ liệu và vào dạng mà phần cứng truyền thông đòi hỏi. Mã hoá tín hiệu theo các phương thức:

- Số - Số: Unipolar (*đơn cực*), Polar (*mã cực*), BiPolar (*hai cực*)
- Tương tự - Số: PAM, PCM



Hình 2.12. Mã hóa tín hiệu tương tự

- Số - Tương tự: ASK, FSK, PSK, QAM

- Tương tự - Tương tự

Mục tiêu của mã hoá là để tương thích với môi trường truyền; nơi nhận để đồng bộ; triệt tiêu thành phần một chiều trên đường truyền; giảm tạp nhiễu; giảm lỗi.

Mã số - số

Unipolar

- Một mức thế đại diện cho 0 và một mức khác đại diện cho 1 (có thể + hoặc -)

- Chỉ có một phân cực nên chỉ có một trong hai trạng thái nhị phân được mã hoá: thường là 1, trạng thái kênh có thể 0V (đường không phản ứng) đại diện cho 0.

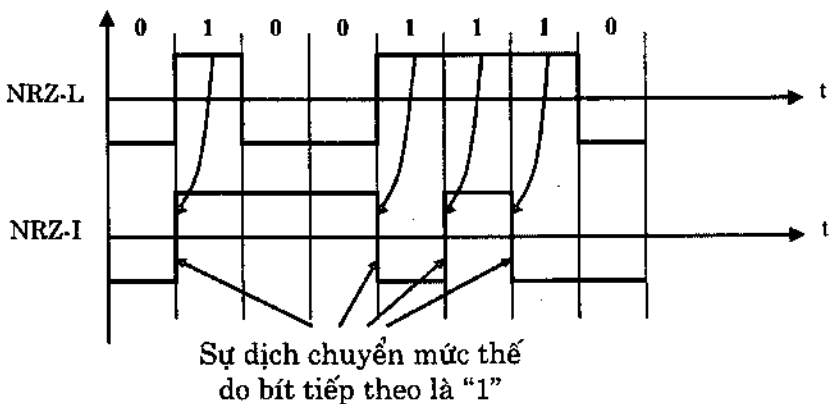
Hai vấn đề nan giải là thành phần DC với biên độ trung bình của mã khác 0, không thể truyền qua môi trường như vi ba hay biến thế. Và đồng bộ, khi tín hiệu không thay đổi (một chuỗi liên tiếp 1 hay 0), không biết đầu là đầu và kết thúc 1 bit. Để khắc phục, dùng một đường truyền đồng thời nhưng mang xung đồng hồ làm cho thiết bị nhận đồng bộ thời gian với thời gian tín hiệu. Điều này không kinh tế.

Polar

Sử dụng hai mức thế, 1 dương, 1 âm, thành phần DC bị triệt tiêu.

3 phương pháp mã cực

- NRZ (Non Return to Zero): mức tín hiệu luôn là dương hoặc âm, khi không truyền, đường truyền im lặng (mức 0). Có hai kiểu:



Hình 2.13. Mã NRZ

+ NRZ-L (*Level*) : mức thế đại diện cho logic 0 và 1:

(+) ↔ "1",

(-) ↔ "0"

+ NRZ-I (*Inversion*) : đảo mức thế (*sườn*) đầu khoảng bit ↔ "1",
mức thế ↔ "0"

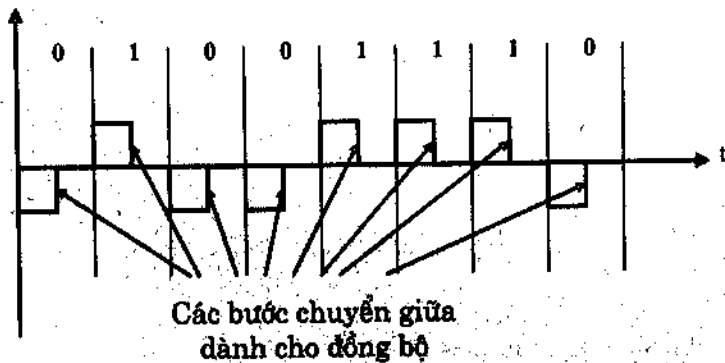
- RZ (*Return to Zero*): để đảm bảo đồng bộ, cần có sự thay đổi trên mỗi bit. Nơi nhận căn cứ vào sự thay đổi này xây dựng, cập nhật và đồng bộ nhịp của nó. Khác với NRZ, RZ cần 3 giá trị dương, âm và zero. Tín hiệu không thay đổi giữa các bit mà thay đổi trong thời gian kéo dài của bit:

(+) ↔ "1",

(-) ↔ "0", dùng mức để đại diện bit.

Nửa đường ở 1/2 khoảng bit về zero, tức là dùng *sườn để đồng bộ*.

Nhược điểm của RZ: cần 2 lần thay đổi tín hiệu ở 1 bit → độ rộng băng rộng hơn.



Hình 2.14. Mã RZ

- *Biphase (hai pha)*: là giải pháp tốt nhất cho vấn đề đồng bộ. Tín hiệu thay đổi giữa khoảng bit nhưng không quay trở về zero mà tiếp tục đối hướng. Cũng như RZ, sự thay đổi trong khoảng giữa này cho phép đồng bộ. Có hai loại biphase được dùng trong mạng là Manchester và Manchester phân biệt.

+ Manchester: thao tác giữa mỗi khoảng bit cho đồng bộ và đại diện bit:

(+) → (-) ↔ "0" (*sườn âm*)

(-) → (+) ↔ "1" (*sườn dương*)

Dùng sườn giữa khoảng bit để đồng bộ bit.

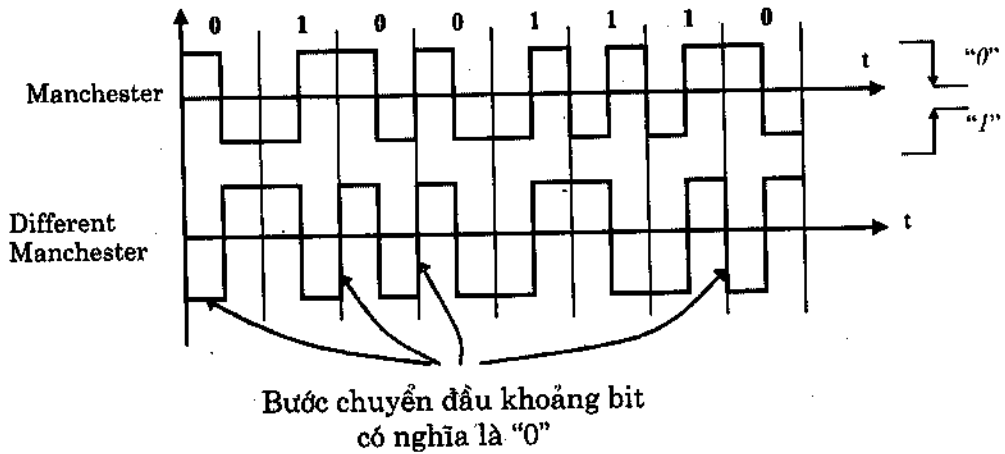
+ Differential Manchester: sự có mặt và vắng mặt của bước chuyển ở đầu khoảng bit dùng để đại diện bit:

Chuyển mức \leftrightarrow "0"

Không chuyển mức \leftrightarrow "1"

Sự đảo chiều ở giữa khoảng bit cho đồng bộ.

Như vậy để thể hiện bit "0" cần 2 lần thay đổi tín hiệu, bit "1" chỉ cần 1 lần.



Hình 2.15. Mã Biphas

Bipolar

Giống RZ sử dụng 3 mức thế: (+), (-) và (0). Tuy nhiên:

Zero \leftrightarrow "0"

(+), (-) \leftrightarrow "1"

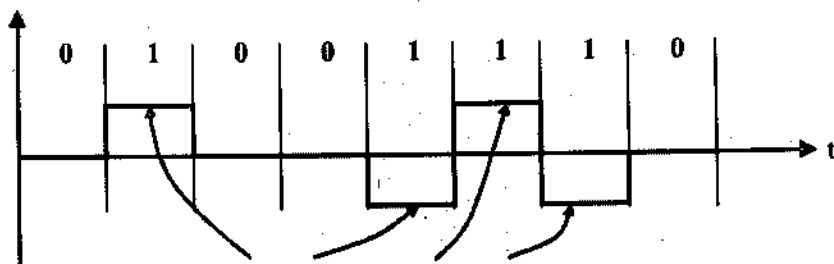
→ thế âm, dương xen kẽ đại diện cho "1"

3 loại mã bipolar dùng nhiều trong truyền thông: AMI, B8ZS và HDB3:

- AMI (Bipolar Alternate Mark Inversion): Mã đảo dấu luân phiên

Zero \leftrightarrow "0"

(+), (-) xen kẽ \leftrightarrow "1"



Thế âm, dương xen kẽ đại diện cho "1"

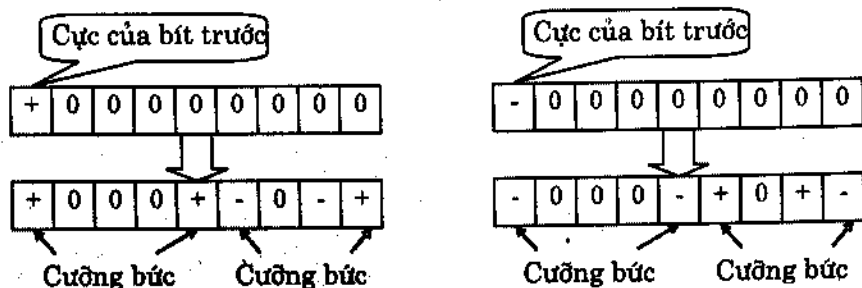
Hình 2.16. Mã AMI

Nhận xét: - Không có đồng bộ.

- Thành phần DC bị triệt tiêu, điện áp của "1" được thay đổi.
- Nhận biết "1" dễ dàng và đồng bộ "1" thuận lợi.
- Nếu "0" liên tiếp sẽ khó khăn cho đồng bộ, dùng mã B8ZS và HDB3 sẽ khắc phục được nhược điểm đó.

- B8ZS (*Bipolar 8 Zero Substitution*): Sự thay thế lưỡng cực cho 8 bit zero.

Mã này giống mã AMI, chỉ khác ở chỗ khi có chuỗi liên tiếp ≥ 8 bit "0", sẽ có sự cưỡng bức thay đổi tín hiệu ngay trong chuỗi "0" đó. Thay đổi cưỡng bức tùy thuộc vào cực của bit "1" ngay trước bit "0" của chuỗi này.

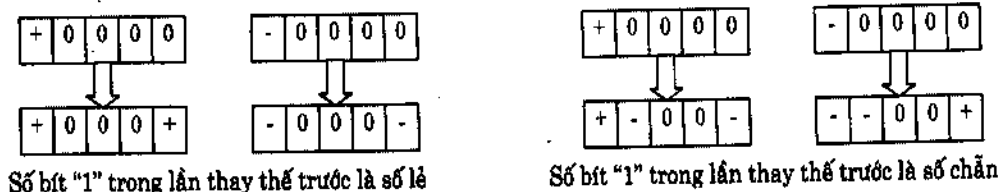


Hình 2.17. Mã B8ZS

Thiết bị nhận xem xét các cực xen kẽ để nhận biết bit "1". Nhưng khi tìm thấy sự thay đổi 2 cực đứng liên tiếp bao quanh 3 logic "0", nó nhận ra sự cưỡng bức cố ý, và không xem đó là lỗi. Tiếp theo thiết bị nhận tìm cặp cưỡng bức thứ 2. Khi đó nó liền biến đổi cả 8 bit thành logic "0" và chuyển thành mã AMI thông thường. Mã này đồng bộ tốt hơn mã AMI, thường dùng khi có ≥ 8 bit "0".

- HDB3 (*High Density Bipolar 3*): Mã lưỡng cực mật độ cao.

Cứ 4 logic "0" liên tiếp sẽ có cường bức thay đổi tín hiệu, có 4 cách thay thế tùy thuộc vào cực của bit "1" trước đó và vào số các logic của sự thay thế trước đó.

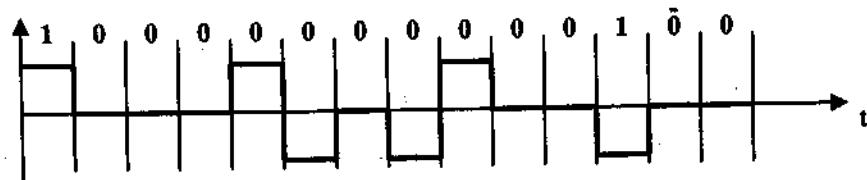


Hình 2.18. Mã HDB3

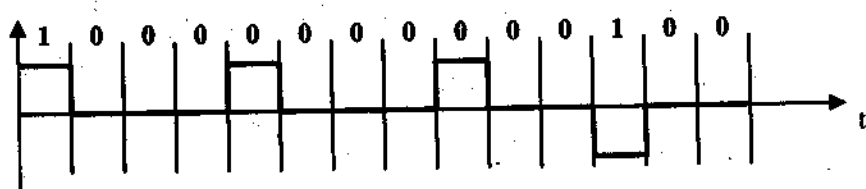
Nhờ có cường bức, bên thu nhận ra đó là sự cố ý và dùng nó để đồng bộ hệ thống.

Ví dụ:

- Dùng mã B8ZS để mã chuỗi bit 1000000000100. Giả sử cực bit "1" là dương.



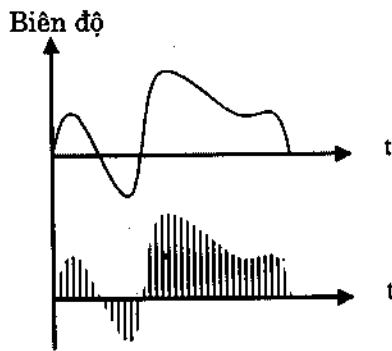
- Dùng mã HDB3 mã chuỗi 1000000000100. Giả sử tổng các số "1" trước là lẻ, 1 đầu dương



Mã tương tự - số

Điều chế biên độ xung (PAM: Pulse Amplitude Modulation)

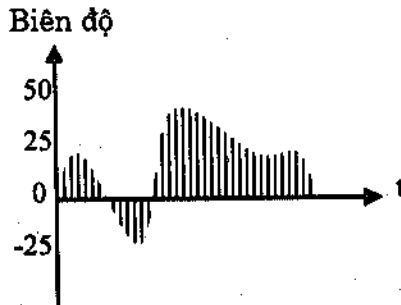
Lấy mẫu tín hiệu tương tự theo một tần số xác định → thu được các xung biên độ khác nhau. Tuy nhiên các biên độ là tương tự, không phải số nên phải điều chế bằng phương pháp mã xung PCM.



Hình 2.19. Điều chế PAM

Điều chế xung mã (PCM: Pulse Code Modulation)

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



Hình 2.20. Điều chế PCM

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

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

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

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

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

Mã số - tương tự

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

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

Baud rate và Bit rate:

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

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

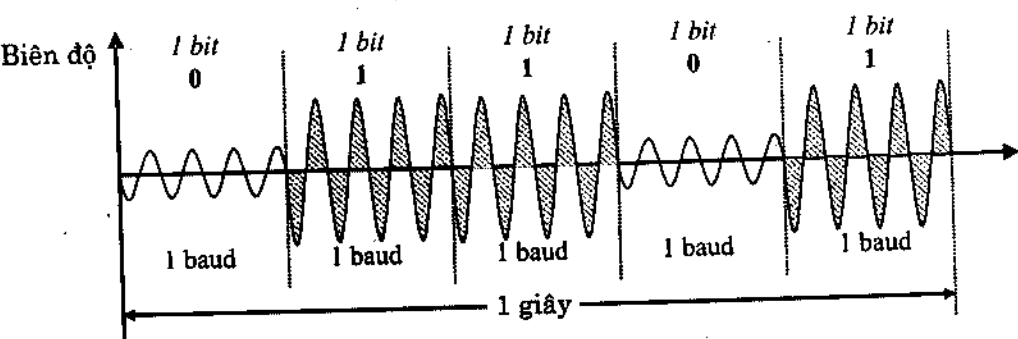
Tốc độ bit = Tốc độ baud \times số bit thể hiện qua một đơn vị tín hiệu

Sóng mang (Carrier Signal):

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

ASK (Amplitude Shift Keying)

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



Hình 2.21. Điều chế ASK

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

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

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

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

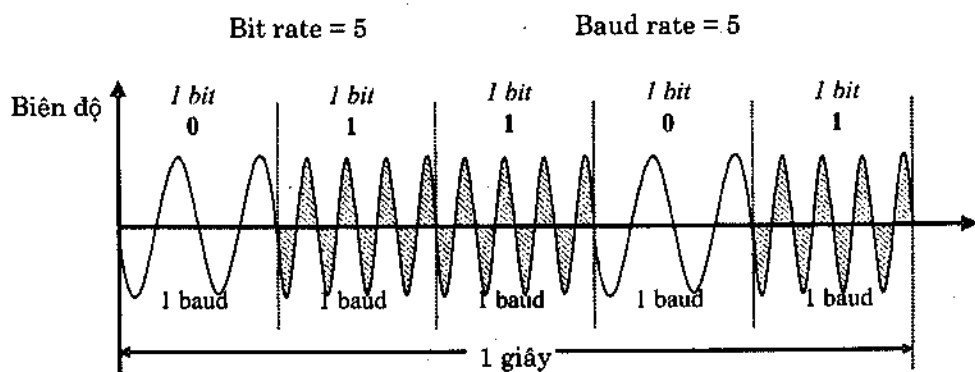
Triển khai tín hiệu đã mã ASK thu được phổ các tần số đơn giản:

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

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

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

FSK (Frequency Shift Keying)



Hình 2.22. Điều chế FSK

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

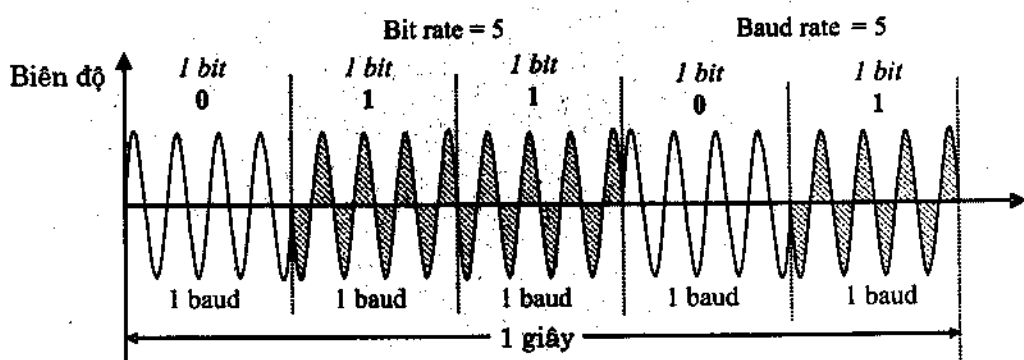
- FSK tránh được tạp âm. Nơi nhận tìm sự thay đổi về tần số mà không chú ý đến điện thế. Hạn chế của FSK là khả năng của môi trường.

Độ rộng băng FSK: f_{c_0} là tần số sóng mang cho bit "0", f_{c_1} cho bit "1".

Phổ FSK là tổ hợp 2 phổ ASK quanh f_{c_0} và f_{c_1} :

$$BW = (f_{c_0} + f_{c_1}) + N_{\text{baud}}$$

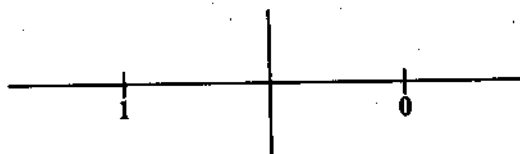
PSK (Phase Shift Keying)



Hình 2.23. Điều chế 2-PSK

Giản đồ sao PSK:

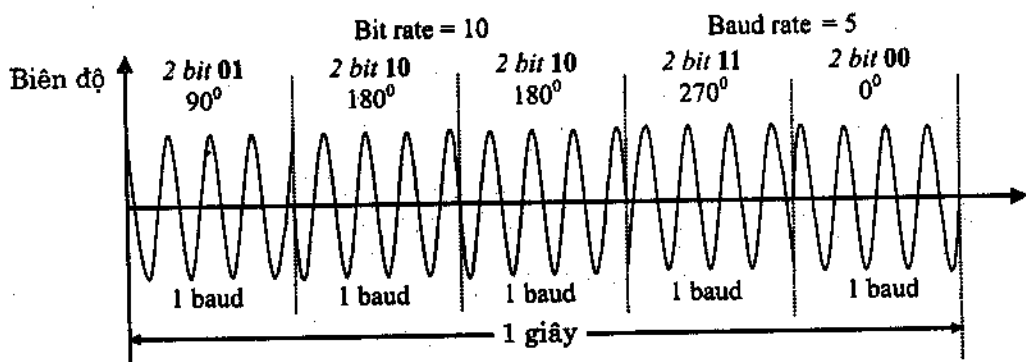
| Bit | Pha |
|-----|-------------|
| 0 | 0° |
| 1 | 180° |



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

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

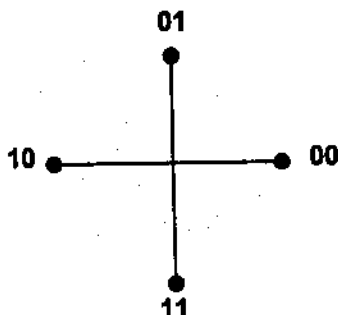
- PSK không nhạy với những tạp âm ảnh hưởng đến ASK và không giới hạn độ rộng băng như đối với FSK. Như vậy, một sự thay đổi tín hiệu dù nhỏ, thiết bị vẫn có khả năng phát hiện.



Hình 2.24. Điều chế 4-PSK

Giản đồ sao PSK:

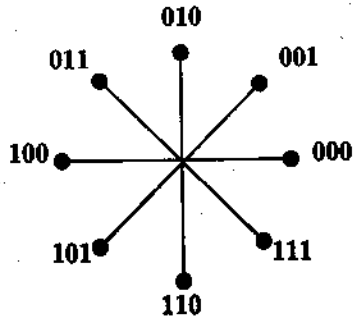
| Cặp bit | Pha |
|---------|-------------|
| 00 | 0° |
| 01 | 90° |
| 10 | 180° |
| 11 | 270° |



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

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

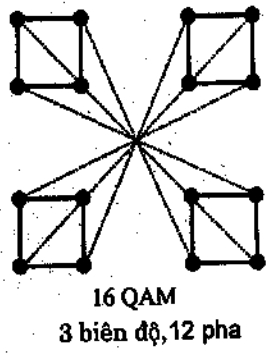
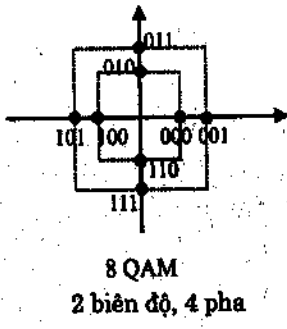
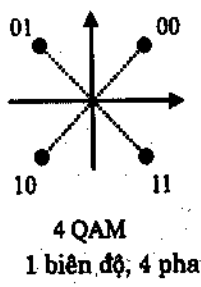
| Tri bit | Pha |
|---------|-------------|
| 000 | 0° |
| 001 | 45° |
| 010 | 90° |
| 011 | 135° |
| 100 | 180° |
| 101 | 225° |
| 110 | 270° |
| 111 | 315° |



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

QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

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



Hình 2.25. Điều chế QAM

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

Bảng 2.3. So sánh bit rate và baud rate

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

Mã tương tự - tương tự: AM, FM, PM

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

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

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

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

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

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

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

2.2. LỚP LIÊN KẾT DỮ LIỆU

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

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

Giao thức dị bộ

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

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

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

Giao thức đồng bộ

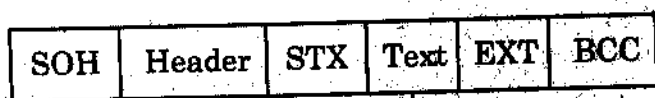
Phương thức truyền đồng bộ không dùng các bit "start" và "stop" để đóng khung một ký tự mà chèn các ký tự đặc biệt SYN (Synchronization), EOT (End of Transmission), hay một cờ flag giữa các dữ liệu để báo một dữ liệu đang đến hoặc đã đến. Đồng bộ với hệ thống truyền thông ở hai mức:

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

2.2.1. GIAO THỨC ĐỊNH HƯỚNG KÝ TỰ

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

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



Thông tin điều khiển

Dữ liệu

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

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

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

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

2.2.2. GIAO THỨC ĐỊNH HƯỚNG BIT

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

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

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

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

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

Cấu trúc đơn vị dữ liệu của HDLC:

| Kích thước vùng bit | Flag | Address | Control | Information | FCS | Flag |
|---------------------|------|--------------|---------|-------------|-------|------|
| | 8 | 8/16 | 8/16 | | 16/32 | 8 |
| Dạng chuẩn mở rộng | | Flame header | | | | |

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Frame U (Unnumbered frame):

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

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

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

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

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

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

Hai frame còn lại là DISC và UA.

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

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

Frame I (Information frame):

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

Frame S (Supervisor frame):

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

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

Bảng 2.5. Các loại frame S

| Các bit S | Loại frame S |
|-----------|--------------------------|
| 00 | RR (Receiver Ready) |
| 01 | REJ (Reject) |
| 10 | RNR (Receiver Not Ready) |
| 11 | SREJ |

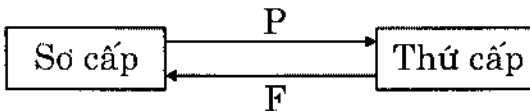
- Frame RR: dùng để thông báo sẵn sàng nhận frame I thứ N(R) và báo nhận tốt các frame đến N(R)-1

- Frame RNR: dùng để thông báo tạm không thể nhận frame I thứ N(R), còn các frame N(R)-1 đã nhận tốt. Trường hợp này xảy ra khi trạm thu không thu thêm được nữa, hoặc gặp sự cố.

- Frame REJ: dùng để yêu cầu truyền (hoặc truyền lại) các frame I thứ N(R) trở đi và báo đã nhận tốt các frame I đến N(R)-1.

- Frame SREJ: khi dùng frame này, là yêu cầu truyền lại một frame I thứ N(R) nào đó, vì bị mất hoặc nghi ngờ có lỗi, đồng thời xác nhận đã thu tốt các frame I khác.

Trường P/F (Poll/Final) là đơn bit: nó có ý nghĩa chỉ khi có giá trị "1" và có ý nghĩa là thăm dò (Poll) và kết thúc (Final). Mang ý nghĩa thăm dò khi frame gửi từ thiết bị sơ cấp tới thứ cấp (địa chỉ trường là địa chỉ thiết bị nhận). Mang ý nghĩa kết thúc khi khung gửi từ thứ cấp tới sơ cấp (trường địa chỉ là địa chỉ của thiết bị gửi).



2.3. LỚP MẠNG

Lớp mạng (Network layer) được xem là phức tạp nhất trong các lớp của mô hình OSI. Lớp mạng cung cấp phương tiện để truyền các đơn vị dữ liệu qua mạng, liên mạng. Vì vậy, lớp này phải thỏa mãn yêu cầu của nhiều kiểu mạng và các dịch vụ mạng.

Hai chức năng chủ yếu của lớp mạng là: Chọn đường (routing) và chuyển mạch (relaying). Ngoài ra, lớp mạng cũng thực hiện một số chức năng khác cũng như ở các lớp khác: thiết lập, duy trì và giải phóng các liên kết logic, kiểm soát lỗi, kiểm soát luồng dữ liệu, dôn kênh/phân kênh...

2.3.1. KỸ THUẬT CHỌN ĐƯỜNG (ROUTING)

Chọn đường là sự lựa chọn một tuyến đường để truyền một đơn vị dữ liệu từ trạm nguồn đến trạm đích. Các nhiệm vụ cần thực hiện:

- Quyết định chọn đường với những tiêu chuẩn tối ưu,
- Cập nhật thông tin chọn đường.

Một số yếu tố cần quan tâm đến hai nhiệm vụ trên:

- Sự phân tán của các chức năng chọn đường trên các nút của mạng,
- Sự thích nghi với trạng thái hiện hành của mạng,
- Các tiêu chuẩn tối ưu để chọn đường.

Dựa trên yếu tố đầu tiên, có kỹ thuật chọn đường tập trung (centralized routing) hoặc phân tán (distributed routing). Dựa trên yếu tố thứ hai, có kỹ thuật chọn đường tĩnh (static routing) hoặc thích nghi (adaptive routing).

Với yếu tố thứ 3 sẽ xác định bởi người quản lý hoặc người thiết kế mạng:

- + Độ trễ trung bình của việc truyền gói tin,
- + Số lượng nút trung gian giữa nguồn và đích của gói tin,
- + Độ an toàn của việc truyền tin,
- + Chi phí truyền tin...

Việc chọn tiêu chuẩn tối ưu phụ thuộc nhiều vào cấu trúc mạng (topo, thông lượng, mục đích sử dụng...). Các tiêu chuẩn này cũng có thể thay đổi vì cấu trúc mạng cũng có thể thay đổi.

Kỹ thuật chọn đường tập trung và kỹ thuật chọn đường phân tán

Một hoặc một vài trung tâm điều khiển mạng thực hiện việc chọn đường, sau đó gửi các bảng chọn đường (routing table) tới tất cả các nút mạng dọc theo con đường đã chọn. Thông tin tổng thể của mạng cần dùng cho việc chọn đường chỉ được cất giữ tại trung tâm điều khiển mạng. Các nút mạng có thể không gửi thông tin trạng thái, có thể gửi định kỳ hoặc chỉ gửi khi một sự kiện nào đó xảy ra về trung tâm. Trung tâm sẽ cập nhật lại các bảng chọn đường theo các thông tin này.

Kỹ thuật chọn đường phân tán sẽ không tồn tại các trung tâm điều khiển. Quyết định chọn đường được thực hiện tại mỗi nút của mạng. Điều này đòi hỏi việc trao đổi thông tin giữa các nút.

Kỹ thuật chọn đường thích nghi và kỹ thuật chọn đường không thích nghi

Kỹ thuật chọn đường không thích nghi (tĩnh) được thực hiện mà không có sự trao đổi thông tin, không cập nhật thông tin. Tiêu chuẩn để chọn đường và bản thân tuyến đường được chọn một lần cho toàn cuộc truyền, không hề có sự thay đổi giữa chừng. Kỹ thuật này đơn giản nên được sử dụng rộng rãi, đặc biệt trong các mạng ổn định

Kỹ thuật chọn đường thích nghi (động) được quan tâm do khả năng đáp ứng đối với các trạng thái khác nhau của mạng. Với kỹ thuật này, mạng có khả năng cung cấp các con đường khác nhau để đề phòng sự cố và thích nghi nhanh chóng với những thay đổi trên mạng. Để thực hiện được kỹ thuật này, các thông tin được đo lường và trao đổi:

- + Các trạng thái của đường truyền,
- + Các độ trễ truyền dẫn,
- + Mức độ lưu thông,
- + Các tài nguyên khả dụng...

2.3.2. GIAO THỨC X25 PLP

Năm 1976, CCITT đã công bố khuyến nghị về họ giao thức X25 sử dụng cho 3 lớp 1, 2, 3 trong các mạng chuyển mạch gói công cộng. Trong đó:

X25.1 tương ứng với X21

X25.2 tương ứng với LAP-B

Đối với X25.3, đến năm 1984, CCITT và ISO đã phối hợp ban hành chuẩn X25PLP (X25 Packet Level Protocol) cho lớp 3 đặc tả các giao diện DTE/DTE và DTE/DCE, trong đó DCE đóng vai trò nút mạng chuyển mạch gói X25.

X25 PLP định nghĩa 2 loại liên kết logic.

- VC (Virtual Circuit): là liên kết ảo có tính tạm thời được thiết lập và xóa bỏ bởi các thủ tục của X25 PLP

- PVC (Permanent Virtual Circuit): là liên kết ảo được thiết lập vĩnh viễn trên mạng không cần các thủ tục của X25 PLP

Các thủ tục chính của X25 PLP

X25 PLP có 6 thủ tục chính là:

- Call Setup : thiết lập liên kết

- Clearing : xóa bỏ liên kết
- Data : truyền dữ liệu thường
- Interrupt : truyền dữ liệu khẩn
- Reset : khởi động lại một liên kết
- Restart : khởi động lại giao diện

Ngoài ra, X25 PLP còn cung cấp hơn 40 thủ tục phụ (facility) cho người sử dụng. Các thủ tục này có một số có thể được cung cấp bởi mạng, nhưng một số khác lại có thể được dùng bởi một người sử dụng cụ thể theo yêu cầu. Một số thủ tục phụ được chọn để dùng trong một giao đoạn thỏa thuận trước, một số khác lại được yêu cầu trên từng liên kết, lúc đó chúng chỉ có hiệu lực với liên kết đó.

2.4. LỚP GIAO VẬN

Lớp giao vận nằm một trong 4 lớp thấp (lớp vật lý, lớp liên kết dữ liệu, lớp mạng, lớp giao vận) để so sánh với 3 lớp cao (lớp phiên, lớp trình diễn, lớp ứng dụng). Các lớp thấp quan tâm đến việc truyền dữ liệu giữa các hệ thống cuối (end systems) qua phương tiện truyền thông. Còn các lớp cao tập trung đáp ứng các yêu cầu và các ứng dụng của người sử dụng.

Lớp giao vận thực hiện vận chuyển dữ liệu từ đầu cuối đến đầu cuối một cách tin cậy và chính xác. Điều này được diễn giải như sau:

Dữ liệu của một thông điệp ở hệ thống nguồn, sau khi qua ba lớp trên đến lớp giao vận được xem là dữ liệu gốc. Bằng cách nào đó, lớp giao vận phải thực hiện để dữ liệu này sau khi qua mạng tới đích và qua lớp giao vận của hệ thống đích, dữ liệu được hoàn lại đầy đủ chính xác như dữ liệu gốc. Để thực hiện được nhiệm vụ đó, lớp giao vận phải chia dữ liệu thành khối nhỏ, gói lại thành đơn vị dữ liệu giao vận gọi là segment. Trong quá trình gói dữ liệu, nó sẽ thêm vào phần header và trailer các cơ chế kiểm soát luồng dữ liệu, kiểm soát lỗi. Tất cả các cơ chế này phải bảo đảm khi dữ liệu đến đích, lớp giao vận của đích có thể tập hợp đầy đủ các segment và sửa các lỗi, tạo ra dữ liệu gốc chính xác.

Nhiệm vụ của lớp giao vận vì vậy rất phức tạp, phải tính đến khả năng thích ứng với một phạm vi rất rộng các đặc trưng của mạng. Chẳng hạn một mạng có thể có liên kết, không liên kết, tin cậy hay không tin cậy... Với các loại mạng khác nhau, vai trò của lớp giao vận cũng khác nhau. CCITT và ISO đã định nghĩa 3 loại mạng là loại A, loại B, và loại C. Với 3 loại mạng này, với những chất lượng gói tin truyền là khác nhau. Để đảm bảo chất lượng

mạng, lớp giao vận sẽ đưa thêm vào các dịch vụ thích hợp và cần thiết để đảm bảo việc phục hồi (recovery) nếu gói tin bị mất hay có lỗi truyền...

Giao thức chuẩn của lớp giao vận

Lớp giao vận có 5 giao thức:

- Giao thức lớp 0: Lớp đơn giản (simple class).
- Giao thức lớp 1: Lớp hồi phục lỗi cơ bản (basic error recovery class).
- Giao thức lớp 2: Lớp dồn kênh (multiplexing class).
- Giao thức lớp 3: Lớp hồi phục lỗi và dồn kênh (error recovery and multiplexing class).
- Giao thức lớp 4: Phát hiện và phục hồi lỗi (error detection and recovery class).

Với những tên được đặt cho từng giao thức, ta đã thấy được phần nào chức năng của các giao thức sử dụng, và từ đó, tùy theo từng loại mạng, sẽ sử dụng cụ thể loại giao thức nào cho phù hợp.

2.5. LỚP PHIÊN, LỚP TRÌNH DIỄN, LỚP ỨNG DỤNG

2.5.1. LỚP PHIÊN

Lớp phiên là lớp thấp nhất trong nhóm các lớp cao. Mục tiêu của lớp này là cung cấp cho người sử dụng các chức năng cần thiết để quản trị các phiên ứng dụng. Các công việc cụ thể là:

- Thiết lập, duy trì và giải phóng các phiên giao dịch giữa việc trao đổi dữ liệu giữa các ứng dụng.
- Cung cấp các điểm đồng bộ hóa để kiểm soát việc trao đổi dữ liệu
- Đặt ra các quy định cho các tương tác giữa các ứng dụng của người sử dụng
- Cơ chế lấy lượt cho quá trình trao đổi dữ liệu.

Vì rằng việc trao đổi dữ liệu có thể là hai chiều đồng thời, hai chiều luân phiên, hay một chiều. Với phương thức hai chiều luân phiên thì hai bên sử dụng phải lấy lượt cho các lần truyền dữ liệu.

Các dịch vụ mà tầng phiên cung cấp cho người sử dụng tầng phiên để nhằm đạt được:

- Thiết lập một liên kết với người sử dụng tầng phiên khác, thực hiện trao đổi dữ liệu đồng bộ, hủy bỏ liên kết khi không dùng đến nữa.

- Thương lượng về việc dùng thẻ bài (token) để trao đổi dữ liệu, đồng bộ hóa, hủy bỏ liên kết, quy định phương thức truyền dữ liệu là đơn công hay song công.

- Thiết lập các điểm đồng bộ. Khi xảy ra sự cố, có thể hồi phục giao dịch từ một điểm đồng bộ đã xác lập.

- Có khả năng ngắt một hội thoại và khôi phục lại từ một điểm xác định trước.

2.5.2. LỚP TRÌNH DIỄN

Lớp trình diễn đảm bảo cho các hệ thống cuối có thể truyền thông có kết quả ngay cả khi chúng sử dụng các biểu diễn dữ liệu khác nhau. Lớp này sẽ cung cấp một biểu diễn chung để dùng trong truyền thông và cho phép chuyển đổi từ biểu diễn cục bộ sang biểu diễn chung đó.

Tương ứng với các biểu diễn đó sẽ có cú pháp thông tin dùng bởi thực thể ứng dụng nguồn, cú pháp thông tin dùng bởi thực thể ứng dụng đích và cú pháp thông tin dùng cho các thực thể lớp trình diễn. Cú pháp thông tin cho lớp trình diễn này gọi là cú pháp truyền (transfer syntax).

Cú pháp truyền này không cố định cho mọi hoạt động trao đổi dữ liệu. Việc thương lượng cú pháp được tiến hành trong giai đoạn thiết lập liên kết và cú pháp có thể phải thay đổi trong giao dịch của liên kết.

Dịch vụ OSI cho tầng trình diễn có hai loại:

- Một loại bao gồm các dịch vụ liên quan đến biểu diễn dữ liệu của người sử dụng để đảm bảo cho hai thực thể ứng dụng có thể trao đổi dữ liệu thành công ngay cả khi chúng sử dụng các biểu diễn cục bộ khác nhau (thương lượng về cú pháp truyền và chuyển đổi dữ liệu).

- Loại thứ hai bao gồm các dịch vụ cho phép các thực thể ứng dụng có thể sử dụng các dịch vụ lớp phiên để quản lý hội thoại

2.5.3. LỚP ỨNG DỤNG

Lớp này là ranh giới giữa môi trường nối kết các hệ thống mở với các tiến trình ứng dụng (Application process). Vì là lớp cao nhất nên lớp ứng dụng này không cung cấp một dịch vụ nào cho các lớp cao hơn.

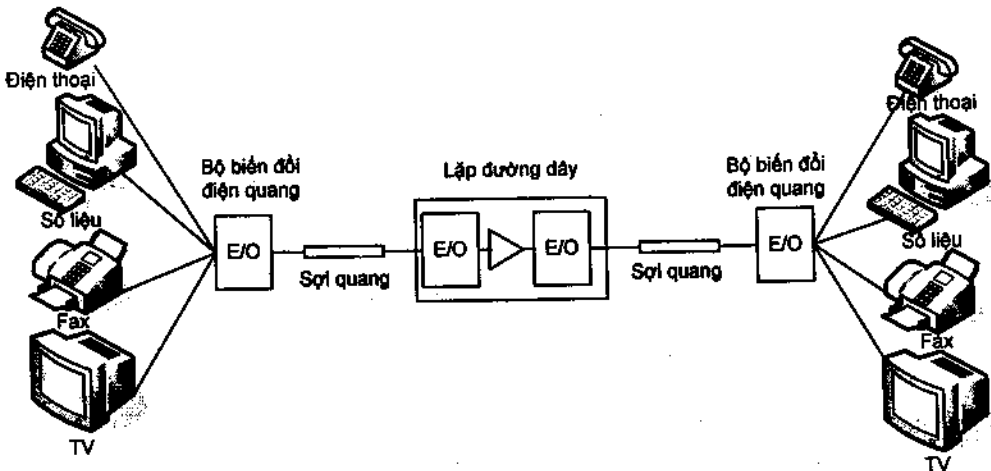
Một ứng dụng của một hệ thống mở nào đó muốn trao đổi thông tin phải thông qua lớp ứng dụng. Lớp ứng dụng với các thực thể ứng dụng (Application Entity) sẽ cung cấp các phương tiện cần thiết để các ứng dụng có thể truy nhập vào môi trường OSI.

HỆ THỐNG THÔNG TIN QUANG

3.1. HỆ THỐNG THÔNG TIN SỢI QUANG

3.1.1. CẤU TRÚC HỆ THỐNG THÔNG TIN SỢI QUANG

Cấu trúc cơ bản của hệ thống thông tin quang mô tả ở hình 3.1. Tất cả các tín hiệu điện từ máy điện thoại, từ các thiết bị đầu cuối, số liệu fax đưa đến được biến đổi sang tín hiệu quang qua một bộ biến đổi điện quang E/O (các mức tín hiệu điện được biến đổi thành cường độ sáng). Các tín hiệu điện nhị phân "0" và "1" được biến đổi ra ánh sáng dạng "không" và "có" và sau đó được gửi vào cáp quang. Các tín hiệu truyền qua sợi quang công suất bị giảm và dạng sóng (độ rộng xung) bị giãn ra. Nếu công suất và dạng sóng đến nơi nhận (với khoảng cách xác định) vẫn bảo đảm trong mức độ quy định, nó sẽ được đưa đến bộ biến đổi quang-điện O/E. Bộ biến đổi quang-điện sẽ biến đổi tín hiệu quang thu được thành tín hiệu điện và khôi phục lại nguyên dạng tín hiệu của máy điện thoại, fax... để gửi đi. Tín hiệu đã khôi phục được truyền đến các thiết bị đầu cuối của chặng truyền dẫn.



Hình 3.1. Cấu hình của hệ thống thông tin sợi quang

Bộ biến đổi điện-quang E/O là các linh kiện phát quang như diode phát quang (LED) hay laser diode. Bộ biến đổi quang-điện O/E chính là photo diode.

Khi khoảng cách truyền dẫn giữa trạm nguồn và đích lớn hơn giới hạn quy định (đối với từng loại sợi quang) tín hiệu sẽ bị biến dạng và suy giảm tới mức khó hồi phục lại chính xác. Lúc đó cần có các trạm lặp (repeater: tiếp sức) giữa đường truyền để bảo đảm, tín hiệu thu được ở trạm đích có thể hồi phục chính xác. Các trạm lặp này sẽ biến đổi tín hiệu quang thu được thành tín hiệu điện, rồi dùng khuếch đại điện tử khuếch đại lên và sửa dạng như tín hiệu điện ban đầu. Tín hiệu này sẽ qua bộ biến đổi điện - quang E/O, thành tín hiệu quang và tiếp tục được truyền qua sợi quang tới đích. Tóm lại là việc sửa dạng và tăng cường công suất của tín hiệu quang được thực hiện bằng phương pháp điện.

3.1.2. ĐẶC ĐIỂM CỦA THÔNG TIN SỢI QUANG

Hệ thống thông tin quang có nhiều ưu điểm hơn hệ thống sử dụng cáp đồng do sử dụng các đặc tính của sợi quang, linh kiện thu quang phát quang.

Sợi quang có những ưu điểm sau:

- Suy hao của cáp quang thấp hơn nhiều so với cáp kim loại.
- Cáp sợi quang hoạt động ở tần số rất cao so với cáp kim loại, do đó độ rộng băng lớn hơn nhiều.
- Kích thước rất nhỏ, trọng lượng nhẹ hơn cáp đồng. Cùng một kích thước như cáp kim loại, cáp sợi quang chứa số lõi sợi quang lớn hơn số lõi sợi kim loại và nhẹ hơn nhiều. Do vậy việc lắp đặt cáp đơn giản.
- Do sợi quang cấu trúc bằng các chất cách điện như thủy tinh hoặc chất dẻo, nên chống nhiễu cao, chúng không chịu ảnh hưởng của điện từ trường ngoài. Ít chịu tác dụng của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm và cá chất hóa học. Do vậy rất thuận lợi khi cho cáp xuống môi trường biển.

Các bộ biến đổi O/E và E/O có những ưu điểm sau:

- Có khả năng biến đổi O/E và E/O tốc độ cao, nên sử dụng thuận lợi trong thông tin tốc độ cao và băng rộng;
- Hiệu suất biến đổi quang-điện cao và kích thước lại nhỏ;
- Các linh kiện có thể phát xạ công suất quang lớn, và độ nhạy của máy thu cao, nên có thể cho phép tăng khoảng cách truyền dẫn.

Mặc dù các hệ thống thông tin sợi quang gặp phải hai khó khăn cơ bản: giá thành khi xây dựng hệ thống cao, kỹ thuật lắp đặt đòi hỏi khắt khe (khớp nối các sợi quang) đòi hỏi trình độ chuyên nghiệp cao, song nó vẫn đang được phát triển nhanh và quan tâm rất nhiều. Thông tin quang như phân tích ở trên có thể tóm tắt lại những ưu điểm chính:

- Có thể cho phép khoảng cách giữa các trạm tới vài chục km. Một số tuyến điện thoại có thể liên lạc trực tiếp không cần trạm lặp. Nó rất thích hợp với thông tin ở khoảng cách lớn, địa hình phức tạp, núi cao và biển sâu.

- Khối lượng thông tin thực hiện rất lớn, tốc độ truyền tải cũng lớn. Cho phép thực hiện nhiều dịch vụ như truyền hình số, và nhiều dịch vụ mà cáp điện không thực hiện được.

- Tính chống nhiễu cao và bảo mật tốt là hai yêu cầu rất quan trọng trong thông tin.

Người ta đã tính toán về kinh tế khi sử dụng hệ thống sợi quang để thông tin, thực tế hiệu quả hơn nhiều so với sử dụng cáp điện. Bởi lẽ hệ thống rất bền, ít hỏng hóc, tồn tại rất lâu, hiệu quả truyền tin lại lớn. Thậm chí ngay cả các mạch điện thoại trong chung cư cũng cho thấy hiệu quả kinh tế của hệ thống.

3.2. ĐẶC ĐIỂM CỦA ÁNH SÁNG TRONG THÔNG TIN SỢI QUANG

3.2.1. PHỔ ĐIỆN TỪ

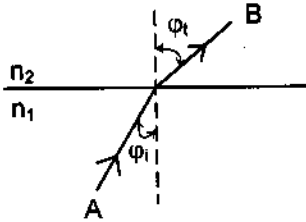
Ánh sáng dùng trong các mạng sợi quang là một loại năng lượng điện từ. Năng lượng này dưới dạng sóng có thể lan truyền trong chân không, không khí và xuyên qua một vài dạng vật liệu như thủy tinh v.v... Một thuộc tính quan trọng của bất kỳ sóng năng lượng nào là bước sóng λ . λ là khoảng cách sóng lan truyền được trong một chu kỳ T. Tất cả các sóng từ giải radio, sóng viba, radar, ánh sáng nhìn thấy, tia X, tia gamma đều là sóng điện từ. Tập hợp tất cả sóng điện từ, từ bước sóng dài đến bước sóng ngắn gọi là phổ điện từ. Tất cả chúng đều lan truyền trong chân không với vận tốc $C=300.000 \text{ km/s}$ (chính xác là $2,9979 \times 10^8/\text{s}$). Trong môi trường có chiết suất khúc xạ là n, thì vận tốc ánh sáng sẽ là $v=C/n$; môi trường không khí coi chiết suất khúc xạ $n=1$.

Giải sóng từ 400 nm đến 700 nm là ánh sáng nhìn thấy ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$).

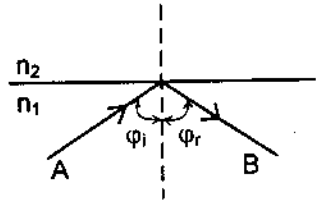
Ánh sáng có bước sóng lớn gần 700 nm có màu đỏ. Các sóng mà mắt không nhìn thấy được dùng để truyền dữ liệu có bước sóng lớn hơn 700 nm một chút, được gọi là hồng ngoại. Bước sóng ánh sáng dùng để truyền dữ liệu trong sợi quang là 850 nm, 1310 nm, 1550 nm. Các bước sóng này truyền trong sợi quang tốt hơn các bước sóng khác.

3.2.2. CÁCH LAN TRUYỀN ÁNH SÁNG TRONG SỢI QUANG

Sóng điện từ phát ra từ một nguồn, chúng di chuyển theo một đường thẳng. Các đường thẳng này đi ra từ nguồn gọi là các tia. Các tia sáng truyền thẳng trong môi trường đồng nhất (chiết suất n đồng nhất) bị phản xạ hoặc khúc xạ tại biên ngăn cách hai môi trường có chiết suất n khác nhau. Sự truyền thẳng, khúc xạ và phản xạ là 3 đặc tính cơ bản của ánh sáng. Đặc điểm nữa cũng rất quan trọng là vận tốc truyền của ánh sáng giảm khi chiết suất tăng.



a) Tia tới tia khúc xạ



b) Hiện tượng phản xạ

Hình 3.2. Tia sáng qua 2 miền có chiết suất khác nhau

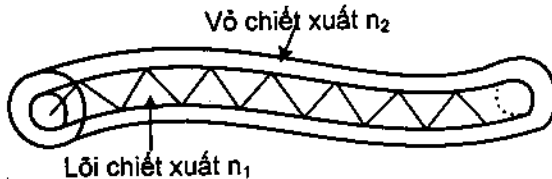
Giả sử có tia tới A đi từ môi trường có chiết suất là n_1 , qua môi trường có chiết suất là n_2 với $n_1 > n_2$. Khi qua biên giữa hai môi trường, tại O nó sẽ bị lệch hướng tạo ra tia khúc xạ B. Gọi φ_i là góc tới, φ_r là góc phản xạ, theo định luật khúc xạ ta có:

$$n_1 \cdot \sin \varphi_i = n_2 \sin \varphi_r \quad (3.1)$$

vì $n_1 > n_2$ nên $\varphi_r > \varphi_i$

Nếu tăng φ_i thì φ_r cũng tăng, φ_r tăng đến lúc $\varphi_r = 90^\circ$, thì sẽ xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần, tia sáng không còn đi vào môi trường có chiết suất n_2 mà bị phản xạ trở lại. Góc tới tương ứng với lúc bắt đầu xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần gọi là góc tới hạn φ_c . Từ (3.1) ta có:

$$n_1 \sin \varphi_c = 1$$



Hình 3.3. Ánh sáng truyền dẫn bị giới hạn trong lõi.

Kể từ đây tia tới A tạo ra tia phản xạ B với góc phản xạ $\varphi_r = \varphi_i$. Hình 3.3 mô tả cấu trúc sợi quang, bao gồm một môi trường (chất điện môi) gọi là

lõi, lõi này được bao quanh bằng một chất điện môi khác, gọi là vỏ, có chiết suất nhỏ hơn chút ít so với lõi. Trong hệ thống thông tin sợi quang, ánh sáng được truyền theo suốt sợi quang giới hạn trong lõi vì có hiện tượng phản xạ toàn phần.

3.2.3. NGUỒN SÁNG SỬ DỤNG TRONG THÔNG TIN SỢI QUANG

Ánh sáng là sóng ngang dao động vuông góc với phương truyền sóng. Ánh sáng lan truyền trong môi trường đồng nhất là sóng điện từ có cường độ điện trường và từ trường thay đổi theo phương vuông góc với phương sóng lan truyền. Tập hợp tất cả các điểm có cùng một cường độ điện trường tại một thời điểm tạo ra mặt đẳng pha. Ánh sáng lan truyền trong sợi quang dựa trên nguyên tắc phản xạ toàn phần giữa các mặt biên. Muốn tồn tại được, chúng phải là nguồn sáng kết hợp.

Để hiểu tính kết hợp của nguồn sáng, ta xét một sóng ngang lan truyền dọc theo sợi dây bị ghim cố định ở hai đầu hình 3.4. Từ hình 3.4 cho thấy một sóng bị giới hạn ở hai biên, sau khi lặp lại các phản xạ các sóng lan truyền theo hướng ngược lại và chồng lên các sóng khác (hình 3.4.a và 3.4.b). Hiện tượng sóng này chồng lên sóng kia gọi là sự giao thoa. Trong các trường hợp này biên độ sóng được tăng lên do giao thoa. Nếu gọi l là chiều dài của sợi dây, trường hợp hình 3.4.a tương ứng với $l = \lambda/2$, hình 3.5.b tương ứng với $l = 2\lambda/2$. Còn trường hợp hình 3.4.c tương ứng với $l \neq n\lambda/2$ ($n=1,2,3,\dots$). Các sóng phản xạ không chồng lên nhau. Chúng có pha dao động khác nhau tại các điểm trên dây, làm cho biên độ của sóng thu được giảm tới giá trị rất nhỏ.

Vậy khi thỏa mãn điều kiện:

$$l = n\lambda/2 \quad (\text{với } n = 1,2,3,\dots) \quad (3.2)$$

tức là độ dài của sợi dây bằng bội số nguyên lần nửa bước sóng thì sóng được duy trì và tạo ra sóng đứng. Cách dao động của dây tương ứng với một sóng đứng gọi là một mode dao động của dây. Hai đầu dây (hình 3.4.a) cùng với trung điểm của dây (hình 3.4.b) gọi là nút sóng đứng. Tại các nút này, biên độ của dao động luôn bằng 0 và các nút không chuyển dịch theo thời gian.

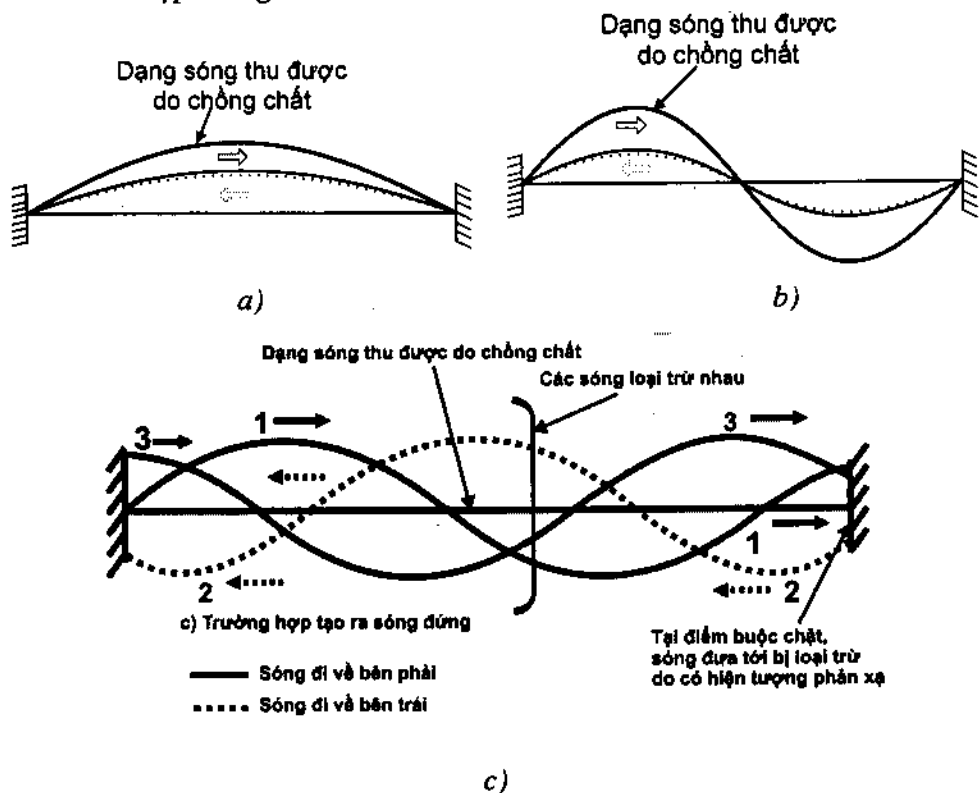
Diode phát quang (LED) và laser diode (LD) tạo nên các nguồn sáng cùng pha nhân tạo, bởi vì sự phát xạ ánh sáng cưỡng bức của các nguyên tử cùng một pha. Ánh sáng mà có sóng cùng pha với sóng khác theo mặt thẳng đứng với phương truyền sóng được gọi là ánh sáng kết hợp không gian. Ánh sáng do LED và LD tạo ra là ánh sáng kết hợp không gian, đóng vai trò rất

quan trọng, bởi vì sợi quang truyền tải tín hiệu trên một mode truyền dẫn trong lõi chịu ảnh hưởng của giao thoa.

Ánh sáng phát ra từ các đèn thông thường, không có tính kết hợp không gian, nên không thể dùng cho thông tin quang.

Ngoài tính kết hợp không gian, còn một yếu tố khác để tăng tính kết hợp của ánh sáng, đó là bước sóng duy nhất. Một ánh sáng liên tục có bước sóng đơn được coi là kết hợp trong miền thời gian. Ánh sáng có tính kết hợp ở miền thời gian, hiện tượng giao thoa càng tăng thêm.

Các ánh sáng phát ra từ các đèn điện thường là ánh sáng trắng không đơn sắc (là tổng hợp của các ánh sáng có bước sóng khác nhau) nên không có tính kết hợp thời gian.



Hình 3.4. Sóng đứng sinh ra ở sợi dây 2 đầu cố định

a) Phương thức cơ bản; b) Dạng sóng thu được do chồng chất; c) Trường hợp không tạo ra sóng đứng

Ánh sáng có tính kết hợp cả miền không gian và thời gian chính là ánh sáng phát ra từ laser. Không một nguồn sáng nào trong tự nhiên có tính kết hợp về không gian, thời gian như ánh sáng của laser.

Hơn nữa, khi đưa ánh sáng vào sợi quang, do sự nhiễu xạ, các tia sáng có xu hướng tỏa ra. Dùng tia laser cho qua một thấu kính, có mức hội tụ rất cao, thuận lợi khi đưa ánh sáng vào cáp sợi quang có đường kính nhỏ.

Các tín hiệu trong thông tin quang ngày nay là các tín hiệu điều biến (thay đổi cường độ sáng). Việc chế tạo được các laser diode có tính kết hợp thời gian cao, có thể được thực hiện điều pha, tạo ra công nghệ thông tin dung lượng siêu lớn.

3.3. SỢI QUANG

3.3.1. SỢI QUANG VÀ CÁCH LAN TRUYỀN ÁNH SÁNG TRONG SỢI QUANG

Sợi quang

Sợi quang là sợi mảnh dẫn ánh sáng, bao gồm hai chất điện môi trong suốt khác nhau (điện môi như thủy tinh hoặc nhựa). Một phần (nằm giữa sợi) cho ánh sáng truyền trong đó gọi là lõi, phần còn lại là lớp phủ bao quanh lõi. Sợi quang được cấu tạo sao cho ánh sáng được truyền dẫn chỉ trong lõi sợi, bằng phương pháp sử dụng hiện tượng phản xạ toàn phần. Hiện tượng này được tạo nên do cấu trúc lớp phủ có chiết suất nhỏ hơn lõi khoảng $(0,2+0,3)\%$. Đường kính lớp phủ khoảng $0,1\text{ mm}$, còn lõi có đường kính nhỏ hơn nhiều, cỡ từ 10 đến $60\text{ }\mu\text{m}$. So với bước sóng truyền tải, đường kính lõi lớn hơn khoảng vài chục lần. Đường kính này được xác định tùy theo yêu cầu truyền dẫn và đặc tính cơ học.

Đường lan truyền ánh sáng trong sợi quang

Ánh sáng từ nguồn phát quang bị khuếch tán do nhiễu xạ. Muốn đưa ánh sáng vào sợi quang cần phải được tập trung lại. Tuy nhiên không phải tất cả ánh sáng tập trung đều có thể đưa vào sợi mà chỉ một phần có góc tới nằm trong một giới hạn nhất định mới có thể đưa vào.

Tại điểm đưa ánh sáng vào sợi quang, chia thành 3 môi trường liên nhau, có chiết suất khác nhau. Đó là môi trường không khí, lõi và lớp phủ, tương ứng với chiết suất $n_0 = 1, n_1, n_2$.

Góc nhận lớn nhất θ_{\max} là góc của tia tới số (2), tia tạo ra tia tới hạn có góc tới hạn là $90^\circ - \theta_c$ (tại mặt phân cách lõi và lớp phủ).

Tại biên của không khí và lõi, lõi và lớp phủ, theo định luật khúc xạ có:

$$\sin\theta_{\max} = n_1 \sin\theta_c$$

$$\sin(90^\circ - \theta_n) = \cos \theta_n = \frac{n_2}{n_1}$$

vì $n_1 \approx n_2$, góc mở lớn nhất sẽ là:

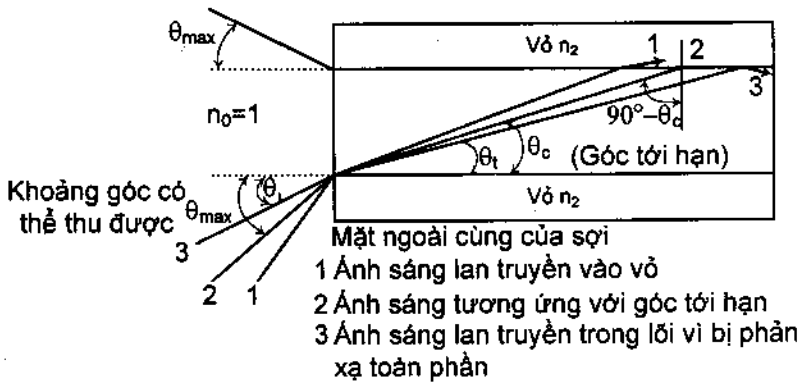
$$\sin \theta_{\max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = n_1 \sqrt{2\Delta} \quad (3.3)$$

Với $\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$ là độ lệch chiết suất tương đối.

$\sin \theta_{\max}$ cho ta biết điều kiện đưa ánh sáng vào sợi quang. Nó là thông số cơ bản quyết định đến hiệu suất ghép nối giữa nguồn sáng và sợi quang:

Ví dụ: $n_1=1,475$; $n_2=1,46$ (độ lệch chiết suất tương đối là 1%)

thì $\sin \theta_{\max} = 0,21$



Hình 3.5. Góc nhận của sợi quang

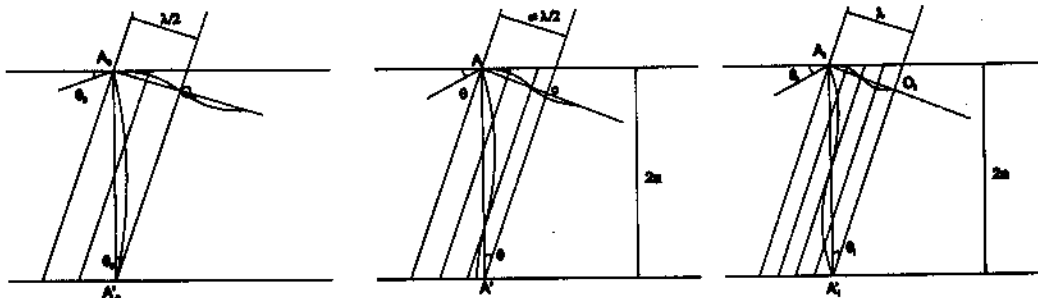
Nếu biết đường kính lõi và $\sin \theta_{\max}$, thì xác định được lượng ánh sáng vào lõi sợi.

3.3.2. MODE LAN TRUYỀN ÁNH SÁNG TRONG SỢI QUANG

Các tia sáng đưa vào sợi quang với các góc nhỏ hơn góc mở lớn nhất của sợi sẽ được truyền dọc theo lõi sợi bằng cách lặp lại các phản xạ toàn phần tại biên của lõi và lớp phủ. Nhưng góc phản xạ tại biên phải thỏa mãn các điều kiện nhất định, mới có giao thoa sóng ánh sáng.

Thực tế, lõi sợi quang có cấu trúc hình trụ, nhưng để tiện khảo sát ta coi chúng là hình ống vuông.

Vì phân bố điện và từ trường có dạng giống nhau, ta chỉ xét phân bố điện trường và suy ra từ trường tương ứng.



a) Khi ánh sáng có góc tới là θ_0 , đi được một quãng đường bằng $\frac{1}{2}$ bước sóng thì pha của cường độ điện trường sẽ biến đổi một lượng bằng 180° giữa A_0 và A_0' .

b) Sóng đứng biên không được sinh ra

c) Pha của điện trường biến đổi 360° theo hướng biên

Hình 3.6. Pha của cường độ điện trường theo hướng A_0A_0' tương ứng với các tia sáng có góc tới khác nhau.

Hình 3.6 biểu diễn sự biến đổi điện trường giữa hai biên (A_0 và A_0') tương ứng với các tia có góc tới khác nhau. Trường hợp (a) và (c), pha của điện trường biến đổi là 180° và 360° . Trong các trường hợp này sóng đứng điện trường giữa hai biên được tạo ra. Quãng đường các tia này đi từ biên này tới biên đối diện dài bằng $n\lambda/2$ ($n = 1, 2, 3, \dots$)

Trái lại, với những tia sáng có góc θ nằm trong khoảng $\theta_0 < \theta < \theta_1$ thì không tạo ra sóng đứng.

Bởi vậy các góc phản xạ cho phép ánh sáng truyền trong sợi quang bị giới hạn trong một số giá trị nhất định. Đường truyền của ánh sáng, tạo cho ánh sáng lan truyền được trong sợi quang, tương ứng với góc phản xạ xác định, cũng như phân bố điện trường xác định được gọi là mode lan truyền. Mode lan truyền là con đường mà tia sáng có thể theo khi đi trong sợi. Số lượng các mode lan truyền bị giới hạn do điều kiện phản xạ toàn phần và phân bố điện trường xác định. Các mode có tên là lan truyền bậc 0, bậc 1, bậc 2 và bậc $(N-1)$, theo trình tự bắt đầu từ góc θ nhỏ nhất.

3.3.3. SỐ LƯỢNG MODE LAN TRUYỀN VÀ BƯỚC SÓNG CẮT

Nếu gọi số mode lan truyền trong sợi quang là N , thì mode lan truyền bậc cao nhất là $(N-1)$, tương ứng với góc phản xạ gần bằng góc tới hạn. Nếu gọi góc tới hạn là θ_c thì số lượng mode lan truyền lớn nhất N phải thỏa mãn

$$\text{điều kiện } 2a \sin \theta_n \geq N \frac{\lambda}{2}$$

$$[N = 0, 1, \dots, (N-1)] \tag{3.4}$$

Trong đó θ_c được tính theo (3.1):
$$\sin \theta_n = \frac{\sin \theta_{\max}}{n_1} = \frac{\sqrt{n_1^2 - n_2^2}}{n_1}$$

$$\text{vì: } \lambda = \frac{\lambda_0}{n_1}$$

$$\text{nên: } N \leq \frac{4a}{\lambda_0} \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.5)$$

Từ (3.5) cho thấy số mode lan truyền phụ thuộc vào kích thước a của lõi, bước sóng lan truyền λ_0 và sự chênh lệch về chiết suất n_1, n_2 . Khi tính theo biểu thức (3.5), sẽ lấy N là số nguyên gần nhất với kết quả.

$$\text{Ví dụ 1: cho } n_1=1,475; \quad n_2=1,46; \quad 2a = 50\mu\text{m}; \\ \lambda = 1,3\mu\text{m} \text{ sẽ tính được } N=16$$

Sợi quang có số lượng mode lan truyền nhiều (lớn hơn 1) như vậy được gọi là sợi đa mode.

$$\text{Ví dụ 2: cho } n_1=1,463; \quad n_2=1,46; \quad 2a = 10\mu\text{m};$$

thì $N=1$.

Trường hợp này chỉ tồn tại một mode lan truyền bậc 0, sợi quang chỉ có một mode lan truyền gọi là sợi đơn mode.

Đối với một sợi quang đã cho, tức là có n_1, n_2 , và a xác định, số mode lan truyền N sẽ phụ thuộc vào bước sóng λ . Do vậy sợi quang có thể được sử dụng như sợi đơn mode ở bước sóng này, thì đối với bước sóng ngắn hơn, nó không còn là sợi đơn mode nữa.

Bước sóng nhỏ nhất mà tại đó sợi quang làm việc như sợi đơn mode được gọi là bước sóng cắt và ký hiệu λ_c . λ_c được tính theo phương trình sau:

$$\lambda_c = 4a\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.6)$$

Tính toán trên áp dụng cho trường hợp ống dẫn sóng là vuông (phẳng), trong thực tế ống dẫn sóng là hình trụ, thì:

$$\lambda_c = \frac{2\pi}{2,405} \cdot a\sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad (3.7)$$

Bước sóng cắt là một trong những thông số cơ bản, đặc trưng cho sợi quang đơn mode.

Ví dụ 3: sợi quang có các thông số:

$$n_1=1,463; \quad n_2=1,46; \quad 2a = 10\mu\text{m}$$

sẽ có $\lambda_c = 1,22\mu\text{m}$

Sợi quang này không thể sử dụng như một sợi đơn mode với các bước sóng $\lambda_c < 1,22\mu\text{m}$.

3.4. PHÂN LOẠI VÀ CẤU TRÚC SỢI QUANG

3.4.1. PHÂN LOẠI SỢI QUANG

Sợi quang được phân loại theo 3 cách sau đây: Theo vật liệu sử dụng, theo mode truyền dẫn, theo phân bố chiết suất.

Phân loại theo vật liệu điện môi: Theo vật liệu điện môi sử dụng thì sợi quang gồm 3 loại:

Sợi quang thạch anh

Sợi quang thạch anh không những chỉ chứa thạch anh nguyên chất (SiO_2), mà còn có các tạp chất thêm vào như Ge, B và F v.v... để làm thay đổi chiết suất khúc xạ.

Sợi quang thủy tinh đa vật liệu, chứa thành phần chủ yếu là, thủy tinh hoặc thủy tinh boro-silicat v.v...

Sợi quang bằng nhựa: vật liệu sản xuất sợi quang bằng nhựa, silicon resin, acrylic resin (tức là polymethyl methacrylate: PMMA), thường được sử dụng nhiều.

Đối với mạng lưới viễn thông, sợi quang thủy tinh thạch anh được dùng nhiều nhất, bởi vì nó có khả năng cho sản phẩm có độ suy hao nhỏ, các đặc tính truyền dẫn ổn định trong thời gian dài.

Các sợi bằng nhựa thường được sử dụng ở những nơi cần truyền dẫn cự ly ngắn, khó đi cáp bằng máy móc, thuận tiện trong sử dụng lắp đặt thủ công (dễ hàn, không phương hại khi bị bể cong) mặc dù loại này có đặc tính truyền dẫn kém.

Phân loại theo mode lan truyền

Như phân tích ở trên, một sợi quang xác định, ở bước sóng dài, nó sẽ hoạt động theo mode lan truyền đơn mode, nhưng ở bước sóng ngắn hơn bước sóng cắt λ_c , sợi quang lại hoạt động như sợi đa mode. Vì vậy đúng về mặt nguyên tắc không thể coi sợi nào là đa mode, sợi nào là đơn mode.

Tuy nhiên, do ánh sáng hồng ngoại sử dụng trong thông tin sợi quang ở 3 bước sóng: 850nm, 1310nm, 1550nm ($1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$). Mặt khác đường kính lõi sợi quang cũng nằm trong một khoảng từ 8,5 μm đến 100 μm . Vì vậy trong thực tế, người ta chia sợi quang thành 2 loại: đơn mode và đa mode.

Sợi quang đa mode

Như ta đã biết phần của một sợi quang, mà qua đó ánh sáng di chuyển được gọi là lõi của sợi.

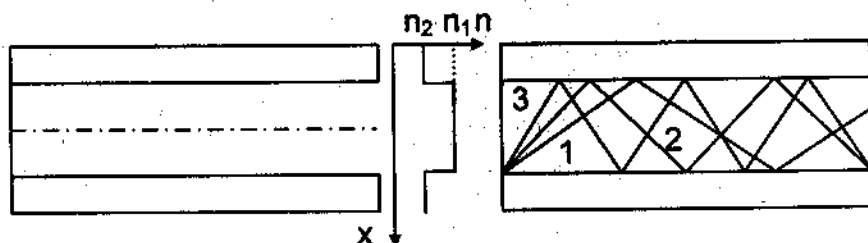
Các tia sáng chỉ có thể đi vào trong lõi, nếu góc của nó nằm trong phạm vi góc tới hạn của sợi. Khi tia sáng đã vào trong lõi, có một số đường đi mà tia sáng có thể theo các đường đi này được gọi là mode. Nếu đường kính của lõi đủ lớn, để có nhiều đường đi, mà tia sáng có thể theo thì sợi quang như vậy được gọi là sợi đa mode. Sợi đơn mode có đường kính đủ nhỏ, sao cho chỉ cho phép tia sáng di chuyển theo một con đường duy nhất bên trong sợi.

Thông thường có 5 phần cấu tạo thành cáp sợi quang. Phần lõi của sợi là phần tử truyền dẫn ánh sáng nằm ở giữa của cáp. Tất cả ánh sáng đều đi qua lõi. Lõi được làm bằng nhựa hoặc thủy tinh. Bao quanh lõi là lớp phủ làm bằng thủy tinh hoặc nhựa nhưng với hệ số chiết suất khúc xạ nhỏ hơn. Cáp quang đa mode tiêu chuẩn là loại được dùng phổ biến trong các LAN. Cáp quang đa mode dùng sợi có đường kính lõi là $62,5$ hay $50\mu\text{m}$ và lớp phủ có đường kính là $125\mu\text{m}$. Các loại này được gọi là $62,5/125$ hay $50/125$.

Nguồn sáng sử dụng với sợi đa mode là nguồn phát ra từ diode phát quang (LED) hồng ngoại, hay laser bức xạ bề mặt. LED rẻ hơn và an toàn hơn laser, nhưng LED không thể cho phép truyền ánh sáng đi xa bằng laser. Sợi đa mode có thể truyền tín hiệu đi xa đến 2 km .

Sợi quang đa mode lại chia làm hai loại: Loại có chiết suất thay đổi rõ ràng giữa lõi và lớp phủ thành bậc và loại có chiết suất thay đổi dần từ tâm lõi ra đến biên giới lớp phủ. Chiết suất miền gần tâm lõi là lớn nhất, giảm dần khi càng ra biên.

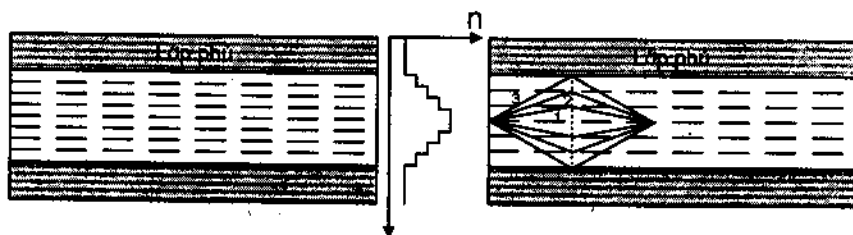
Đối với sợi đa mode có chiết suất nhảy bậc tại biên giữa lõi và lớp phủ:



Hình 3.6a. Sợi quang đa mode có n nhảy bậc và tia sáng truyền trong nó

Trong trường hợp này các tia sáng 1,2,3 phát ra từ một xung ánh sáng hẹp đi theo 3 đường khác nhau. Đường của tia 1 ít gấp khúc nhất, nên đến đích với độ dài ngắn nhất và đến sớm nhất. Các tia 2 và 3 đi theo đường gấp khúc nhiều hơn, quãng đường đến đích xa hơn, nên đến chậm hơn. Tia 3 sẽ đến đích chậm nhất. Kết quả là từ xung ánh sáng hẹp từ nguồn phát đi, ở đích sẽ nhận được xung có độ rộng lớn hơn và bị biến dạng.

Đối với sợi đa mode, có chiết suất, giảm dần từ tâm lõi ra biên: Cấu trúc này được mô tả cụ thể ở hình 3.6b:



Hình 3.6b. Lõi có chiết suất thay đổi dần và đường tia sáng giả sử tia 1 tương ứng với mode thấp nhất, phản xạ tại miền gần trục tâm của lõi.

Tia 2 có góc mở lớn hơn, không phản xạ tại lớp trong mà phản xạ tại lớp 2.

Tia 3 có góc mở lớn hơn nữa, sẽ phản xạ tại biên của lõi và lớp phủ.

Ta biết rằng tốc độ lan truyền sóng tỷ lệ nghịch với chiết suất n .

Tia 1 đi quãng đường ngắn nhất, nhưng truyền trong mọi trường chiết suất lớn nhất, tốc độ truyền nhỏ nhất.

Tia 3 đi quãng đường xa nhất nhưng tốc độ truyền lớn nhất.

Nếu biến đổi chiết suất thích hợp thì các tia sẽ đến đích cùng một thời gian mặc dù đi quãng đường khác nhau. Dạng chiết suất thay đổi phân bố theo dạng gần như parabol, có độ lệch thời gian giữa các tia là nhỏ nhất.

Các sợi đa mode có vỏ bọc màu da cam, nhưng đôi khi cũng có màu khác.

Sợi đơn mode

Sợi đơn mode có các thành phần cấu thành giống như sợi đa mode. Vỏ của sợi đơn mode thường có màu vàng.

Khác biệt chủ yếu giữa hai loại sợi đơn và đa mode là sợi đơn mode chỉ cho một mode sáng lan truyền qua lõi có đường kính nhỏ hơn rất nhiều. Lõi

của sợi đơn mode có đường kính là $9\ \mu\text{m}$ và lớp phủ $125\ \mu\text{m}$, với cấu trúc này được coi là 9/125.

Nguồn sáng sử dụng với sợi đơn mode chủ yếu là laser hồng ngoại. Tia sáng đi vào lõi với góc rất hẹp. Các xung ánh sáng mang dữ liệu trong sợi đơn mode được truyền chủ yếu theo một đường gần thẳng ngay vào giữa lõi. Điều này gia tăng rất nhiều về tốc độ và cự ly thông tin.

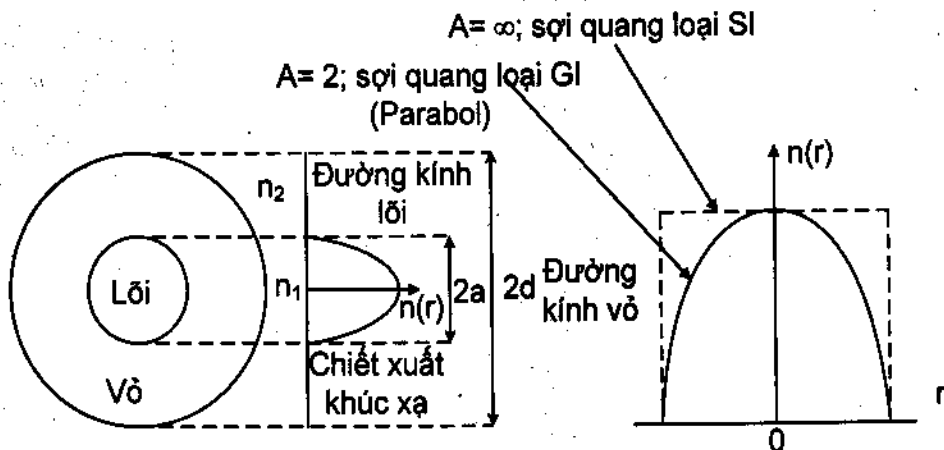
Với kết cấu đặc biệt như vậy, sợi đơn mode có tốc độ truyền số liệu cao và cự ly thông tin lớn hơn nhiều so với sợi đa mode. Sợi đơn mode có thể truyền số liệu xa hàng chục km. Nhưng laser và sợi đơn mode đắt hơn LED và sợi đa mode.

Cáp sợi quang có 5 thành phần cấu thành, bao gồm: lõi, lớp phủ, lớp đệm, vật liệu giữ bền và vỏ cáp bảo vệ. Lõi và lớp phủ đều làm bằng thủy tinh, hoặc nhựa. Xung quanh lớp phủ là vật liệu đệm, thường là nhựa nhằm bảo vệ cho lõi và lớp phủ không bị hư hỏng. Bao quanh lớp đệm là vật liệu bền để tránh sự giãn cáp khi kéo sợi cáp để lắp đặt. Vật liệu bền thường là kevlar. Vỏ bọc ngoài nhằm chống sự trầy xước và các hư hỏng khác.

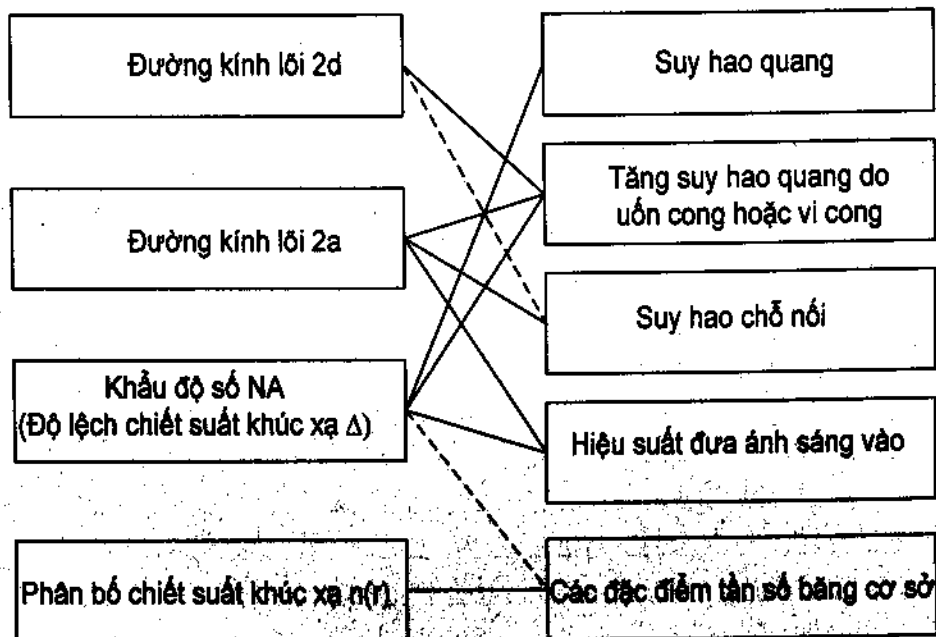
3.4.2. CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA SỢI QUANG

Các tham số cơ bản để xác định cấu trúc sợi quang là đường kính lõi sợi, đường kính lớp bao (đường kính vỏ) và khẩu độ số (NA) v.v... Chúng được gọi là thông số cấu trúc của sợi quang. Các thông số này ảnh hưởng đến một số đặc tính khác nhau của sợi quang như là suy hao quang, độ rộng băng truyền dẫn, sức bền cơ khí, bộ đầu nối sợi quang, v.v... Thêm vào đó, chúng ta còn có các thông số phụ khác như tỷ số không đồng tâm, tỷ số không tròn. Tuy nó ảnh hưởng ít đến đặc tính truyền dẫn nhưng chúng lại ảnh hưởng lớn đến suy hao hàn nối của sợi quang.

Có bốn thông số xác định cấu trúc của các loại sợi quang đa mode là đường kính lõi sợi, đường kính lớp vỏ, khẩu độ số (NA) và dạng phân bố chiết suất khúc xạ (xem hình 3.7). Khi quyết định giá trị các thông số này, ta phải chú ý đến các ảnh hưởng của mỗi thông số đến các tính chất của sợi quang như hình 3.8.



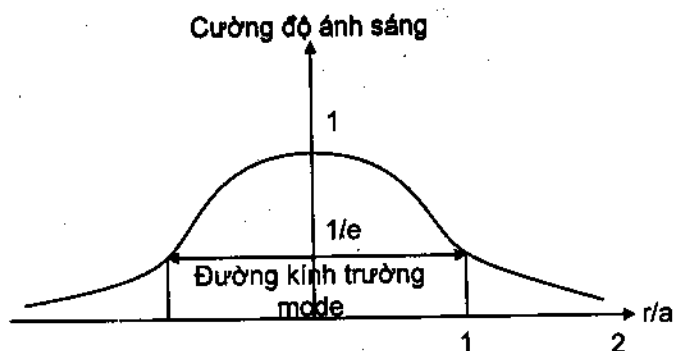
Hình 3.7. Các thông số cấu trúc của sợi đa mode



Hình 3.8. Các đặc trưng của thông số cấu trúc sợi quang

Tương phản với cấu trúc của các sợi quang đa mode được xác định bởi bốn thông số đề cập tới ở trên, cấu trúc của sợi quang đơn mode được xác định bằng ba thông số như sau: thông số trường mode, đường kính lớp vỏ và bước sóng cắt. Lý do để giải thích vì sao chúng ta sử dụng tham số trường mode thay vì đường kính lõi sợi cho thông số cấu trúc sợi quang đơn mode được trình bày dưới đây:

Đường kính trường mode là một đường kính của một diện tích tròn trên một phần rìa cắt ngang của sợi có mật độ ánh sáng $1/e$ (e là hệ số logarit tự nhiên bằng 2,71828) đạt giá trị lớn nhất (thường đạt được tại tâm lõi sợi) theo phân bố mật độ ánh sáng như trên hình 3.7.



Hình 3.9. Đường kính trường mode

Vì sợi quang đơn mode có đường kính lõi và chênh lệch chiết suất khúc xạ nhỏ, do vậy việc xác định một cách rõ ràng biên của lớp lõi và vỏ theo phương pháp quang rất khó khăn. Để thuận tiện, chúng ta sử dụng đường kính mode, một thông số bắt nguồn từ phân bố năng lượng ánh sáng.

| Các chỉ số | Loại | Sợi quang chiết suất biến đổi | Sợi quang đơn mode |
|---------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Bước sóng sử dụng | | a) 0.85 μm b) 1.3 μm | a) 1.3 μm b) 1.55 μm |
| Đường kính lõi | | 50 $\mu\text{m} \pm 6\%$ | |
| Đường kính trường mode | | | 9,10 $\mu\text{m} \pm 10\%$ |
| Bước sóng cắt | | | 1,10 - 1,28 $\mu\text{m} \pm 2.4\%$ |
| Đường kính lớp vỏ | | 125 $\mu\text{m} \pm 2.4\%$ | 125 $\mu\text{m} \pm 2.4\%$ |
| Tỷ lệ đồng tâm hoặc số đồng tâm | | 6% hoặc ít hơn | 0.5 - 3.0 μm |
| Tỷ lệ không tròn của lõi | | 6% hoặc ít hơn | |
| Tỷ lệ không tròn của vỏ | | 2% hoặc ít hơn | 2% hoặc ít hơn |
| Khẩu độ số (NA) | | a) 0.18 - 0.24 ± 0.02 (0.85 μm) b) 0.15 - 0.30 ± 0.02 (1.3 μm) | |

3.5. CÁC ĐẶC TÍNH SỢI QUANG

3.5.1. SUY HAO CỦA SỢI QUANG

Để xác định tốc độ truyền dẫn và khoảng cách trạm lặp của hệ thống thông tin quang sợi, có hai tham số phải nghiên cứu đó là suy hao quang và độ rộng băng truyền dẫn. Đo suy hao quang để xác định suy hao công suất ánh sáng lan truyền trong sợi quang. Nếu suy hao nhỏ hơn thì sẽ cho phép khoảng cách truyền dẫn tín hiệu lớn hơn.

Suy hao quang có thể tạm phân chia thành hai loại, thứ nhất là suy hao thuần túy sợi quang, và thứ hai là các suy hao phụ khi lắp đặt và vận hành hệ thống. Các nguyên nhân gây suy hao được giải thích như sau:

Suy hao hấp thụ:

Giống như một chiếc rèm đen có thể hấp thụ ánh sáng rất tốt, ánh sáng lan truyền trong sợi quang bị hấp thụ do các vật liệu sợi và được biến đổi thành nhiệt gây nên suy hao quang mà không lọt ánh sáng ra ngoài. Suy hao này gọi là suy hao hấp thụ. Nói chung, suy hao hấp thụ được phân chia thành hai loại, một là do bản thân sợi quang, thứ hai là do có tạp chất trong thủy tinh làm sợi quang.

Trong suy hao thuần túy bản thân vật liệu thủy tinh có suy hao hấp thụ cực tím và suy hao hấp thụ hồng ngoại. Suy hao hấp thụ cực tím có đỉnh hấp thụ ở bước sóng khoảng $0,1 \mu\text{m}$, trong khi đó hấp thụ hồng ngoại ở khoảng bước sóng $10 \mu\text{m}$. Do các loại suy hao này giảm rất nhanh tại các bước sóng không phải bước sóng hấp thụ đỉnh, do vậy, suy hao đạt giá trị bé nhất trong giải bước sóng từ $1,0 \mu\text{m}$ đến $1,6 \mu\text{m}$.

Trong những giai đoạn đầu phát triển sợi quang, những tạp chất gây nên các suy hao là các ion kim loại như ion sắt, đồng v.v... Tuy nhiên, hiện nay kỹ thuật làm giảm suy hao đã có những tiến bộ vượt bậc, bây giờ chủ yếu là ion (OH^-). Chúng ta có thể nói rằng lịch sử phát triển sợi quang với suy hao thấp là sự làm giảm suy hao hấp thụ do ion kim loại và ion hydroxyl gây nên.

Suy hao tán xạ Rayleigh

Tán xạ Rayleigh là hiện tượng mà ánh sáng bị tán xạ theo các hướng khác nhau khi nó gặp phải một vật nhỏ có kích thước không quá lớn so với bước sóng của ánh sáng. Bầu trời xanh và các đám mây đỏ trên bầu trời lúc hoàng hôn đều do hiện tượng tán xạ Rayleigh gây ra. Hiện tượng

tán xạ ánh sáng được đặt theo tên nhà vật lý đã giải thích hiện tượng này một cách tỷ mỉ.

Để sản xuất sợi quang, từ một lõi thủy tinh tròn có đường kính từ một vài mm đến vài chục mm gọi là phôi (vật liệu mẹ của sợi quang) được nung nóng lên ở nhiệt độ khoảng 2.000 °C và được kéo chảy thành sợi. Tại thời điểm này, thủy tinh sợi quang được làm lạnh đột ngột từ nhiệt độ cao xuống nhiệt độ phòng khoảng 20 °C. Sự làm lạnh đột ngột này tạo ra sự không đồng đều về mật độ vật liệu tức là sự không đồng đều ở hệ số khúc xạ tạo nên do vật liệu còn có quán tính ở nhiệt độ cao trong sợi quang. Sự duy trì không đồng đều này của chiết suất khúc xạ là nguyên nhân gây nên tán xạ Rayleigh trong sợi quang, là một trong những nguyên nhân suy hao riêng của sợi quang và là một quá trình không thể tránh được. Độ lớn suy hao do tán xạ Rayleigh tỷ lệ nghịch với mũ bốn của bước sóng bởi vậy khi ánh sáng lan truyền có bước sóng dài hơn thì suy hao trở nên nhỏ đi. Ví dụ, suy hao do tán xạ Rayleigh vào khoảng 1dB/km đối với ánh sáng ở bước sóng 1μm, nhưng khi lan truyền ở bước sóng 1,6μm thì suy hao vào khoảng 0,1 dB/km.

Vì độ lớn của tán xạ Rayleigh tỷ lệ thuận với nhiệt độ nung nóng sợi khi kéo sợi, do vậy nếu giảm nhiệt độ khi kéo thì tán xạ Rayleigh sẽ trở nên nhỏ hơn. Ví dụ, sợi quang thủy tinh fluoride có thể kéo được ở nhiệt độ thấp vào khoảng 700 độ C, do vậy tán xạ Rayleigh có thể giảm xuống 1/3 so với thủy tinh thạch anh thông thường. Hơn nữa, các sợi thủy tinh fluoride có dải hấp thụ hồng ngoại dịch chuyển về phía bước sóng dài hơn. Ưu thế này cùng với suy hao tán xạ Rayleigh thấp sẽ cho ta một sợi quang suy hao siêu thấp 10^{-3} dB/km.

Suy hao tán xạ do cấu trúc sợi quang không đồng nhất gây ra

Các sợi quang thực tế không thể có tiết diện mặt cắt ngang tròn lý tưởng và cấu trúc hình trụ đều dọc suốt vỏ và lõi sợi.

Nói chung, tại bề mặt biên giữa lõi và vỏ sợi đôi chỗ có sự gồ ghề và không nhẵn. Những chỗ gồ ghề như vậy trên bề mặt biên gây nên ánh sáng tán xạ và một vài chỗ phát xạ ánh sáng ra ngoài. Những chỗ không bằng phẳng này gây nên suy hao quang, nó làm tăng suy hao quang bởi vì có các phản xạ bất bình thường đối với ánh sáng lan truyền. Loại suy hao này, người ta gọi chung là suy hao tán xạ do cấu trúc không đồng nhất của sợi quang.

Suy hao bức xạ gây nên do bị uốn cong

Các suy hao bức xạ gây nên do bị uốn cong là các suy hao sinh ra khi sợi bị uốn cong. Với một sợi quang bị uốn cong, các tia ánh sáng có các góc tới vượt quá góc giới hạn bị phát xạ ra ngoài vỏ gây nên suy hao. Bởi vậy, trong việc thiết kế các hệ thống thông tin sợi quang phải chú ý đến việc giữ bán kính cong sao cho lớn hơn một giới hạn cho phép xác định, ví dụ như là 40mm.

Suy hao vi cong

Khi sợi quang chịu những lực nén không đồng nhất thì trục của sợi quang bị uốn cong đi một lượng nhỏ (vào khoảng vài μm), làm tăng suy hao sợi quang. Suy hao này gọi là suy hao cong vi lượng. Trong việc thiết kế cấu trúc sợi quang, người ta chú ý đến sản xuất cấu trúc của sợi để bảo vệ sợi chống lại các áp lực bên ngoài (ví dụ như các lớp vỏ đệm).

Suy hao hàn nối

Việc hàn nối sợi quang tương tự như việc nối các đoạn ống dẫn nước và ống dẫn gas trong thành phố sao cho nước và khí gas chạy qua các đoạn ống này không bị rò rỉ ra ngoài. Khi hàn nối các sợi quang, chúng phải được nối các đầu sợi với nhau chuẩn trực.

Nếu lõi của hai sợi không được gắn với nhau hoàn toàn và đồng nhất thì một phần của ánh sáng đi ra khỏi sợi này sẽ không vào sợi kia hoàn toàn và bị phát xạ ra ngoài gây nên suy hao. Nguyên nhân chính của suy hao này là việc không giống đồng trục hay sợi, do vậy tạo nên suy hao rất lớn. Nếu có một khe hở nhỏ tồn tại tại chỗ nối thì chính khe này tạo nên suy hao phản xạ. Nếu độ lớn của phản xạ này lớn thì người ta gọi là phản xạ Fresnel.

Suy hao ghép nối sợi quang giữa sợi và các linh kiện thu phát quang

Điều kiện để ghép ánh sáng từ linh kiện phát quang vào sợi quang được xác định bằng khẩu độ số NA như đã giải thích ở phần trên. Khi so sánh về đặc điểm của LD và LED thì chúng có độ rộng chùm sáng khác nhau, khi ghép nối vào sợi quang thì laser có các đặc điểm về suy hao tốt hơn ngay cả khi sử dụng thấu kính để tập trung chùm sáng. Ngoài ra, loại sợi SM và GI cũng có những đặc điểm khác nhau về suy hao ghép nối bởi vì chúng có những đường kính lõi khác nhau.

Trong ghép nối giữa sợi quang với linh kiện thu quang thì các loại sợi có NA lớn, loại GI thì có suy hao lớn hơn so với loại sợi SM vì chùm sáng của loại sợi này bị trải rộng ra. Tuy nhiên, sự khác nhau về suy hao do nguyên nhân chùm sáng mở rộng thì nhỏ hơn rất nhiều so với suy hao ghép bản thân nó.

3.5.2. TÁN SẮC ÁNH SÁNG VÀ ĐỘ RỘNG BĂNG TRUYỀN DẪN CỦA SỢI QUANG

Tán sắc mode

Trong các sợi quang đa mode, tốc độ lan truyền ánh sáng của các mode là khác nhau. Ví dụ, khi một xung ánh sáng được đưa vào sợi quang đa mode thì xung tại đầu ra có độ rộng lớn hơn độ rộng xung lối vào. Nguyên nhân gây ra hiện tượng này là do xung ánh sáng vào mặc dù chỉ có một bước sóng đơn nhưng lan truyền với một vài mode khác nhau với các tốc độ lan truyền khác nhau. Hiện tượng này gọi là tán sắc mode, nó làm khoảng trống thời gian giữa các xung cạnh nhau trở nên ngắn hơn so với sợi nguyên bản của nó.

Trong các sợi quang đa mode, độ rộng băng truyền dẫn của nó bị giới hạn chủ yếu bằng tán sắc mode. Ngay cả trong các sợi quang chiết suất biến đổi mà ở sợi quang này có phân bố chiết suất khúc xạ theo hình parabol cho phép giảm tán xạ mode thấp nhất thì độ chính xác, hình dạng nhìn nghiêng của phân bố chiết suất bị giới hạn. Bởi vậy, nếu muốn có hệ truyền dẫn dung lượng truyền dẫn lớn thì cần phải có các đặc tính băng truyền dẫn rộng, sử dụng sợi đơn mode, việc sử dụng loại sợi này loại bỏ được tán sắc mode do hạn chế số lượng mode truyền thống xuống chỉ còn một mode.

Tán sắc bước sóng

Trong một môi trường đồng nhất, chiết suất khúc xạ của nó biến đổi theo bước sóng, kết quả là tốc độ truyền dẫn biến đổi cùng với bước sóng. Sự phụ thuộc chiết suất khúc xạ vào bước sóng được hiểu như là tán sắc ánh sáng qua một lăng kính hoặc bầy sắc cầu vồng sau khi mưa. Nói một cách chính xác thì ánh sáng sử dụng trong thông tin quang sợi không phải là ánh sáng hoàn toàn đơn sắc duy chỉ có các bước sóng được phân bố ở đây trong một dải hẹp.

Vì lý do đó, ánh sáng có phân bố tốc độ lan truyền khác nhau vì sự khác nhau của các thành phần bước sóng ánh sáng (bước sóng dài hơn thì chiết suất khúc xạ đối với nó sẽ nhỏ đi, kết quả là có tốc độ lan truyền lớn hơn). Đây là một yếu tố giới hạn độ rộng băng truyền dẫn giống như tán xạ mode ta đã bàn tới trước đây và yếu tố này được gọi là tán sắc vật liệu.

Khi chiết suất khúc xạ giữa lớp lõi và vỏ của sợi quang khác nhau chút ít thì hiện tượng phản xạ toàn phần tại bề mặt biên không hoàn toàn giống như trên bề mặt của gương mà còn có thêm những phân thấm thấu ánh sáng

qua lớp vỏ. Thêm vào đó, mức độ thấm thấu biến đổi theo bước sóng, kết quả là độ dài đường lan truyền thay đổi theo bước sóng. Tán sắc gây ra do hiện tượng này gọi là tán xạ cấu trúc. Trong lĩnh vực thông tin quang sợi, tán sắc vật liệu và tán sắc cấu trúc được gọi chung là tán sắc bước sóng.

Nói chung, độ lớn của tán sắc được tóm tắt theo mối tương quan dưới đây:

Tán sắc mode >> Tán sắc vật liệu > Tán sắc cấu trúc

Bởi vậy, trong trường hợp các sợi quang đa mode, độ rộng băng truyền dẫn bị giới hạn hầu như chỉ do nguyên nhân tán sắc mode, tán sắc bước sóng chỉ có một giá trị rất nhỏ. Nói cách khác, trong trường hợp sợi quang đơn mode thì tán sắc bước sóng lại là nguyên nhân chính gây nên hạn chế độ rộng băng của sợi. Bởi vậy, đối với sợi quang đơn mode thì bước sóng được sử dụng để hoạt động phải được chọn sao cho ảnh hưởng của tán sắc vật liệu có thể bỏ qua được, cũng bằng cách đó tán sắc cấu trúc có thể giảm đi (tán sắc màu bằng 0) bằng cách tạo nên các cấu trúc khác nhau trong việc thiết kế sợi quang.

Độ rộng băng truyền dẫn

Trong lĩnh vực thông tin sợi quang hiện nay, từ "độ rộng băng truyền dẫn" được sử dụng như là một mức độ để chỉ tần số điều chế tín hiệu ánh sáng cao nhất có thể truyền dẫn được và nó được biểu hiện về số lượng là 6dB độ rộng băng của tần số băng cơ sở của sợi quang.

Giả thiết rằng một xung có dạng sóng lý tưởng độ rộng băng 0 (được gọi là xung kim) được đưa vào sợi quang, sau khi lan truyền qua một khoảng cách nhất định thì xung thu được bị giãn ra một độ rộng nhất định do tán sắc ánh sáng. Nếu xung bị mở rộng thì chiều cao của xung sẽ giảm, mặc dù ta giả thiết rằng không có ánh sáng phát xạ ra ngoài trong toàn tuyến truyền dẫn, điều đó có nghĩa là năng lượng được bảo toàn.

Việc kiểm tra dạng xung tại đầu ra (được gọi là dạng đáp ứng xung), theo cách này có nghĩa là kiểm tra các đặc tính tán sắc của sợi quang. Ứng dụng nguyên lý này trong miền tần số cho ta một khái niệm về đặc trưng tần số băng cơ sở. Các đặc trưng tần số băng tần cơ sở là các đặc tính đáp ứng tần số của tỷ số biên độ vào và ra, ở lối vào là tín hiệu điện có dạng sóng hình sin để điều chế tín hiệu quang gửi vào một đầu vào của đoạn truyền dẫn quang, và lối ra là tín hiệu điện được giải điều chế từ tín hiệu quang thu được tại đầu ra của phần truyền dẫn quang.

Trong các sợi quang đa mode khi tần số điều chế ở đầu vào tăng lên dần dần thì biên độ của tín hiệu đã giải điều chế ở đầu ra sẽ giảm dần dần và tùy thuộc vào khoảng cách vì nguyên nhân tán sắc mode đã đề cập đến ở phần trên. Độ rộng băng 6dB định nghĩa là dải tần số mà tới một tần số nào đó có biên độ tín hiệu điện đầu ra giải điều chế từ tín hiệu quang sau khi lan truyền qua một khoảng cách là 1 km giảm xuống còn 1/2 biên độ (công suất ánh sáng giảm 3dB) tín hiệu điện điều chế đầu vào. Độ rộng băng 6dB được đo bằng MHz.km.

Các đặc tính độ rộng băng tần số cơ sở của cáp sợi quang lớn hơn rất nhiều so với các loại cáp đôi đối xứng và cáp đồng trục cổ điển như đã biết đến. Đối với loại sợi đơn mode nói riêng, độ rộng băng tần cơ sở quá lớn so với các con số ở đây, nói chung nó có thể đến con số vài chục GHz.km.

3.5.3. GIA CƯỜNG CƠ HỌC CHO SỢI QUANG

Gia cường cơ học cho sợi quang là một yếu tố quan trọng trong việc đưa các hệ thống thông tin quang vào sử dụng được trong thực tế. Tăng cường sức chịu lực nói riêng không phải là yếu tố quan trọng nhất đối với việc sử dụng cáp đồng vì tự bản thân kim loại có tính chịu uốn cao nhưng đối với cáp quang thì vấn đề này phải được đặc biệt chú ý vì vật liệu thủy tinh rất giòn và dễ gãy.

Lực chịu căng của thủy tinh thạch anh lớn vào cỡ 300kG/mm². Nó lớn hơn gấp hai lần so với thép và hơn mười lần so với đồng và nhôm. Nhưng nếu có một vết nứt trên bề mặt của sợi quang thì lực chịu căng được tập trung vào chỗ nứt và sợi sẽ bị gãy nếu lực này lớn hơn giới hạn chịu đựng cho phép. Đây là nhược điểm lớn của sợi thủy tinh. Trong quá trình kéo sợi thành sợi quang, bụi cát có thể bám vào sợi và gây nên vết nứt trên bề mặt. Để ngăn điều này phải chú ý đặc biệt đến môi trường sản xuất như là phải bọc ngay lập tức sau khi kéo thành sợi hoặc phải sản xuất trong phòng rất sạch. Nói chung nguyên nhân làm gãy sợi quang là các vết rạn phân bố một cách ngẫu nhiên suốt dọc chiều dài của sợi. Để loại bỏ các vết nứt này và bảo đảm sức chịu lực của sợi quang phải thực hiện một phép kiểm tra thử "screening test", tức là "sơ tuyển". Phép kiểm tra được thực hiện bằng cách đặt một lực căng theo suốt chiều dài của sợi để phát hiện sợi quang gãy tại điểm yếu nhất của sợi quang vì bị rạn nứt. Bằng cách này, các đoạn yếu được bỏ đi trước khi sử dụng, như vậy có thể giảm thiểu được việc sợi quang bị gãy. Chúng ta cũng đều biết rằng sức chịu căng của sợi quang sẽ thấp hơn khi ở trong môi trường nước. Nguyên nhân là do các liên kết yếu giữa các nguyên tử thủy tinh trong nước. Do vậy phải chú ý không để sợi quang chìm xuống nước khi sử dụng.

3.5.4. CÁC GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN CỦA THÔNG TIN SỢI QUANG

Có thể chia sự phát triển của hệ thống tin sợi quang thành 4 thế hệ.

Thế hệ thứ nhất

(1970) sợi quang sử dụng là sợi đa mode loại SI và GI, bước sóng của ánh sáng ngắn 850 nm. Do ảnh hưởng tán xạ của vật liệu, tán xạ mode của sợi quang, nên tán xạ và tiêu hao của sợi quang còn lớn. Cự ly thông tin (khoảng cách giữa các tham số lặp) và tốc độ truyền tin thấp. Chủ yếu sử dụng nối giữa các tổng đài.

Thế hệ thứ hai

Nhờ tiến bộ công nghệ chế tạo sợi quang, đã chuyển sang sử dụng bước sóng $\lambda = 1300\text{nm}$. Loại sợi quang sử dụng là sợi đa mode GI. Tại bước sóng này vật liệu giảm đáng kể tán xạ, song vì sợi đa mode nên còn tồn tại tán xạ mode. Tốc độ truyền dẫn trung bình 34Mb/s, cự ly thông tin 3 km. Mặc dù ở mức thử nghiệm đạt 140Mb/s với cự ly 25 km.

Thế hệ thứ ba

Sử dụng sợi đơn mode SM, bước sóng dài 1300nm, nên tán xạ vật liệu nhỏ, tán xạ mode không còn. Tiêu hao của sợi quang nhỏ cỡ 0,35dB/km.

Nó được dùng cho đường trục với dung lượng lớn, tốc độ truyền dẫn cao, cự ly thông tin xa. Tốc độ đạt được 400 Mb/s và độ dài đạt được là 50km.

Thế hệ thứ tư

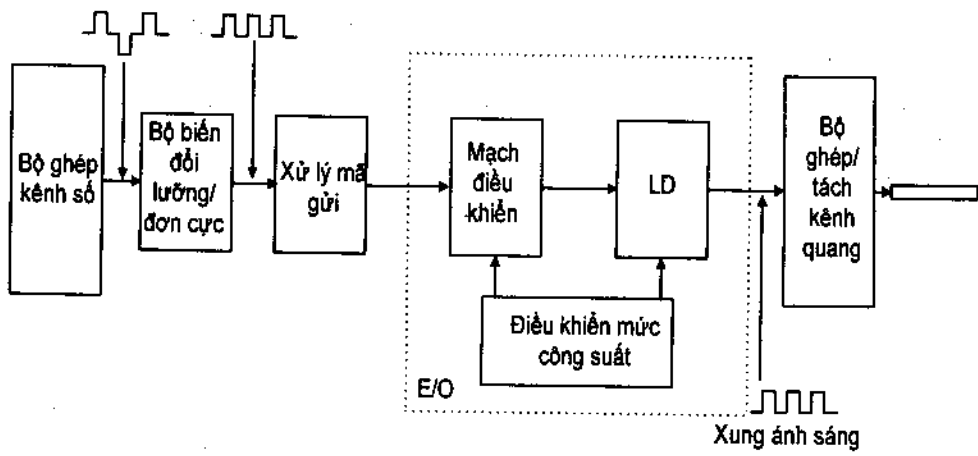
Sử dụng sợi đơn mode với bước sóng 1550nm. Kết hợp với việc sử dụng LED và LD và Photo diode thích hợp, cự ly thông tin tăng trên 50 km và tốc độ truyền dẫn trên 565 Mb/s.

3.6. CÁC BỘ LẬP ĐẦU CUỐI, BỘ LẬP ĐƯỜNG DÂY

Các bộ lập đầu cuối, bao gồm hai phần: phần thu và phần phát (gửi, nhận). Để tiện khảo sát, ta tách thành 2 bộ lập: bộ lập phía gửi (khi phát), và bộ lập đầu cuối phía thu (khi nhận). Về cấu trúc, hai phần này hoàn toàn ngược nhau, nhưng nằm chung trong một thiết bị đầu cuối.

3.6.1. BỘ LẬP ĐẦU CUỐI

Sơ đồ bộ lập đầu cuối phía gửi dẫn ra ở hình 3.10.



Hình 3.10. Bộ lặp đầu cuối khi gửi

Tín hiệu điện sử dụng trong hệ thống điện là tín hiệu lưỡng cực (xung âm, xung dương luân phiên). Trong hệ thống tin sợi quang tín hiệu là đơn cực, tương ứng với “có” và “không”, tạo ra hai mức logic “1” và “0”. Ở lối vào của bộ lặp khi gửi, nhận được tín hiệu điện lưỡng cực qua bộ biến đổi lưỡng/đơn cực, thành tín hiệu điện đơn cực. Tín hiệu đơn cực mức logic “1” luôn tương ứng với một xung đơn cực, chúng làm cho quá trình xử lý tại các thiết bị dễ dàng hơn.

Tín hiệu điện đơn cực qua bộ xử lý mã gửi. Tại đây một số mã quy ước đặc biệt được cộng thêm vào các tín hiệu đơn cực đưa vào, làm nhiệm vụ kiểm tra hoạt động bình thường giữa các bộ lặp. Sau đó toàn bộ tín hiệu này một lần nữa được biến đổi thành mã đường truyền xác định phù hợp với môi trường truyền dẫn. Sau đó tín hiệu được đưa vào bộ biến đổi điện-quang E/O. Đầu tiên tín hiệu qua mạch điều khiển, được khuếch đại để có công suất đủ lớn. Mạch điều khiển, điều khiển hoạt động của laser diode LD tạo ra tín hiệu quang tương tự tín hiệu điện.

Mạch điều khiển mức công suất tín hiệu lối ra được dùng để giữ công suất LD ổn định. Mạch điều khiển hoạt động theo nguyên tắc lấy tín hiệu từ lối ra của LD, đưa trở lại tác động vào mạch điều khiển. Khi LD phát mạnh, mạch điều khiển công suất sẽ tác động vào mạch điều khiển. Mạch điều khiển sẽ điều khiển LD phát giảm đi. Quá trình xảy ra tự động và LD phát công suất ổn định trong suốt quá trình hoạt động.

Nguồn sáng thực hiện chức năng biến đổi điện quang được dùng là diode phát quang LED (light emitting diode) và LD (laser diode).

Nguyên tắc biến đổi điện-quang ở đây là dùng tín hiệu điện lối vào thay đổi cường độ bức xạ của LED và LD. Nói cách khác, đây chính là phương pháp điều biên.

Về nguyên tắc, LED và LD có thể thực hiện cả điều chế biên độ với tín hiệu tương tự và tín hiệu số. Nhưng vì đặc trưng công suất phát xạ phụ thuộc vào dòng điện $P(I)$ qua các thiết bị này là phi tuyến, nếu điều chế tín hiệu tương tự ít hiệu quả. Chủ yếu sử dụng chúng trong thông tin tín hiệu số.

So sánh giữa LED và LD ta thấy:

Đối với LED: Độ dốc S của đặc trưng $P(I)$ vào khoảng $(5 + 50) \mu\text{W}/\text{mA}$

Tần số cắt: $f_c = (30 + 50) \text{MHz}$

Đối với LD: Độ dốc S đặc trưng $P(I)$ là $500 \mu\text{W}/\text{mA}$

Tần số cắt $f_c = 1,6 \text{GHz}$

Vậy LD hoạt động ở tần số tín hiệu điều chế cao. Hơn nữa LD tạo ra tín hiệu đơn sắc, nên được dùng đối với sợi đơn mode.

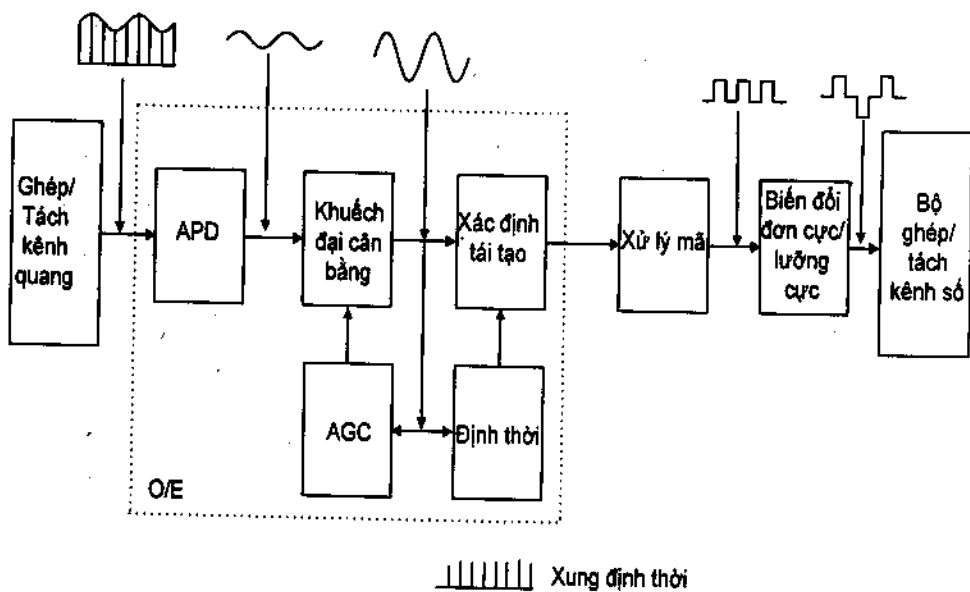
Bề rộng của phổ bức xạ khi điều chế là rất nhỏ $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 6.10^{-6}$, có thể xem phổ của tín hiệu sau khi điều chế với sóng mang là gần như không thay đổi.

Các thiết bị ghép/tách kênh số và ghép/ tách kênh quang có thể có, có thể không.

3.6.2. BỘ LẬP ĐẦU CUỐI PHÍA NHẬN

Sơ đồ bộ lập đầu cuối phía nhận (phía thu) dẫn ra ở hình 3.11.

Tín hiệu từ trạm gửi đi qua sợi quang đến trạm lập phía nhận. Tại đây lại thực hiện một quá trình ngược với quá trình ở trạm lập khi gửi, nghĩa là nó sẽ thực hiện quá trình biến đổi quang điện O/E.



Hình 3.11. Bộ lập phía thu

Quá trình biến đổi O/E

Khi lan truyền qua sợi quang từ trạm gửi đến trạm thu, bị suy giảm và biến dạng (tín hiệu sau tách kênh quang hình 3.11). Tín hiệu này qua thiết bị thu quang là Photo diode sẽ biến thành tín hiệu điện. Dạng của tín hiệu điện cũng bị méo tương tự như tín hiệu quang. Vì vậy tín hiệu cần qua bộ khuếch đại cân bằng. Khuếch đại cân bằng thực hiện việc sửa dạng tín hiệu và khuếch đại để có biên độ cần thiết. Trong phần này, mạch thực hiện việc tự động điều khiển, để giữ mức tín hiệu luôn cố định ở lối ra của khuếch đại, nhờ mạch tự động điều khiển AGC. Ngoài ra bộ khuếch đại còn lấy ra các tín hiệu về thời gian và khoảng thời gian của tín hiệu xung gốc. "1" và "0" từ tín hiệu sửa và khuếch đại gọi là xung định thời. Tại mạch tái tạo các xung "có" và "không" ("1" và "0") được xác định tại vị trí của tín hiệu định thời, theo trục thời gian. Như vậy, các tín hiệu xung gốc được phục hồi nguyên dạng tín hiệu điện ban đầu. Sau đó quá trình hoàn mã được thực hiện tại bộ xử lý mã. Tại đây, bộ xử lý mã sẽ kiểm tra lỗi và chuyển đổi mã tín hiệu về mã ban đầu. Đây là quá trình giải điều. Tín hiệu sau bộ xử lý mã là đơn cực, nó được cho qua bộ biến đổi đơn/ lưỡng cực và ta được đúng tín hiệu điện ban đầu. Tín hiệu này qua bộ tách kênh số trả lại đích nhận.

- Bộ thu quang thực hiện chức năng biến đổi quang-điện O/E là Photo diode. Có hai loại Photo diode được sử dụng là PIN và APD.

Các Photo diode hoạt động theo nguyên tắc sau: Các Photo diode được phân cực ngược, khi không có ánh sáng chiếu vào, dòng qua diode bằng 0. Khi có tia sáng chiếu vào, qua diode xuất hiện dòng điện. Cường độ của dòng điện này tỷ lệ với cường độ ánh sáng chiếu vào. Do đó Photo diode thực hiện được quá trình biến đổi quang - điện O/E.

So sánh hai loại Photo diode sử dụng trong thông tin sợi quang

Loại Photo diode PIN: Cấu tạo của loại Photo diode này gồm hai mảnh bán dẫn P và N được nối qua sợi kim loại mảnh và ngắn. Tên của loại Photo diode này dựa trên ba chất cấu tạo nên nó (P, N là bán dẫn loại P và N, còn I là kim loại).

Vì có sợi kim loại, nên tốc độ chuyển mạch của PIN không cao. Nó chỉ hoạt động với tần số biến đổi của ánh sáng thấp, nên chỉ dùng cho thông tin có tốc độ thấp. Mặt khác, hệ số biến đổi quang điện thấp vì không có sự khuếch đại, nên độ nhạy không cao. Tuy nhiên, thế nuôi Photo diode loại PIN chỉ cần nhỏ và hoạt động lại ổn định. PIN hay được dùng trong các LAN với cự ly ngắn, tốc độ thấp.

- Photo diode APD: Cấu tạo của loại này, như Photo diode bình thường gồm hai mảnh bán dẫn PN tiếp giáp với nhau. Tại miền gần tiếp giáp, người ta thay đổi nồng độ tạp. Hoạt động của nó vẫn dựa trên nguyên tắc Photo diode được phân cực ngược, khi không có ánh sáng tác động, dòng qua Photo diode bằng 0. Khi có ánh sáng tác động thì qua Photo diode xuất hiện dòng ngược. Dòng ngược này tỷ lệ với cường độ ánh sáng tác dụng. Do đó APD thực hiện được nhiệm vụ biến đổi quang điện O/E. Sự khác biệt của APD là thế phân cực ngược rất lớn (cỡ 200V). Khi ánh sáng tác động vào miền tiếp giáp làm xuất hiện cặp và lỗ trống, chúng chuyển động nhanh do tác động của điện trường mạnh, gây ra sự ion hoá do va chạm. Trong APD xuất hiện hiện tượng thác. Chính nhờ hiện tượng này APD không những chỉ làm nhiệm vụ biến đổi O/E mà còn có tác dụng khuếch đại tín hiệu lên đến 200 lần. Tốc độ chuyển mạch của APD cũng rất cao. Nó có thể hoạt động ở giải tần đến GHz. Do có độ nhạy cao, tần số cắt rất cao nên APD được dùng trong hệ thống tin sợi quang với khoảng cách xa và tốc độ lớn. Hạn chế APD là thế nuôi có điện áp rất cao (200V) và hoạt động kém ổn định (vì có hiện tượng thác). Vì vậy đòi hỏi thế nguồn nuôi phải ổn định và hoạt động trong môi trường ổn nhiệt, phải sử dụng các thiết bị bảo vệ tổn kém.

3.6.3. BỘ LẬP ĐƯỜNG TRUYỀN

Khi cự ly giữa bộ lập gửi và nhận quá xa, tín hiệu sẽ bị biến dạng đến mức không hồi phục được. Lúc đó cần sử dụng thêm trạm lập đường truyền giữa trạm gửi và trạm thu.

Bộ lập đường truyền có cấu tạo bao gồm một phần của bộ lập đầu cuối phía thu và một phần của bộ lập đầu cuối phía phát.

Phần đầu của bộ lập đường truyền là phần đầu của bộ lập thu gồm các tầng: APD, khuếch đại cân bằng, xác định tái tạo. Khi tín hiệu trên đường truyền cần được tăng cường và sửa dạng, nó được đưa đến lối vào của bộ lập đường truyền. Qua bốn khối phân đầu của bộ lập đường truyền, tín hiệu được sửa giống như tín hiệu điện trước khi điều chế. Tín hiệu này được đưa qua phần cuối của bộ lập đường truyền. Nó chính là phần cuối của bộ lập phía gửi (hình 3.10) bao gồm các tầng trong khối E/O: mạch điều khiển, LD, mạch điều khiển mức công suất. Ở lối ra của bộ lập đường truyền tín hiệu quang có dạng giống như tín hiệu lối ra của bộ lập phía gửi. Tóm lại bộ lập đường truyền bao gồm phần O/E của bộ lập phía thu và phần E/O của bộ lập phía gửi.

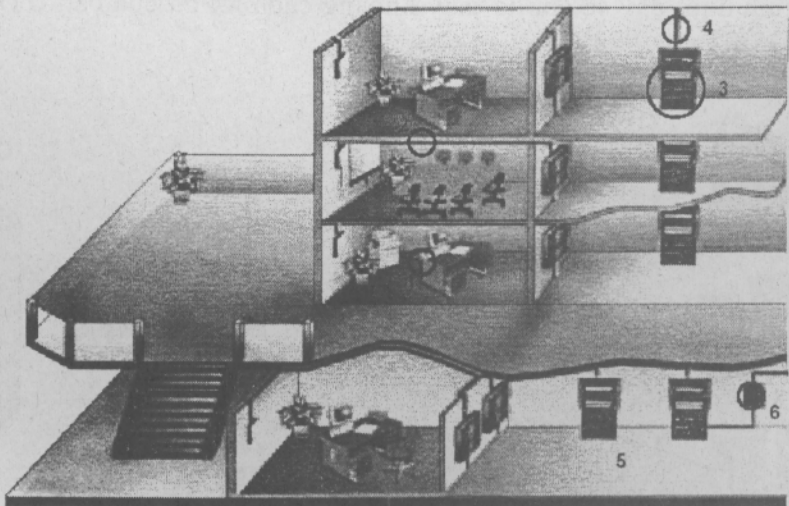
Chương 4

THIẾT BỊ MẠNG VÀ CÁC KỸ THUẬT MỚI

4.1. THIẾT BỊ LAN

4.1.1. CHUẨN TIA/EIA 568

Chuẩn hệ thống cáp TIA/EIA 568 sử dụng cho hệ thống cáp mạng, giúp các hệ thống cáp mạng có chung một chuẩn, do đó có thể hỗ trợ xây dựng hệ thống mạng đa dạng cũng như nhiều ứng dụng truyền thông khác. Trong giáo trình này chúng ta đi sâu vào tìm hiểu các thành phần trong chuẩn TIA/EIA 568, điều đó giúp chúng ta thiết kế được hệ thống cáp mạng hoàn hảo đảm bảo yêu cầu về tính ổn định, tốc độ, khả năng mở rộng.



Hình 4.1. Các hệ thống con của tiêu chuẩn TIA/EIA 568A

Trong đó:

- 1 - Vùng làm việc (working area)
- 2 - Cáp nằm ngang (horizontal cable)
- 3 - Buồng viễn thông (telecommunications closet)
- 4 - Cáp xương sống (backbone cable)
- 5 - Phòng thiết bị
- 6 - Đường vào toà nhà (building entrance)

Dưới đây sẽ trình bày chi tiết các thành phần ở trên.

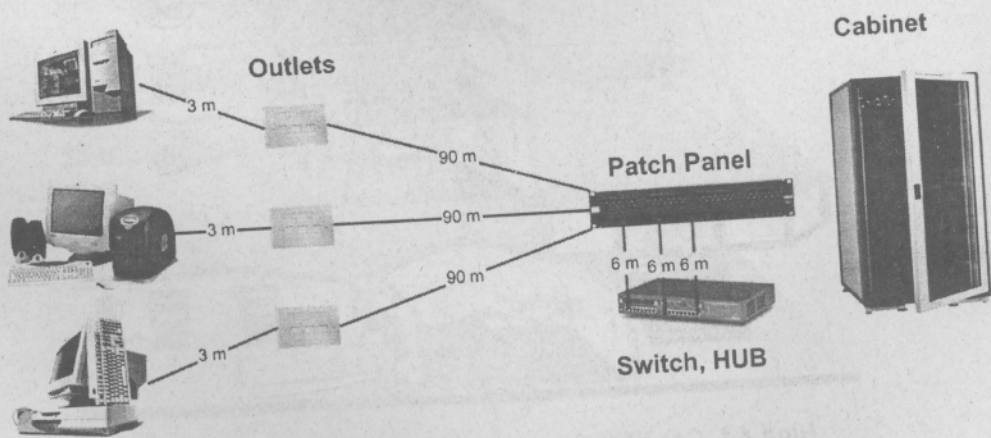
Những thành phần working area được trải dài từ buồng viễn thông đến tận các trạm làm việc, hệ thống cáp trong vùng này phải được thiết kế để dễ dàng thay đổi vị trí, thêm thiết bị, và quản lý. Những thành phần của vùng làm việc bao gồm máy tính và các thiết bị ngoại vi, điện thoại..., bao gồm các loại cáp nhảy, cáp nối thiết bị đầu cuối, các thiết bị như outlets...

Hệ thống cáp ngang được trải dài những lối ra viễn thông của vùng làm việc (work area telecommunications outlets hay còn gọi tắt là outlets) đến buồng viễn thông và bao gồm các thành phần như sau:

- + Cáp ngang;
- + Các đầu nối và outlets;
- + Các máy móc trong buồng thông tin;
- + Các hệ thống cáp Patch cord và cáp nhảy.

Các hệ thống cáp ngang có thể là cáp xoắn đôi, cáp quang, cáp đồng trục.

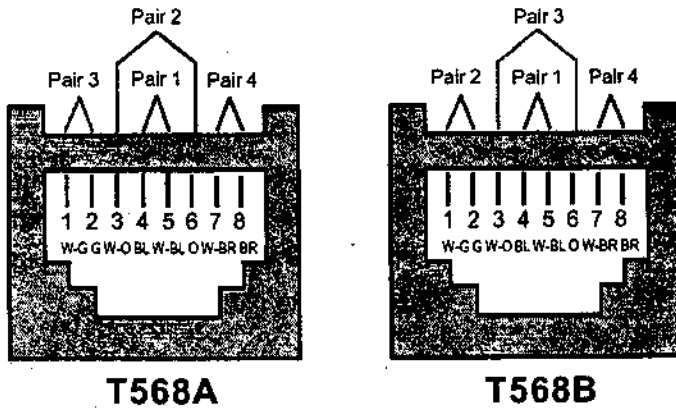
Hình dưới đây sẽ cho ta thấy khoảng cách tối đa của cáp UTP trong hệ thống mạng



Hình 4.2. Khoảng cách tối đa trong chuẩn TIA/EIA568A/B cho cáp xoắn đôi

Theo như hình vẽ ta nhận thấy, phần cáp từ các thiết bị tập trung như chuyển mạch, HUB đến Patch Panel (Patch cord) có chiều dài cực đại là 6m, phần cáp ngang có chiều dài cực đại là 90m, và phần còn lại cáp từ thiết bị đầu cuối đến outlet là 3m vậy tổng chiều dài cực đại sẽ vào khoảng xấp xỉ 100m.

Hình 4.3 sẽ trình bày vị trí từng sợi dây cáp xoắn đôi UTP khi gắn vào đầu nối theo chuẩn TIA/EIA



Hình 4.3. Chuẩn nối đầu cáp

Đầu nối RJ-45 là thành phần male, được kết vào một đầu của cáp. Khi nhìn đầu nối male này từ phía trước, các vị trí chân được đánh số từ trái sang phải là 8 đến 1 (Hình 4.3).

Jack là thành phần female trong một thiết bị mạng, lỗ cắm tường hay patch panel. Hình 4.3 trình bày các kết nối phía sau của jack nơi cáp Ethernet UTP kết nối vào.

Vì điện chạy qua giữa bộ nối và jack, nên thứ tự của dây phải tuân theo tiêu chuẩn EIA/TIA-T568-A hay T568-B. Nhận diện đúng chủng loại cáp để dùng cho một thiết bị nối bằng cách xác định chuẩn nào đang được dùng bởi jack trên thiết bị mạng. Ngoài ra để nhận diện đúng chủng loại cáp EIA/TIA cần xác định phải dùng cáp thẳng (straight - through) hay cáp chéo (crossover).

Nếu các đầu nối RJ-45 của cáp được giữ cùng chiều thì màu của các dây sẽ xuất hiện. Nếu thứ tự của màu dây là giống nhau tại đầu cuối thì cáp là cáp thẳng. Với cáp chéo, các đầu nối RJ-45 trên cả hai đầu cho thấy vài dây trên một phía là chéo so với phía kia của cáp. Hình 4.3 cho thấy chân 1 và 2 trên một đầu lần lượt kết nối đến chân 3 và chân 6 của đầu kia.

Dùng cáp thẳng cho các kết nối sau:

- Nối switch đến router.
- Nối switch đến PC hay server.
- Nối hub đến PC hay server.

Dùng cáp chéo cho các kết nối sau:

- Nối switch đến switch
- Nối switch đến hub
- Nối hub đến hub

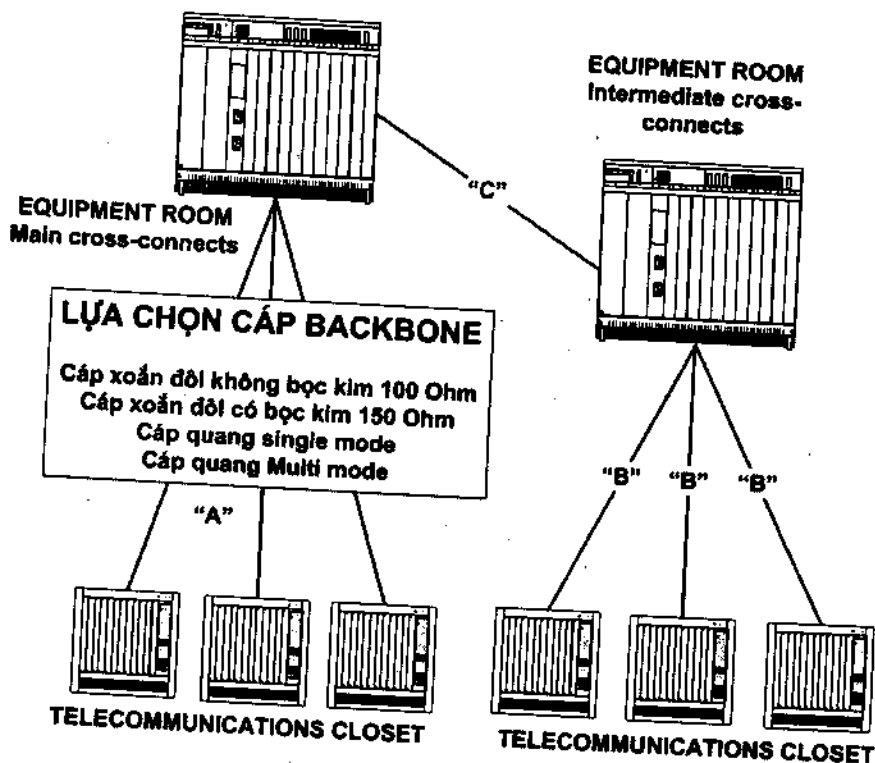
- Nối router đến router
- Nối PC đến PC
- Nối router đến PC.

Telecommunications Closet là khu vực trong, chứa những thiết bị trong hệ thống cáp bao gồm thiết bị đầu cuối cơ khí và/hoặc thiết bị nối chéo (cross-connect) cho hệ thống cáp ngang hoặc cáp xương sống.

Hệ thống cáp xương sống (backbone cabling)

Hệ thống cáp xương sống được sử dụng để nối các buồng viễn thông, các toà nhà, các phòng thiết bị một cách dễ dàng, bao gồm các thành phần:

- + Cáp xương sống.
- + Những thiết bị đầu cuối cơ khí trong phần chính và phần trung gian của thiết bị nối chéo.
- + Cáp nhảy và cáp patch cord để nối đường xương sống vào các trục
- + Những thiết bị cơ khí dùng để kết thúc đường cáp xương sống trong hệ thống cáp ngang.
- + Cáp giữa các toà nhà.



Hình 4.4. Hệ thống cáp xương sống

Cáp được sử dụng làm cáp xương sống sẽ là các loại cáp sau: Cáp xoắn đôi 100 Ohm không bọc kim, cáp quang single, multi mode, cáp xoắn có bọc kim 150 Ohm, cáp đồng trục.

Hệ thống cáp backbone trong mô hình mạng hình sao được thể hiện trên hình 4.4, trong đó các khoảng cách tối đa sẽ tuân theo đúng bảng như sau:

| Cable | "A" | "B" | "C" |
|-------------------|------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| 62.5/125 um fiber | 2,000m(6,560ft) | 500m(1,640ft) | 1,500m(4,820ft) |
| Single-mode fiber | 3,000m(9,840ft) | 500m(1,640ft) | 2,500m(8,200ft) |
| UTP(voice) | 800m(2,624ft) | 500m(1,640ft) | 300m(984ft) |
| UTP(data),STP-A | Data applications, limited to 90m(295ft) total | | |

- Patch cord và cáp nhảy tại main cross-connects phải nhỏ hơn 20m
- Patch cord và cáp nhảy tại intermediate cross-connects phải nhỏ hơn 20m
- cáp cho thiết bị cần phải nhỏ hơn 30m.

Phòng thiết bị (Equipment room) là nơi tập trung các thiết bị viễn thông.

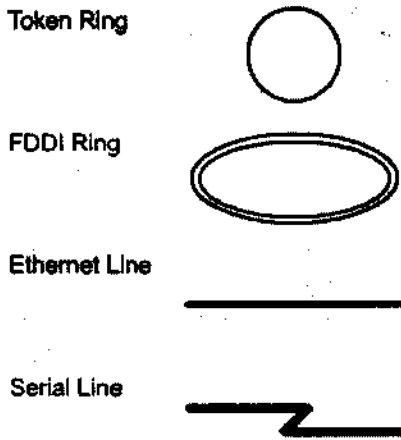
4.1.2. LỚP VẬT LÝ CỦA LAN

Các ký hiệu được dùng để mô tả các loại đường truyền đã được một số hãng sử dụng tạo điều kiện thuận lợi cho người đọc được thể hiện như ở hình 4.5. Trong đó mạng Token Ring được biểu diễn bằng một vòng tròn. FDDI được biểu diễn bằng hai vòng tròn đồng tâm, mạng Ethernet được biểu diễn bằng một đường thẳng, và cuối cùng các kết nối nối tiếp (ví dụ như đường ADSL, điện thoại) được biểu diễn bằng dấu chóp.

Do tính đa dạng trong công việc, mỗi một hệ thống mạng máy tính đều có thể được xây dựng trên cơ sở các loại đường truyền khác nhau, và trong mỗi mạng lại có nhiều loại đường truyền khác nhau. Có hai dạng đường truyền là loại có dây và không dây, mục đích của đường truyền là cung cấp cho mạng LAN một môi trường giúp các luồng thông tin thông qua đó mà được luân chuyển. Trong mô hình OSI, đường truyền nằm trong lớp vật lý.

Đối với mỗi đường truyền đều có những giới hạn của chúng, khi xây dựng hệ thống đường truyền, tùy thuộc vào yêu cầu cụ thể mà ta sẽ sử dụng loại đường truyền phù hợp, ví dụ nếu chiều dài giữa hai điểm quá 100m ta không thể sử dụng cáp UTP để thực hiện kết nối. Mỗi đường truyền ta đều phải quan tâm đến các đặc điểm sau: giới hạn chiều dài, chi phí, dễ dàng

lắp đặt, tốc độ trên cáp, băng thông, vấn đề nhiễu đường truyền như khi qua một xưởng sản xuất có nhiều thiết bị, máy công nghiệp có công suất lớn và không thể sử dụng được mạng cáp đồng và không dây.



Hình 4.5. Các ký hiệu đường truyền trong LAN.

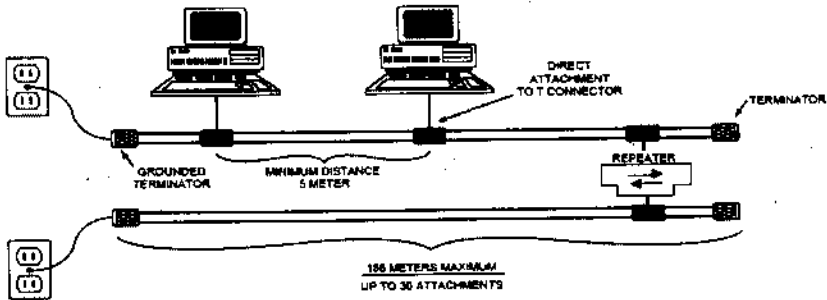
Ngày nay, loại cáp mạng được sử dụng rộng rãi nhất đó chính là cáp UTP với các chủng loại CAT5, CAT5e, CAT6 trong đó CAT5 chỉ hoạt động đến 100MBPS, còn CAT5e và CAT6 có thể hoạt động đến Gigabit. Đường truyền cáp quang thường được dùng làm Backbone, cáp đồng trục đã dần không sử dụng, đường truyền không dây đang ngày càng phát triển (xem chi tiết chương 7). Trong một hệ thống mạng cho phép sử dụng nhiều loại đường truyền.

4.1.3. REPEATER

Bất kỳ một môi trường truyền nào cũng làm suy giảm tín hiệu truyền trong môi trường đó. Vì vậy, mỗi một loại môi trường truyền đều có một phạm vi tối đa nào đó mà trong đó môi trường có thể truyền tải số liệu một cách đáng tin cậy. Chức năng của Repeater là nhằm mở rộng phạm vi tối đa này phục vụ cho việc chạy cable và xây dựng mạng máy.

Repeater là một thiết bị mạng có nhiệm vụ lặp lại tín hiệu từ cổng này đến các cổng khác mà nó kết nối với. Repeater hoạt động ở tầng vật lý trong mô hình OSI. Các repeater không lọc và cũng không diễn dịch tín hiệu, repeater chỉ đơn thuần lặp lại (tái tạo lại) tín hiệu. Cũng vì thế mà repeater không đòi hỏi bất kỳ thông tin nào về địa chỉ từ frame số liệu, nó chỉ đơn thuần lặp lại tất cả các bit của số liệu. Điều này có nghĩa là nếu số liệu bị sai lệch (corrupt) thì repeater cũng vẫn sẽ lặp lại số liệu này. Ưu điểm của repeater là nó đơn giản và không đắt. Đồng thời, mặc dù các

repeater không thể kết nối giữa các mạng có frame số liệu khác nhau (ví dụ như giữa một mạng Token Ring và một mạng ETHERNET), một số repeater có thể kết nối các phân đoạn có cùng một kiểu frame số liệu nhưng chạy cable khác nhau.



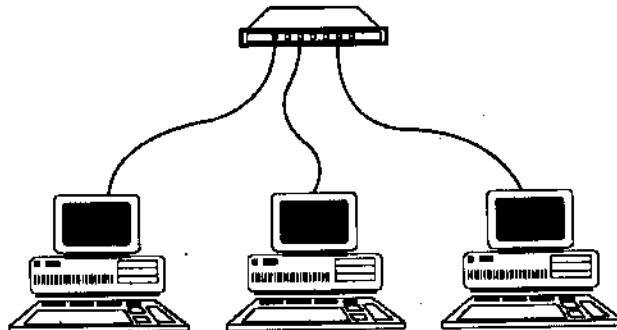
Hình 4.6. Sơ đồ mạng dung Repeater

Một số repeater chỉ đơn giản làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu. Khi đó mặc dù biên độ tín hiệu tăng lên nhưng đồng thời tạp âm trong mạng cũng được khuếch đại lên. Hơn nữa, nếu tín hiệu gốc đã bị méo dạng thì repeater không thể làm sạch lại và loại bỏ sự méo tín hiệu.

Lưu ý là repeater không thể mở rộng mạng một cách vô hạn vì bất kỳ mạng máy nào cũng có một giới hạn trên về kích thước của mạng. Lý do chủ yếu của giới hạn này chính là quá trình lan truyền tín hiệu trên mạng. Mặc dù repeater có thể truyền tín hiệu đi xa hơn, nhưng sự trễ tối đa trong truyền tải tín hiệu vẫn đặt ra một giới hạn cho kích thước của mạng.

4.1.4. HUB

Hub, còn được gọi là bộ tập trung dây dẫn, cung cấp một điểm kết nối tập trung cho các cable của mạng. Mạng ETHERNET sử dụng cable đồng trục là mạng LAN chuẩn duy nhất không sử dụng Hub. Có ba loại Hub: bị động (Passive Hub), chủ động (Active Hub) và thông minh (Intelligent Hub).



Hình 4.7. Hub dùng để nối mạng

Hub bị động (Passive hub): không chứa bất kỳ một thành phần điện tử nào và nó cũng không hề xử lý số liệu dưới bất kỳ hình thức nào. Mục đích duy nhất của việc sử dụng một Hub bị động là để phối hợp (kết hợp-combine) tín hiệu từ các phân đoạn cable khác nhau của mạng. Tất cả các thiết bị kết nối với một hub bị động sẽ đều nhận được tất cả các gói tin truyền qua hub bị động này. Vì hub bị động không làm sạch và cũng không khuếch đại tín hiệu (thực tế là nó lại còn hấp thụ một phần nhỏ của tín hiệu và do đó làm suy giảm tín hiệu), cho nên khoảng cách giữa một máy tính và một hub bị động không thể lớn hơn một nửa khoảng cách tối đa cho phép giữa hai máy tính trong một mạng. Cũng vì những hạn chế về chức năng này mà hub bị động không đắt và sử dụng dễ dàng. Các mạng ARCnet thường sử dụng hub bị động. Mạng Token Ring cũng có thể sử dụng các hub bị động, tuy nhiên người ta thường có xu hướng sử dụng các hub chủ động để tận dụng được các đặc tính ưu việt hơn của loại hub này.

Hub chủ động (Active hub): kết hợp các mạch điện tử có khả năng khuếch đại và làm sạch (clean-up) tín hiệu điện tử truyền qua lại giữa các thiết bị trong mạng. Quá trình làm sạch (clean-up) các tín hiệu được gọi là quá trình tái tạo lại tín hiệu (signal regeneration). Việc tái tạo lại tín hiệu đem lại các lợi ích như: mạng sẽ trở nên ổn định và đáng tin cậy hơn (ít chịu ảnh hưởng của các lỗi sai sót hơn) và khoảng cách giữa các thiết bị của mạng sẽ được tăng lên. Phần sau sẽ dành để thảo luận về Repeater là một thiết bị mạng dùng để khuếch đại và tái tạo lại tín hiệu của mạng. Vì các hub chủ động hoạt động phần nào giống với Repeater nên đôi khi người ta còn gọi hub chủ động là Repeater đa cổng (Multiport Repeater).

Hub thông minh (Intelligent hub): là hub chủ động đã được nâng cấp lên. Một số chức năng đặc biệt của hub thông minh là:

Quản lý hub: các hub thông minh hỗ trợ các giao thức quản lý mạng. Các giao thức này làm cho các hub thông minh có thể gửi các gói tin đến một console mạng trung tâm. Mặt khác, các giao thức này cũng cho phép console điều khiển hub thông minh; ví dụ, người quản trị mạng có thể ra lệnh cho một hub ngắt một kết nối nào đó đang gây ra các lỗi mạng.

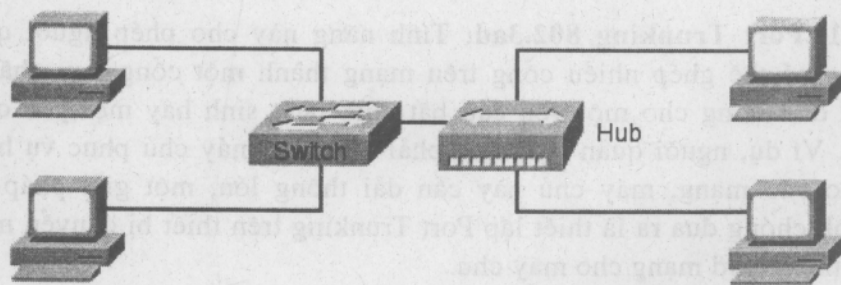
Hub chuyển mạch (Switching hub): Tiến bộ mới nhất của hub thông minh là hub chuyển mạch có chứa mạch có thể định tuyến (route) một cách nhanh chóng các tín hiệu giữa các cổng của một hub. Thay cho việc lặp lại gói tin (repeating a packet) ở tất cả các cổng của hub, hub chuyển mạch chỉ lặp lại gói tin ở cổng kết nối tới máy đích của gói tin này mà thôi. Một số hub chuyển mạch có khả năng chuyển mạch các gói tin đến đường truyền nhanh nhất trong số các đường truyền khả dĩ. Trong nhiều mạng máy tính, hub chuyển mạch đang thay thế dần bridge và router.

4.1.5. SWITCH

Chuyển mạch đôi khi được mô tả như một bridge đa port. Một bridge thông thường chỉ có hai port liên kết với hai segment mạng, switch có thể có nhiều port tùy vào số lượng segment mạng được liên kết. Giống như bridge, các switch học các thông tin nào đó về các gói số liệu mà nó nhận được từ các máy tính mạng. Các switch dùng thông tin này để xây dựng bảng tìm đường để xác định đích của mỗi số liệu đang được gửi bởi một máy tính này đến máy tính khác trên mạng.

Mặc dù có vài điểm tương đồng giữa hai thiết bị, nhưng một switch là thiết bị phức tạp hơn bridge. Một bridge xác định có chuyển frame lên segment khác hay không dựa vào địa chỉ MAC của đích. Một switch có nhiều port với nhiều segment mạng nối đến chúng. Một switch chọn một port kết nối đến thiết bị đích. Các Ethernet switch đang trở thành giải pháp kết nối phổ biến bởi vì cũng tương tự như bridge các switch cải thiện hiệu suất mạng bằng cách cải thiện được tốc độ và băng thông.

Switching là một kỹ thuật làm giảm mức độ nghẽn xảy ra trong các Ethernet LAN bằng cách giảm lưu lượng và tăng băng thông. Các switch thay thế dễ dàng cho các hub bởi switch làm việc với hạ tầng cấp đã có. Điều này cải thiện được hiệu suất mạng chỉ với một tác động tối thiểu vào mạng đang tồn tại.



Hình 4.8. Một ví dụ về dùng switch

Các switch chia làm 3 thành phần chính dựa theo nhu cầu :

- Switch **SOHO** và **FAMILY** dùng trong gia đình : thường là số lượng cổng nhỏ, với các giao diện Ethernet và Fast Ethernet tốc độ đạt khoảng 10/100Mbps, thường yêu cầu về giám sát mạng và bảo mật mức thấp.

- Switch **Enterprise** hay **Department** dùng trong doanh nghiệp : số lượng giao diện Ethernet và Fast Ethernet lớn, đôi khi còn hỗ trợ tốc độ Gigabit qua chuẩn RJ45, thường hỗ trợ module cáp quang GBIC, yêu cầu

giám sát mạng, cấu hình và bảo mật mức cao với nhiều tính năng và chuẩn đa dạng...

- Switch **Backbone** dùng cho mạng xương sống : thường có số lượng cổng vừa nhưng hỗ trợ giao diện Gigabit tốc độ 1000Mbps, hỗ trợ ghép kênh truyền kết nối lên tới hàng chục gigabit.

Các thành phần switch được chia làm các dòng sản phẩm sau :

+ Switch Layer 3 : hỗ trợ chức năng định tuyến như một router

+ Switch stackable : hỗ trợ quản lí các switch xếp chồng qua 1 địa chỉ IP duy nhất

+ Switch Managed : hỗ trợ các chức năng quản lí qua các ứng dụng như SNMP, MIB..

+ Switch Web Smart : chức năng quản lí thông minh qua trang web, các thông tin như tốc độ cổng, thiết lập điều khiển luồng, trạng thái cổng...

+ Switch Chassis : kiểu khung hỗ trợ thiết lập nhiều kiểu mạng; chỉ cần thiết lập mạch có modul quang hay bộ cổng Ethernet là ta dùng với các nhu cầu khác nhau.

Ngoài ra còn có các chức năng như Rack Mounting (hỗ trợ gắn được vào tủ rack).

Sau đây là các định nghĩa về dịch vụ và chuẩn :

1. Port Trunking 802.3ad: Tính năng này cho phép người quản trị mạng có thể ghép nhiều cổng trên mạng thành một cổng duy nhất nhằm tăng dải thông cho một yêu cầu bất chợt phát sinh hay một yêu cầu tạm thời. Ví dụ, người quản trị mạng phải đưa một máy chủ phục vụ hội đàm video vào mạng, máy chủ này cần dải thông lớn, một giải pháp có thể nhanh chóng đưa ra là thiết lập Port Trunking trên thiết bị chuyển mạch và gắn thêm card mạng cho máy chủ.

Khi một hoặc nhiều port nào đó làm việc ở chế độ trunk thì chúng có thể mang lưu lượng của các Vlan. Giả sử Vlan 1 nằm trên 2 switch 1 và 2 thì khi cấu hình port làm chức năng trunk thì tất cả các port thuộc Vlan 1 nằm trên 2 switch đó như một mạng con, vì vậy chúng trao đổi dữ liệu được với nhau.

Chú ý : 1 trunk có thể gồm nhiều port, chính vì vậy trunk cũng là cách để gộp nhiều port với mục đích tăng băng thông trên trunk đó. Khi cấu hình port ở chế độ trunk thì phải cấu hình giống nhau trên cả hai switch.

2. Port Mirroring: Trong một hệ thống mạng lớn và chạy nhiều ứng dụng, việc xảy ra lỗi làm chậm hệ thống hoặc không thể truy nhập mạng là điều không thể tránh khỏi, nguyên nhân gây lỗi có thể từ máy tính, hệ thống cáp, cấu trúc mạng, phần mềm ứng dụng... Nhờ việc sử dụng tính năng Port Mirroring, người quản trị mạng có thể ánh xạ toàn bộ hoạt động của một cổng nào đó trên thiết bị chuyển mạch sang một cổng khác để dò lỗi một cách nhanh chóng mà không phải xuất hiện tại nơi xảy ra lỗi.

Theo dõi trạng thái hoạt động truyền và nhận của cổng. Bạn có thể ánh xạ cổng nào đó vào một cổng khác để theo dõi hoạt động về lưu lượng của các cổng theo thời gian thực. Chú ý khi ánh xạ cổng nguồn và cổng đích phải nằm trong cùng 1 Vlan. Và chúng ta có thể ánh xạ nhiều cổng vào 1 cổng để theo dõi

3. Dịch vụ QoS: Chức năng này cho phép bạn cấu hình ưu tiên loại dịch vụ tức là ưu tiên gói tin kết hợp với điều khiển luồng. Các cổng đặt chế độ ưu tiên khi gói tin đến sẽ được đánh dấu và chuyển tới đích theo mức ưu tiên đã thiết lập. QoS thường có các thuật ngữ như : TOS (Type Of Service), 802.1p Priority, Adapted Flow Control, Priority Weight Ration. Các port nào được đánh dấu ưu tiên thì sẽ được ưu tiên với các tính năng của QoS.

4. Giao thức 802.1d(STP- Spanning Tree Protocol): MAC – Bridge : Chức năng tránh dữ liệu lặp vòng qua các đường liên kết switch- hoạt động trên các switch Ethernet bao gồm các bước :

- Đọc địa chỉ MAC của card mạng kết nối với cổng switch và lưu trong bảng địa chỉ MAC.

- Đếm thời gian và thiết lập hạn chế với khoảng time-line trước khi tạo frame mới trên switch và chuẩn bị truyền đi.

- Cơ chế truyền và lọc dữ liệu khi nhận 1 frame xác nhận qua địa chỉ MAC đích lưu trong header của frame, so sánh với bảng địa chỉ MAC để xác định địa chỉ cổng truyền qua. Nếu tìm thấy, nó lập tức forward qua cổng đó, nếu không thì gửi broadcast tới mọi cổng.

5. Giao thức 802.1w (RSTP- Rapid Spanning Tree Protocol) giao thức nhanh hơn 802.1d với các tính năng như Uplink fast- Backbone Fast- Port Fast nhằm tăng tốc thời gian hội tụ trên mạng bridge.

6. Dịch vụ IntServ : bao gồm 2 dịch vụ chính :

- Quan sát dịch vụ : hỗ trợ đảm bảo băng thông và giảm trễ, chức năng giống như chuyển mạch ảo.

- Dịch vụ điều khiển tải mạng : hỗ trợ dịch vụ ứng dụng hiệu quả hơn, chức năng giống như các điều khiển băng thông mức thấp, giảm độ mất mát thông tin và độ trễ mạng.

7. Dịch vụ DiffServ

- Được biết đến để đáp ứng các yêu cầu dịch vụ hiệu quả hơn và tính mở rộng cao hơn IntServ.

- Lưu lượng được phân tách lớp thành 5 mức forwarding.

- Các lớp forwarding được mã hoá trên các điểm dịch vụ DiffServ (DSCP) tại mỗi vùng header gói tin.

- Các router thừa kế PHBs- Per Hop Behaviors tới các gói tin theo mã hoá theo lớp forwarding.

DiffServ so sánh với IntServ :

DiffServ tập trung tài nguyên hơn là xử lý theo luồng.

DiffServ di chuyển theo lớp, cơ chế và hoạt động chức năng hoá đồng bộ tới các điểm mạng.

DiffServ định dạng các đối tượng forwarding theo trạm (PHBs) không phải các dịch vụ đầu cuối.

DiffServ đảm bảo được dựa theo cơ chế cung cấp chứ không phải đặt trước.

DiffServ hỗ trợ trên các miền (domain) riêng lẻ hơn là thiết lập đầu cuối.

8. "Jumbo Frames" mở rộng dung lượng gói tin tới 9000 byte trong môi trường Ethernet. Bởi vì thứ nhất chế độ CRC 32bít lên tới 12000byte, thứ hai 9000byte là đủ cho các data gram ứng dụng lên khoảng 8KB (ví dụ : NFS) và cộng thêm các gói tin overhead. Rất thích hợp với cơ chế truyền file dung lượng lớn chẳng hạn như Media hay dữ liệu lớn giảm tải và tránh quá tải mạng.

Các Jumbo Frame và các gói tin 1500 byte cùng song song tồn tại theo 2 cơ chế :

- trên 1 cổng đơn được quy định, các dữ liệu được down xuống là hỗ trợ jumbo frames,

- sử dụng 802.1q VLAN, khi mà các thiết bị hoạt động jumbo frame và non-jumbo frame theo các vùng khác nhau.

9. Chức năng 802.3x: Hỗ trợ đặc tính mới, điều khiển luồng full-duplex. Khi 1 switch dò biết được bộ đệm truyền thông sắp tràn thì lập tức tạm dừng một vài quá trình truyền tin tránh mất mát thông tin và nghẽn mạng.

10. Chức năng 802.3p: Nhu cầu khi trong mạng sử dụng nhiều dịch vụ ứng dụng như email, file transfer, database, VoiP.. kết quả lưu lượng mạng chậm trong các quá trình xử lý dữ liệu. Chuẩn IEEE 802.3p cho phép các gói tin mạng phân mức ưu tiên thông qua các Tag (phần đánh kèm sau gói tin) phân biệt và nhận dạng gói tin để tách các lưu lượng theo quyền truyền thông qua mạng.

11. Chức năng 802.3q - VLAN: giúp đỡ IT nâng cao hiệu quả mạng và bảo mật an toàn mạng bằng cách phân vùng mạng thành các mạng LAN ảo. Chức năng còn giúp đỡ cho việc chặn các gói tin broadcast giữa lưu lượng các VLAN.

12. PPPoE: chuẩn giao thức point to point trên đường Ethernet

PPPoA : chuẩn giao thức point to point trên đường truyền không đồng bộ ATM

13. Simple Network Management Protocol:

SNMPv1 : giao thức quản lý mạng đơn giản : phát triển trên nền giám sát các trạm agent (server, PC workstation, router, switches và hub...) sử dụng giao thức UDP để truyền thông tin.

Một hệ thống được SNMP quản lý gồm các thành phần chính :

- hệ thống quản lý mạng ,
- các trạm (thành phần mạng như switch, hub, router...) và các thành phần phần mềm mạng kèm theo,
- các thiết bị được quản lý (nút mạng bao gồm trạm tồn tại trên mạng),

SMNPv2 : cải tiến hoạt động hiệu quả hơn so với v1, định dạng message khác với v1.

Có thêm 2 dịch vụ mới:

Get Bulk : sử dụng phục hồi block dữ liệu lớn với chất lượng tin cậy.

Inform : cho phép 1 NMS (hệ thống quản lý mạng) gửi thông tin tới một NMS khác và nhận phản hồi.

14. Dịch vụ MIB II: Management Information Base : thích hợp với các hệ thống quản lý mạng liên kết sử dụng giao thức TCP/IP (1 tập các định

nghĩa dự án quản lý mạng theo TCP/IP) sử dụng một cơ sở dữ liệu ghi lại các cấu hình, trạng thái và thông tin lưu trữ cho từng thiết bị.

15. DVMRP: giao thức định tuyến theo vector khoảng cách đa đích

IGMP : Internet group management protocol.

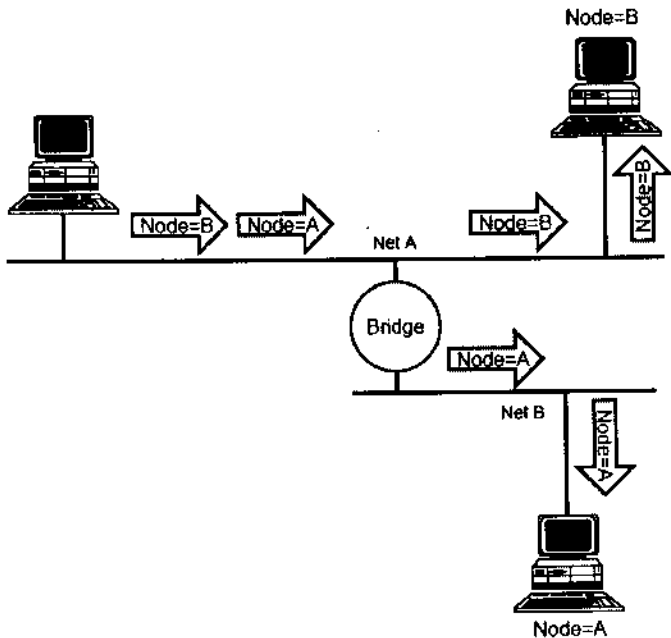
4.1.6. WIRELESS

Chi tiết xem chương 7 của quyển sách này.

4.1.7. BRIDGE

Bridge có thể dùng để mở rộng kích thước tối đa của một mạng máy và đồng thời nó là một thiết bị linh hoạt hơn nhiều so với repeater. Các bridge hoạt động ở tầng con MAC của tầng Data Link (Tầng 2) trong mô hình OSI. Trong khi repeater chuyển đi tất cả các tín hiệu mà nó nhận được, thì bridge lại lựa chọn kỹ lưỡng và chỉ cho phép các tín hiệu được yêu cầu đi qua nó. Sở dĩ Bridge làm được điều này là vì mỗi một thiết bị trong mạng đều được xác định danh tính bởi một địa chỉ duy nhất. Mỗi một gói tin được truyền trên mạng đều chứa địa chỉ của thiết bị mà gói tin này cần phải được gửi đến. Bridge thế hệ mới ngày nay còn được gọi là learning bridge. Các bridge này tự động xây dựng các bảng ghi địa chỉ của các thiết bị trong mạng và cũng tự động cập nhật các bảng địa chỉ này mỗi khi một thiết bị mạng bị loại bỏ hay được cài thêm vào mạng.

Bridge được dùng để chia nhỏ mạng thành các segment mạng riêng lẻ. Mạng được thiết kế sao cho phần lớn các gói tin được chuyển đến đích mà không cần phải đi qua một bridge nào. Khi đó, lưu lượng truyền thông và khả năng dung độ trong mỗi segment mạng đơn lẻ sẽ được giảm thiểu. Các gói tin sẽ phải đi qua một bridge chỉ khi hai host tham gia trao đổi các gói tin này thuộc về hai segment mạng khác nhau.



Hình 4.9. Sơ đồ hoạt động của Bridge

Bridge có thể được sử dụng để mở rộng kích thước vật lý của mạng. Mặc dù kích thước của mỗi một segment mạng đơn lẻ vẫn bị hạn chế bởi kích thước tối đa do các giới hạn thiết kế mạng áp đặt, bridge cho phép người thiết kế mạng có thể mở rộng khoảng cách giữa các segments và do đó mở rộng được kích thước chung của mạng.

Tuy nhiên, bridge không thể kết nối các mạng LAN khác loại với nhau. Lý do là vì hoạt động của các bridge phụ thuộc vào các địa chỉ vật lý của các thiết bị mạng. Các địa chỉ này là các chức năng của tầng Data Link và các mạng khác nhau sử dụng các giao thức tầng Data Link khác nhau. Vì vậy mà một bridge không thể dùng để kết nối một segment mạng ETHERNET với một segment mạng Token Ring.

Một bridge đôi khi cũng được sử dụng để liên kết một segment mạng LAN thông qua một kết nối dùng modem đồng bộ với một segment mạng LAN khác ở cách xa.

4.1.8. KẾT NỐI HOST

Để nối một thiết bị Host vào môi trường mạng cần một thiết bị gọi là các giao tiếp mạng NIC (Network Interface Card). Hiện nay, NIC thường có trong các dạng sang sau: NIC sử dụng trong PC loại Server, Desktop là chuẩn PCI cắm vào khe mở rộng hoặc nằm trong Bo mạch chủ với các

chuẩn cho cả cáp BNC, UTP, quang, với tốc độ trải từ 10 Mbps đến Gigabit, đối với máy Notebook là chuẩn PCMCIA cắm vào khe mở rộng của máy hoặc nằm luôn trong bo mạch chủ với các chuẩn và tốc độ giống loại cho máy chủ và Desktop, ngoài ra NIC còn sử dụng cho cả trong máy in (Print Server), chuyển đổi từ các cổng USB, RS232 sang mạng.

Trong mô hình OSI, NIC được xem như là thiết bị lớp 2 bởi mỗi NIC chứa một mã duy nhất được gọi là địa chỉ MAC (địa chỉ này do một tổ chức trên thế giới cấp cho từng nhà sản xuất). Địa chỉ này được dùng để điều khiển hoạt động truyền số liệu cho host trên mạng. Chúng ta sẽ tìm hiểu kỹ về địa chỉ MAC trong chương 5 của quyển sách này.

Để có thể kết nối các chuẩn khác nhau của NIC, ta phải dùng các bộ chuyển đổi, ví dụ khi nối NIC có đầu ra là RJ45 vào chuyển mạch sử dụng cho cáp quang ta phải dùng bộ chuyển đổi quang điện.

Trong lược đồ, các NIC không có ký hiệu chuẩn. Điều này ngụ ý rằng, khi các thiết bị nối mạng được gắn vào trong đường truyền mạng thì đương nhiên có một NIC hay một thiết bị tương tự như NIC hiện diện ở đó. Bất cứ ở đâu có một dấu chấm trên bản đồ cấu hình thì đó là biểu diễn cho một giao tiếp NIC hoặc một port, chúng đóng vai trò như một NIC.

4.1.9. PEER-TO-PEER

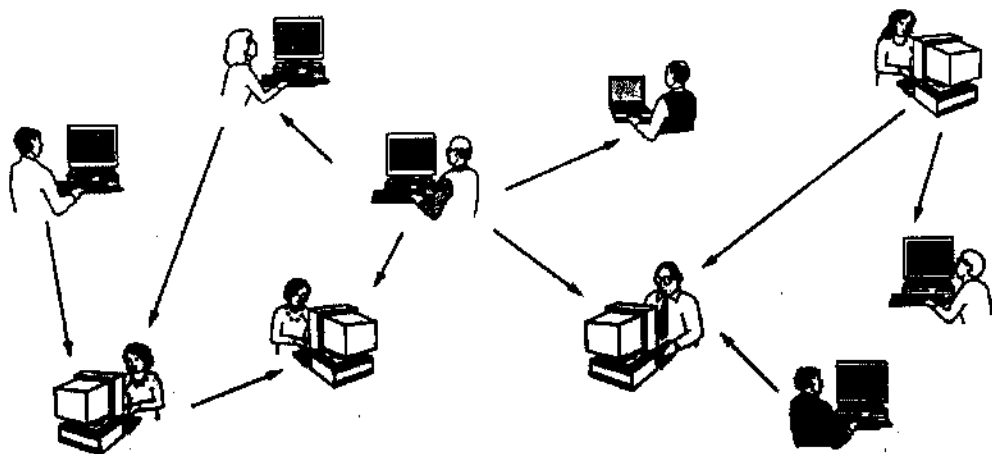
Với các thiết bị mạng LAN ở trên hay ở WAN phần 4.2, các máy tính được liên kết để cung cấp các dịch vụ phục vụ cho công việc cũng như đời sống hàng ngày cho người dùng. Để có được điều này, các máy tính nối mạng thực hiện các vai trò hay chức năng riêng trong mối quan hệ với nhau. Trong mạng, các máy tính thực hiện các chức năng độc lập, không có ưu tiên cho bất cứ máy nào và đối xử với nhau như các đối tác ngang hàng. Trong mạng ngang hàng, cũng có các loại ứng dụng cho phép một máy tính thực hiện chức năng để phục vụ cho một số các máy tính khác trong một mối quan hệ không ngang hàng nhau. Trong cả hai loại ứng dụng, hai máy tính truyền tin cho nhau bằng cách dùng các giao thức yêu cầu / đáp ứng (request/response). Một máy tính phát ra một yêu cầu dịch vụ, máy tính thứ hai tiếp nhận và đáp ứng cho yêu cầu này.

Trong mạng máy tính ngang hàng, Khi một máy tính yêu cầu máy tính khác, thì chúng ta có thể coi máy tính yêu cầu là máy trạm, còn máy tính được yêu cầu có thể đóng vai trò máy chủ, khái niệm chủ và trạm sẽ chỉ là tương đối và vai trò thay đổi liên tục

Trong mạng ngang hàng, các người dùng tự kiểm soát tài nguyên của mình, quyết định chia sẻ hay không chia sẻ các tài nguyên đó, và chia sẻ các thông tin đó với các quyền tự mình quyết định. Các người dùng có thể đưa ra các quyết định về chính sách cho tài nguyên của mình, do đó không hề có điểm điều khiển trung tâm hay sự quản trị tập trung nào trong mạng. Ngoài ra, các người dùng phải tự dự phòng các hệ thống của mình để có thể phục hồi các dữ liệu bị mất trong trường hợp hỏng hóc. Khi một máy tính đóng vai trò server, user của máy này có thể phải chịu sự giảm hiệu suất khi máy này phục vụ yêu cầu từ các hệ thống khác.

Hệ thống mạng ngang hàng rất dễ lắp đặt. Không cần thêm thiết bị nào ngoại trừ một hệ điều hành thích hợp trên mỗi máy tính. Vì người dùng tự kiểm soát tài nguyên của họ nên không cần người quản trị riêng.

Khi hệ thống mạng ngang hàng phát triển với số lượng nhiều lên, các quan hệ ngang hàng trở nên khó cộng tác và phức tạp. Mạng ngang hàng chỉ làm việc tốt với 10 máy tính hay ít hơn. Vì các mạng ngang hàng không có khả năng mở rộng nên hiệu suất của nó sẽ giảm nhanh khi số lượng máy tính trên mạng gia tăng. Do người dùng kiểm soát truy xuất tài nguyên trên máy tính của họ, cho nên điều này có nghĩa là khó duy trì tính an toàn. Mô hình client/server có thể được dùng để khắc phục các hạn chế này của mạng ngang hàng.



Hình 4.10. Mạng ngang hàng (peer-to-peer).

4.1.10: CLIENT/SERVER

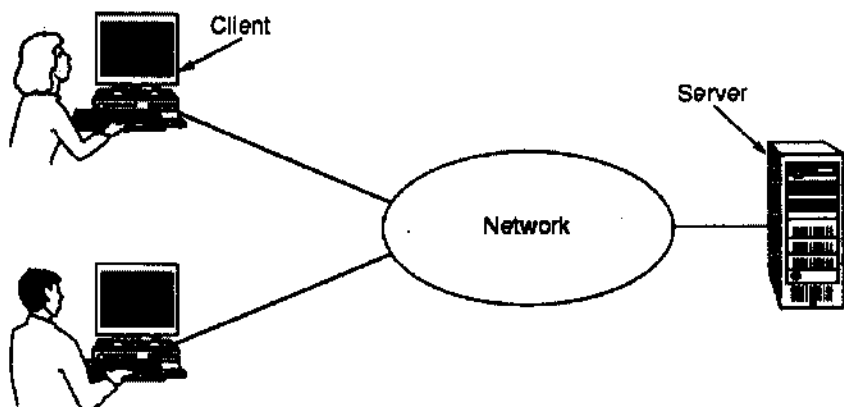
Trong mô hình mạng Client/Server, các dịch vụ mạng, tài nguyên mạng được tập trung vào một máy tính và máy tính đó gọi là Server. Các máy tính trạm gửi yêu cầu sử dụng các dịch vụ lên máy chủ và máy chủ sẽ đáp

ứng các yêu cầu trên. Server là máy tính trung tâm hoạt động liên tục để đáp ứng các yêu cầu từ các client về tập tin, in ấn, ứng dụng và các dịch vụ khác. Hầu hết các hệ điều hành mạng đều tuân theo dạng quan hệ client/server. Thông thường, các máy tính để bàn đóng vai trò là các client và một hay nhiều máy tính có cấu hình mạnh như CPU có tốc độ xử lý cao, bộ nhớ lớn, phần mềm có chức năng đặc biệt đóng vai trò là server. Trong mô hình client/server vẫn tồn tại mô hình mạng ngang hàng, các máy tính trạm trong mô hình vẫn có thể trao đổi dữ liệu, tài nguyên cho nhau.

Hệ thống sever được thiết kế để kiểm soát yêu cầu từ nhiều client cùng một lúc, số các client, dịch vụ sẽ quyết định số máy chủ tối thiểu cần dùng trên mạng, người thiết kế mạng giỏi là phải tính toán sao cho các máy chủ chịu tải từ client đồng đều và đảm bảo tốc độ hoạt động trên mạng ổn định và đáp ứng được các yêu cầu băng thông tối thiểu của từng dịch vụ. Trước khi một client truy xuất các tài nguyên của server, client phải được nhận dạng và được xác thực để dùng tài nguyên đó trên server. Điều này được thực hiện bằng cách gán cho mỗi client một account name và password, cặp này sẽ được thẩm tra bởi một dịch vụ xác thực. Dịch vụ xác thực đóng vai trò như một lính gác để canh phòng hoạt động truy xuất tài nguyên. Với sự tập trung các account, bảo vệ và điều khiển truy xuất, các mạng theo mô hình client/server đơn giản trong việc quản trị các mạng lớn.

Việc các tài nguyên trên mạng như hệ thống file, máy in và các ứng dụng được lưu trữ và quản lý tập trung, giúp chúng ta bảo dưỡng và backup dễ dàng hơn rất nhiều. Thay vì trải rộng tài nguyên này ra một số các máy tính cá nhân, các tài nguyên này được đặt trên các server trung tâm làm cho truy xuất dễ dàng hơn. Hầu hết các hệ thống client/server đều có các tiện ích tăng cường nhằm bổ sung dịch vụ mới gia tăng sự hữu dụng của mạng.

Việc tập trung các dịch vụ trên máy chủ cũng tạo ra các cơ hội cho những kẻ tấn công truy xuất bất hợp pháp có thể dễ dàng tìm những thông tin cần lấy, đồng thời các server tỏ ra là một điểm hồng hóc nóng trên hệ thống mạng. Không có server hoạt động, mạng không thể thực hiện bất kỳ chức năng nào. Các server yêu cầu nhóm chuyên viên phải được huấn luyện để quản trị và điều hành. Điều này làm tăng chi phí hoạt động của mạng. Các hệ thống server cũng yêu cầu sự bổ sung phần cứng và phần mềm đặc biệt làm tăng chi phí đầu tư.



Hình 4.11. Mạng gồm có hai client và một server.

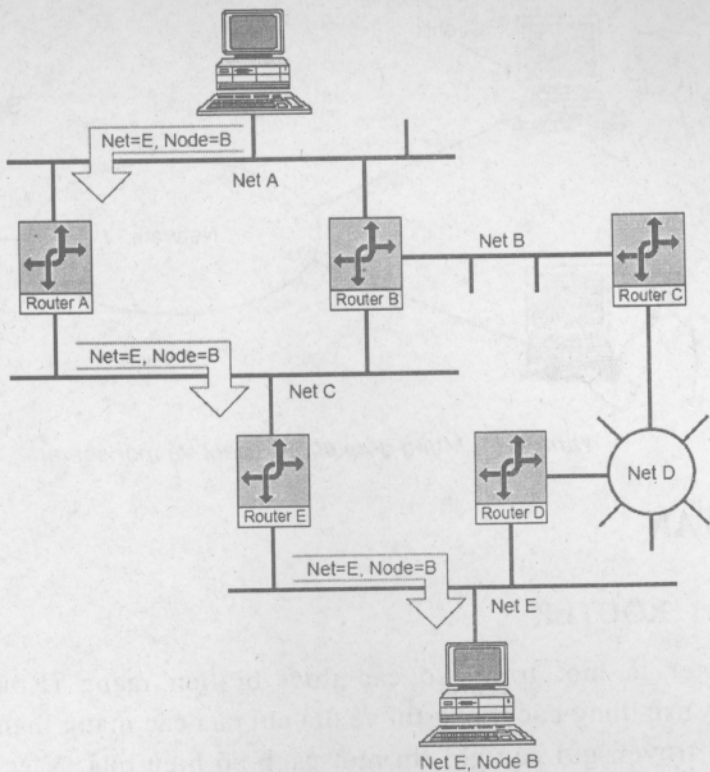
4.2. WAN

4.2.1. ROUTER

Router là một trong số các thiết bị liên mạng (Router, Brouter, Gateway) sử dụng các thông tin về địa chỉ của các mạng thành phần để hỗ trợ việc truyền gửi các gói tin một cách có hiệu quả. Việc sử dụng các thông tin về địa chỉ của mạng để gửi các gói tin được gọi là việc định tuyến. Router thực hiện việc định tuyến.

Router tổ chức một mạng lớn dưới dạng các segment mạng logic. Mỗi một segment mạng đều được gán địa chỉ sao cho tất cả các gói tin đều có cả hai địa chỉ là địa chỉ của mạng đích đến và địa chỉ của thiết bị đích đến.

Router hoạt động “thông minh” hơn bridge rất nhiều. Router không những xây dựng bảng địa chỉ của các mạng, mà nó còn sử dụng các thuật toán để xác định đường truyền có hiệu suất cao nhất để gửi gói tin đến bất kỳ một mạng nào. Ngay cả trong trường hợp một segment mạng đặc biệt nào đó không được gắn kết trực tiếp với một router, thì router này vẫn xác định được cách tốt nhất để gửi gói tin đến một thiết bị nào đó trong mạng tách biệt này. Router còn có thể kết nối các loại mạng khác nhau lại thành một liên mạng (ví dụ như kết nối ETHERNET với Token Ring).



Hình 4.12. Sơ đồ hoạt động của Router

Vì các router có thể xác định được hiệu suất định tuyến nên chúng thường được sử dụng để kết nối mạng LAN với mạng WAN (Wide Area Network). Các mạng WAN thường xuyên được thiết kế với đa đường truyền dẫn (multiple paths- các đường truyền đa kênh), và khi đó các router sẽ bảo đảm cho việc các đường truyền được sử dụng một cách có hiệu quả nhất (với hiệu suất cao nhất). Có hai loại router là router tĩnh (static router) và router động (dynamic router):

Router tĩnh (static router): các router tĩnh không thể tự xác định được đường dẫn. Thay vào đó, người sử dụng phải thiết lập bảng định tuyến chỉ rõ các tuyến dẫn tiềm năng cho các gói tin.

Router động (dynamic router): các router loại này có khả năng tự xác định được các tuyến và tìm ra đường dẫn tối ưu trong số các đường dẫn khả dĩ dựa trên các thông tin của bản thân gói tin và các thông tin thu được từ các router khác.

Để xác định đường dẫn tốt nhất cho một gói tin các router sử dụng một số thuật toán định tuyến. Một vài thuật toán định tuyến thông dụng được trình bày dưới đây.

Thuật toán định tuyến: Định tuyến là quá trình truyền đi các thông điệp qua các mạng chuyển mạch. Trong một vài trường hợp các thông tin định tuyến được lập trình trong các thiết bị chuyển mạch. Tuy nhiên, các thiết bị chuyển mạch được lập trình sẵn không thể tự động điều chỉnh nhằm đối phó với các thay đổi xảy ra trong mạng. Vì vậy, phần lớn các thiết bị định tuyến là các thiết bị năng động (dynamic devices). Điều đó có nghĩa là các thiết bị định tuyến này có khả năng phát hiện các tuyến đường dẫn trong liên mạng và lưu trữ các thông tin về đường dẫn đó trong các bảng định tuyến. Các bảng định tuyến không chỉ lưu trữ các thông tin về các tuyến đường dẫn mà còn cả các giá trị ước lượng về thời gian cần thiết để gửi một thông điệp qua một tuyến đường nhất định. Thời gian ước lượng này được biết đến như là "cái giá phải trả" khi sử dụng một tuyến cụ thể nào đó. Router sẽ sử dụng các thông tin này để lựa chọn đường truyền có lợi nhất cho mỗi gói tin nhất định. Nếu các điều kiện trong mạng thay đổi và được phản ánh đầy đủ trong các bảng định tuyến thì router có thể lựa chọn các tuyến khác bảo đảm có lợi nhất (thời gian cần thiết để truyền tín hiệu đến đích nhỏ nhất).

Định tuyến vector khoảng cách (Distance vector routing): các router có thể sử dụng phương pháp vector khoảng cách để tìm ra các tuyến dẫn. Các router loại này thông báo sự hiện diện của chúng cho các router khác trong mạng. Mỗi router trong mạng sẽ quảng bá các thông tin trong bảng định tuyến của mình một cách định kỳ. Các router còn lại trong mạng sẽ có thể sử dụng các thông tin này để cập nhật các bảng định tuyến của chính chúng. Phương pháp định tuyến vector khoảng cách có thể tương đối kém hiệu quả. Lý do là những sự thay đổi sẽ phải lan truyền trong mạng từ router này đến router khác, và như vậy sẽ phải tốn mất một khoảng thời gian nhất định để tất cả các router trong mạng nhận biết về một sự thay đổi nào đó đã xảy ra. Thêm vào đó, việc quảng bá thường xuyên các thông tin định tuyến sẽ đẩy lưu lượng truyền thông trong mạng lên các mức cao và điều này sẽ có thể ảnh hưởng đến hoạt động trong các mạng lớn.

Định tuyến trạng thái liên kết (link-state routing): Phương pháp định tuyến trạng thái liên kết làm giảm lưu lượng truyền thông mạng cần thiết để cập nhật các bảng định tuyến. Các router mới được gắn kết vào mạng có thể yêu cầu router ở gần kề cung cấp các thông tin định tuyến. Sau khi các router đã trao đổi xong các thông tin định tuyến của mạng, các routers sẽ quảng bá các thông điệp chỉ khi có sự thay đổi. Các thông điệp này chứa các thông tin về trạng thái của mỗi một liên kết mà một router nhất định duy trì cùng với các router khác trong mạng. Vì các router luôn giữ cho nhau được cập nhật (luôn cập nhật lẫn nhau) nên việc cập nhật định tuyến toàn bộ mạng không cần phải thực hiện thường xuyên.

4.2.2. BRÓUTER

Brouter chính là một router mà có thể đồng thời thực hiện các chức năng của một bridge. Một brouter tìm cách gửi đi các gói tin dựa trên các thông tin về giao thức của mạng, nhưng nếu như có một giao thức tầng mạng nào đó không được hỗ trợ, thì brouter sẽ gửi gói tin đi sử dụng các địa chỉ của thiết bị.

4.2.3. ROUTER VÀ CÁC KẾT NỐI DSL

Hiện tại, có một số router có một giao tiếp ADSL. Để kết nối một đường ADSL đến port ADSL trên router, thực hiện các bước sau:

Kết nối cáp điện thoại đến cổng ADSL trên router.

- Kết nối đầu kia của cáp điện thoại vào jack cắm.

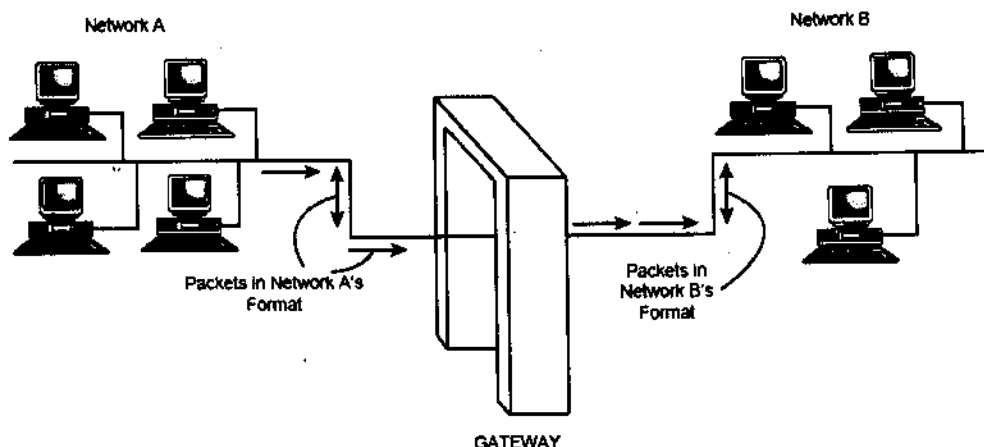
Để nối một router cho dịch vụ DSL, dùng một cáp điện thoại với đầu nối RJ-11. DSL làm việc qua các đường dây điện thoại chuẩn dùng chân 3 và 4 trên đầu nối RJ-11.

Trong trường hợp router không tích hợp sẵn luôn với giao tiếp ADSL, chúng ta cần sử dụng thêm modem ADSL bên ngoài kết nối vào cổng mạng của router. Thông thường, các modem ADSL hiện tại có sẵn luôn tính năng router trong đó, vì vậy khi sử dụng chúng ta lưu ý tắt tính năng router trong modem, lúc này modem chỉ còn đơn thuần là cung cấp kết nối ADSL, tất cả các tính năng định tuyến sẽ nằm trong router.

4.2.4. GATEWAY

Thuật ngữ “gateway” ban đầu được sử dụng trong tập giao thức Internet để chỉ một router. Ngày nay, thuật ngữ “gateway” được sử dụng một cách thông dụng để chỉ một hệ thống hoạt động ở các tầng trên cùng trong mô hình OSI cho phép các hệ thống giao thức khác nhau có thể truyền thông với nhau. Một gateway thông thường được dành cho một chuyển đổi nhất định và chức năng chính xác của gateway phụ thuộc vào việc dịch giải giao thức (protocol translations) mà gateway này phải thực hiện. Gateway thông thường hoạt động ở tầng ứng dụng (Application) trong mô hình OSI.

Gateway kết nối các môi trường không giống nhau bằng cách loại bỏ thông tin giao thức tầng của gói tin đến và thay thế thông tin này bằng thông tin về gói tin cần thiết cho môi trường.



Hình 4.13. Gateway trong mạng

4.2.5. THỰC HIỆN MỘT KẾT NỐI CONSOLE

Thông thường kết nối console thường bằng các kiểu dạng qua cổng RS232 của máy tính, qua chương trình Telnet dựa trên nền tảng TCP/IP, qua WEB.

Với thiết bị router có cổng console qua RS232, ta cần phải có cáp console RS232, nối cáp này vào cổng RS232 trên máy tính và cổng console trên Router, sử dụng các chương trình như Hyper Terminal trong Windows để kết nối vào thiết bị, với cấu hình cổng kết nối theo yêu cầu của thiết bị. Dưới đây là một ví dụ thiết lập cho một loại router của hãng Cisco.

- speed: 9600 bps
- format: 8 data bit
- parity: no
- stop bits: 1
- flow control: no

AUX port được dùng để cung cấp sự quản lý thông qua modem (out-of-band). AUX port cũng được cấu hình theo cách thức như console port trước khi có thể dùng. AUX port cũng dùng các cài đặt thông số 9600 bps, 8 data bits, no parity, 1 stop bit và no flow control.

4.3. MẠNG VOICE OVER IP

4.3.1. HỆ THỐNG MẠNG ĐIỆN THOẠI PSTN

4.3.1.1. Lịch sử phát triển mạng PSTN

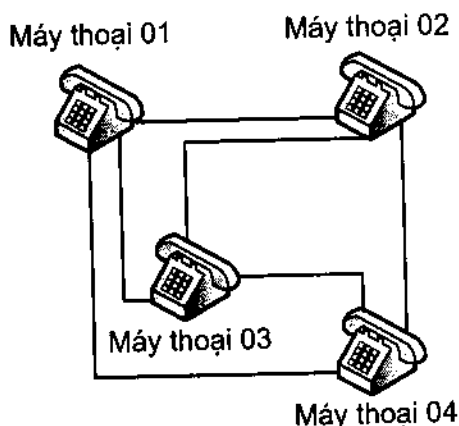
Hệ thống truyền giọng nói được Alexander Graham Bell phát minh năm 1876 với tên gọi ban đầu là mạch ring – down. Mạch ring – down có nghĩa là không cần quay số. Thay vì đó là hai đường dây vật lý nối trực tiếp vào hai thiết bị, một người nhắc điện thoại và nói chuyện được với người bên kia (không cần quay số).

Qua thời gian, hệ thống này được phát triển từ dạng truyền giọng nói theo một chiều, có nghĩa là trong một lúc chỉ một người nói sang dạng nói được 2 chiều, bởi vậy đã giúp cùng một lúc hai người cùng nói chuyện. Việc truyền giọng nói qua hệ thống cáp phải cần đến microphone các bon, pin, nam châm điện, và màng thép, tất nhiên là cần dây cáp điện nối giữa các điểm điện thoại, trong thời điểm này khái niệm về số điện thoại không hề có.

Tiến gần đến hệ thống mạng PSTN là hệ thống mạng điện thoại bốn điểm như hình vẽ 4.14 cáp điện thoại sẽ được nối tất cả các điểm lại với nhau.

Dựa vào sơ đồ trên, ta rút ra kết luận có bao nhiêu máy điện thoại (giả sử có n máy) trong mạng cần liên lạc thì phải có $n(n-1)/2$ đường cáp điện thoại, cho ví dụ ta cần nối 8 máy điện thoại thì số lượng đường cáp điện thoại sẽ phải là $8 \times (8-1)/2 = 28$ đường.

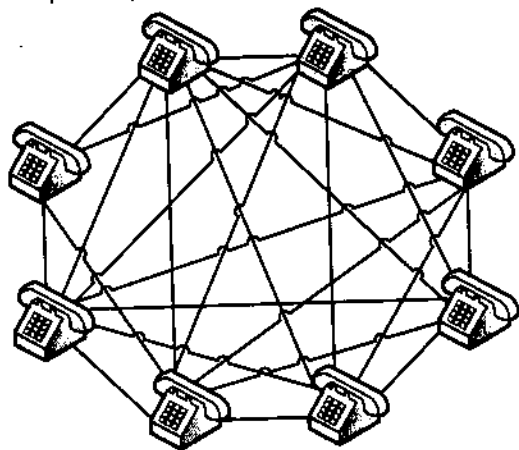
Bạn có thể hình dung được sự phức tạp của hệ thống cáp và giá thành của nó khi nối nhiều điểm điện thoại lại với nhau, để có thể kết nối bất cứ một điện thoại nào đến tất cả điện thoại còn lại người ta dùng thiết bị chuyển mạch, người dùng điện thoại chỉ cần một cáp duy nhất kết nối đến hệ thống chuyển mạch trung tâm, thay cho nhiều cáp.



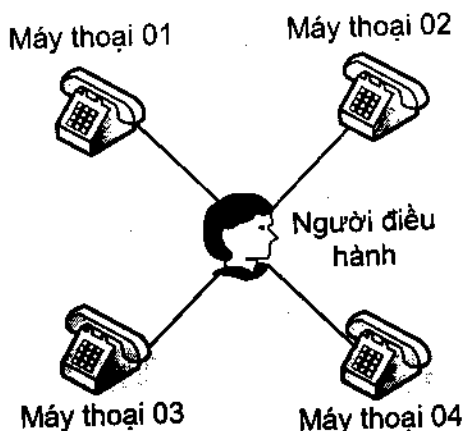
Hình 4.14. Mạng bốn điện thoại cơ sở

Đầu tiên, người điều hành điện thoại hoạt động như một chuyển mạch, người điều hành sẽ yêu cầu người gọi cho họ biết nơi cần gọi đến và rồi kết nối bằng tay hai điện thoại lại với nhau trên một đường truyền. Hình 4.14 cho bạn thấy mô hình mạng bốn điện thoại hoạt động dưới sự điều hành của người điều hành điện thoại trung tâm.

Sau hàng trăm năm phát triển, chuyển mạch bằng tay đã được thay thế bằng chuyển mạch điện tử và bạn bắt đầu biết đến khái niệm mạng PSTN (Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng).



Hình 4.15. Hệ thống cáp vật lý cho tất cả người dùng mạng điện thoại



Hình 4.16. Chuyển mạch điện thoại dùng con người

Hàng thập kỷ phát triển cho phép bạn có được hệ thống mạng điện thoại công cộng hiện đại và chất lượng như ngày nay. Khi bạn nhấc điện thoại, bạn có thể ngay lập tức thực hiện việc quay số. Khi bạn quay số, máy

điện thoại cần gọi đến sẽ rung chuông, và thường thì trong vài giây, và hội thoại đơn giản chỉ còn là nhắc điện thoại lên.

4.3.1.2. Các chuẩn mạng điện thoại

Tổ chức ITU (Liên hiệp truyền thông điện thoại quốc tế) là tổ chức quốc tế, một phần của Liên hợp quốc, đưa ra các quy luật chung về chuẩn mạng điện thoại PSTN. Bắt đầu bằng việc cung cấp các chuẩn và các thoả thuận về kết nối máy điện báo giữa các nước vào thế kỷ 19, tổ chức ITU đã tạo ra rất nhiều chuẩn nhằm mục đích phát triển ngành công nghiệp điện thoại toàn cầu.

Tổ chức ITU bao gồm nhiều bộ phận chức năng trong đó có bộ phận chuẩn hoá truyền thông, hoặc ITU-T. Bộ phận này bao gồm nhiều công ty và tổ chức cùng sử dụng chung các chuẩn truyền thông. Các chuẩn bao giờ cũng bắt đầu bởi một từ thuộc bảng chữ cái. Dưới đây là một vài chuẩn viễn thông:

G: Hệ thống truyền và môi trường truyền, hệ thống số và mạng

H: Hệ thống nghe nhìn và đa phương tiện

P: chất lượng truyền điện thoại, cài đặt điện thoại và mạng đường truyền cục bộ

Sau từ đầu tiên thuộc bảng chữ cái là các con số thể hiện cụ thể chuẩn gì ví dụ như G.711 hoặc H.323. ITU luôn luôn bắt buộc các thành viên của mình tuân thủ đúng nguyên tắc trên. Các hệ thống chuẩn tạo ra được sự thành công của các công nghệ giống như VoIP. Không chuẩn sẽ không thể có việc kết nối từ hệ thống củ nhà cung cấp A sang nhà cung cấp B

4.3.1.3. Mạng PSTN hoạt động như thế nào

Để giúp tìm hiểu về công nghệ VoIP, bạn cần phải hiểu mạng PSTN hoạt động như thế nào. Dưới đây là quá trình xảy ra bắt đầu từ khi một ai đó tạo một cuộc gọi đến một người khác trong mạng PSTN.

- Người gọi nhắc handset của điện thoại và quay số,
- Số điện thoại cần gọi được nạp vào điện thoại bằng quay hoặc nhấn phím,
- Tín hiệu gọi được gửi đến PSTN và thiết lập ngay một mạch cho cuộc gọi, dung lượng và bảng thông sẽ sẵn sàng cho cuộc gọi,
- Điện thoại nơi gọi đến sẽ đổ chuông, báo cho người nhận điện thoại rằng có cuộc gọi đến,
- Người nhận điện thoại sẽ nhắc handset và bắt đầu đàm thoại, tín hiệu giọng nói và âm thanh hội đàm sẽ chuyển sang dạng số tại trung tâm của mạng và rồi lại chuyển trở lại dạng tương tự ở đầu kia

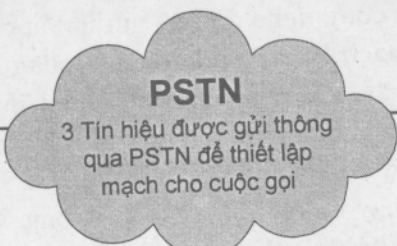
- Kết thúc đàm thoại, tính cước cuộc gọi xuất hiện, mạch sẽ được ngắt và tất cả sẽ dừng lại.

1 Người gọi điện thoại sẽ nhắc handset và tín hiệu thoại sẽ được nghe thấy



Điện thoại Tương tự

2 Số điện thoại cần gọi được nhập vào, chỉ số địa chỉ của người cần gọi



6 Cuộc gọi kết thúc, xuất hiện tín hiệu tính cước, mạch sẽ được ngắt và tất cả được dừng lại

4 Điện thoại đến đồ chuông và báo cho người nhận có cuộc gọi đến



Điện thoại Tương tự

5 Người nhận thoại sẽ nhắc handset và cuộc đàm thoại bắt đầu

Hình 4.17. Bước của cuộc gọi thông thường

Những bước này sẽ xảy ra rất chính xác và nhanh chóng tạo ra cuộc gọi thoại thành công với chất lượng cao.

4.3.1.4. Thành phần PSTN

Một hệ thống mạng PSTN cần có các thành phần sau:

Mã hoá giọng nói (Voice Encoding): Khi bạn nói vào trong handset của điện thoại, âm thanh đó ngay lập tức được truyền dưới dạng tương tự trên cáp điện thoại, khi truyền đến điểm vào của PSTN, nó sẽ được số hoá hoặc chuyển đổi dưới dạng số. Ngay sau khi số hoá, truyền âm thanh mã hoá sẽ được truyền qua mạng PSTN tới điểm ra bên kia và được chuyển đổi ngược lại dưới dạng tương tự.

Phương pháp chuyển đổi âm thanh sang dạng số đều được chuẩn hoá. Chuẩn đó chính là G.711, và nó sử dụng công nghệ mã hoá gọi là PCM (điều biến mã xung). Nhưng trong chuẩn G.711 có hai dạng, G.711u hiểu như mã hoá quy luật μ được sử dụng ở bắc Mỹ, và G.711a được hiểu như mã hoá quy luật a được sử dụng ngoài Bắc Mỹ.

G.711 chuẩn đổi âm thanh tương tự sang dạng số với tốc độ lối ra 64000 bps, một kênh đơn âm thanh G.711 được quy vào như là tín hiệu số mức 0 hay DS0. Trong thực tế DS0 với tốc độ truyền 64 Kbps được sử dụng trong kết nối PSTN. Theo cách đó để kết nối 24 kênh âm thanh thì dung lượng phải là $24 \times 64 \text{ kbps} = 1.544 \text{ Mbps}$. Đường kết nối như vậy được gọi là đường viễn thông mức 1 hoặc kết nối T1

Chuyển mạch: Chuyển mạch là thành phần cốt lõi của mạng PSTN. Nhiều dạng khác nhau của chuyển mạch chuyển các lưu lượng cuộc gọi từ

kết nối này sang kết nối khác, cung cấp mạch và kết nối riêng cần thiết cho cuộc gọi PSTN. Đường kết nối giữa các chuyển mạch thông thường được gọi là đường chính, dung lượng của chúng phụ thuộc vào số các kênh DS0. Đường chính sử dụng công nghệ dồn để gửi nhiều cuộc đàm thoại trên cùng đường dây. Chuyển mạch PSTN thường được phân loại dựa theo chức năng của chúng. Mặc dù vậy, các chuyển mạch hoạt động cùng một loại chức năng thường được hiểu bằng nhiều tên gọi. Điểm kết nối đầu tiên của đường thoại từ nhà bạn hoặc từ văn phòng vào mạng PSTN thường được gọi là chuyển mạch nội bộ hay chuyển mạch văn phòng. Dạng chuyển mạch này thường được hiểu là tổng đài nội bộ mạng (LEC). Chuyển mạch nội bộ đưa tín hiệu đầu vào tương tự từ kết nối điện thoại và số hoá chúng để truyền chúng qua trung tâm PSTN. Các cuộc hội đàm số hoá được truyền trên đường chính tới chuyển mạch tiếp theo trên mạng. Chuyển mạch dạng tiếp theo thường điều hành bởi các công ty điện thoại đường dài, hoặc truyền thông quốc tế (IXC). Kết nối từ những chuyển mạch nội bộ đến những chuyển mạch tandem cung cấp đường truyền logic qua mạng PSTN, Các chuyển mạch tandem thường là chuyển mạch lớp 1,2,3,4.

PBX: Tổng đài nhánh cá nhân, hay thường gọi tắt là PBX, thường là cơ sở cho các mạng điện thoại doanh nghiệp. Mạng điện thoại doanh nghiệp khác với mạng điện thoại dân cư. Trong môi trường tập thể, mạng điện thoại sẽ phải phục vụ nhiều người cần những tính năng tiên tiến như nhận dạng người gọi, chuyển cuộc gọi, chuyển tiếp cuộc gọi. PBX cho phép người dùng doanh nghiệp chia sẻ đường điện thoại ra ngoài giới hạn, tiết kiệm kinh phí cho doanh nghiệp

Tín hiệu: Thiết lập cuộc gọi điện thoại yêu cầu nhiều dạng khác nhau của tín hiệu, để thông báo cho các thiết bị rằng điện thoại đang không kết nối, cung cấp thông tin điểm đến, để giúp việc định hướng chuẩn xác hơn, và báo cho cả người gọi và người nhận rằng cuộc gọi đã thực hiện được. Công nghệ tín hiệu mới, hệ thống tín hiệu 7 (SS7), đây là chuẩn ITU dành cho tín hiệu, thiết lập cuộc gọi và quản lý cuộc gọi PSTN. Có hai thành phần chính tạo nên mạng SS7, STP (điểm truyền tín hiệu) cung cấp định hướng thông qua mạng SS7. SCP (điểm điều khiển phiên) cung cấp tra cứu số và các chức năng quản lý khác. Khi một cuộc gọi thoại được thiết lập, các chuẩn tín hiệu sẽ ngay lập tức xác định hướng của người được gọi, thực hiện việc kết nối giữa các chuyển mạch và ngắt toàn bộ kết nối khi kết thúc cuộc gọi.

Điện thoại: Điện thoại dùng để kết nối với mạng truyền thống PSTN có hai dạng tương tự và số.

Tương tự: Dạng điện thoại này hầu hết mọi người đang dùng hiện nay. Nó kết nối tới điểm vào mạng PSTN truyền thống bằng đường điện thoại và truyền tín hiệu tương tự.

Số: Dạng điện thoại này được nhiều doanh nghiệp sử dụng. Nó kết nối trực tiếp đến PBX và gửi dạng tín hiệu số.

Ngày nay, điện thoại IP có thể kết nối tốt vào mạng PSTN, nhưng chúng ta sẽ trình bày vấn đề này ở phần tiếp theo.

4.3.2. MẠNG VOIP

4.3.2.1. Giới thiệu về VoIP

Voice Over IP hay sự truyền giọng nói qua mạng chuyển mạch gói IP là một trong những xu hướng mới nổi quan trọng trong lĩnh vực truyền thông, mặc dù mạng VoIP đã được sử dụng nhiều năm rồi, nhưng vẫn chưa hoàn toàn thay thế được hệ thống mạng chuyển mạch điện thoại công cộng truyền thống PSTN. Các tổ chức có thể hài lòng và chấp nhận được hệ thống VoIP nhờ vào sự hấp dẫn về giá thành và chi phí của hệ thống. Nhưng chỉ giá thành thấp thôi là chưa đủ để thúc đẩy sự phát triển của mạng VoIP; chất lượng dịch vụ và những tính năng ngang bằng với hệ thống PSTN mới là các yêu cầu chính. Khách hàng chỉ có thể chấp nhận hệ thống nếu chất lượng hội thoại ngang bằng với chất lượng mạng PSTN, và cho đến nay mạng VoIP vẫn chưa thể thay thế mạng PSTN.

Các giao thức hội thoại đã mở ra nhiều đặc tính mới, tính ổn định, và chuẩn hoá hơn rất nhiều năm trước đây. Tốc độ hoà nhập dịch vụ với hệ thống mạng mới và có sẵn tiếp tục làm mạng VoIP phát triển mạnh cả về sản phẩm và dịch vụ. Quyết định của thành công chính là khả năng triển khai các giá trị gia tăng và các dịch vụ lợi nhuận cao. Cho ví dụ, nhà cung cấp dịch vụ có thể triển khai hệ thống thư tín thông nhất đồng bộ với hội thoại và email thông qua điện thoại đến người thuê bao.

Phần này của cuốn sách xin tập trung giới thiệu đến các bạn các cơ sở của mạng VoIP, tập trung vào các chức năng và thành phần tạo ra giải pháp VoIP. Giúp chúng ta có cái nhìn tốt nhất về hệ thống mạng VoIP. Việc truyền thông giọng nói và dữ liệu qua mạng IP đơn giúp dễ dàng thay đổi hoặc loại bỏ các nút trên mạng, kết quả là các doanh nghiệp dễ dàng triển khai và hoặc tiếp tục triển khai đến hết khả năng đầu tư của họ, không cần thực hiện ngay lập tức các đường truyền lớn và yêu cầu đòi hỏi trình độ cao.

Cuối cùng, VoIP hứa hẹn cung cấp cho chúng ta nhiều đặc tính nổi trội như định tuyến cuộc gọi cao cấp, tích hợp với máy tính, hợp nhất thư tín, tích hợp các dịch vụ thông tin, giảm phí đường truyền cách vùng và mã hoá. Bởi vì nó sử dụng cấu trúc mạng, cho nên nó có thể tích hợp với các dịch vụ truyền thông khác như video hoặc bảng điện tử trắng.

4.3.2.2. Các chức năng VoIP

Trước khi đi vào phân tích các thành phần của mạng VoIP, một điều khá quan trọng đó là phải tìm hiểu các chức năng cơ sở của mạng VoIP, và để có thể so sánh với mạng PSTN hiện hàng đã trình bày ở phần trên, chúng tôi xin trình bày các chức năng cơ sở như sau:

Tín hiệu: Tín hiệu là cách các thiết bị liên lạc với nhau trong mạng, kích hoạt và đồng bộ các thành phần khác nhau cần thiết để hoàn thành cuộc gọi. Trong mạng PSTN, các điện thoại liên lạc với nhau qua chuyển mạch lớp 5 (tương tự) hoặc qua PBX (số) cho kết nối và mục đích định tuyến. Trong mạng VoIP, tín hiệu được hình thành bởi việc trao đổi các thông báo gam dữ liệu giữa các thành phần VoIP.

Các dịch vụ về cơ sở dữ liệu: là cách để xác định vị trí điểm cuối và dịch địa chỉ. Cho ví dụ, mạng PSTN sử dụng số điện thoại để nhận biết điểm cuối, trong khi mạng VoIP có thể sử dụng địa chỉ IP (có thể là tên địa chỉ ánh xạ URL do hệ thống DNS thiết lập) và số cổng để xác định ra điểm cuối. Cơ sở dữ liệu điều khiển cuộc gọi chứa những ánh xạ và các bản dịch. Một đặc tính đặc biệt khác là việc sinh ra các báo cáo giao dịch cho việc tính cước. Bạn có thể triển khai khả năng bảo mật của mạng như phủ nhận một điểm cuối xác định tạo cuộc gọi đường dài trên mạng PSTN.

Kết nối và ngắt cuộc gọi: Việc kết nối cuộc gọi được thực hiện bởi hai điểm cuối mở phiên liên lạc giữa hai điểm. Trong mạng PSTN, chuyển mạch công cộng kết nối kênh logic DS0 thông qua mạng để thực hiện cuộc gọi. Trong mạng VoIP, kết nối này là chuỗi đa phương tiện (âm thanh, hình ảnh hoặc cả hai) được truyền trong thời gian thực. Kết nối này là kênh đưa tin (bearer channel) và trình bày nội dung âm thanh và ánh sáng được gửi đi. Khi kết nối kết thúc, phiên IP sẽ được thả ra và các tài nguyên mạng sẽ một lần nữa sẵn sàng để sử dụng.

Các hoạt động của bộ mã hoá và giải mã: Truyền thông giọng nói là tương tự, trong khi mạng dữ liệu lại là số. Quá trình chuyển đổi dạng sóng tương tự sang thông tin số được gọi là bộ mã hoá và giải mã (CODEC, cũng

được hiểu như bộ mã hoá và giải mã hoá âm thanh – VOCODER). Có nhiều cách để biến đổi tín hiệu giọng nói tương tự, và tất cả chúng đều bị chi phối với nhiều chuẩn. Quá trình chuyển đổi là khá phức tạp và chúng ta sẽ không đi sâu vào trong giáo trình này. Hầu hết các chuyển đổi đều dựa trên điều biến mã xung (PCM) hoặc các bộ biến đổi. Mỗi một lược đồ mã hoá sẽ có lịch sử và tính ưu việt của nó, cùng với yêu cầu băng thông riêng biệt.

Ngoài việc chuyển đổi từ tương tự sang số, CODEC còn nén dòng dữ liệu, và cung cấp tính tăng loại bỏ tiếng vang. Việc nén đặc trưng dạng sóng sẽ giúp bạn có thể tiết kiệm được băng thông. Việc tiết kiệm băng thông cho các dịch vụ giọng nói có thể ở nhiều dạng và ở các mức độ khác nhau. Ví dụ như, nén tương tự có thể là một phần của lược đồ mã hoá (thuật toán). Một cách khác để tiết kiệm băng thông đó là giữ cho im lặng khi không có quá trình truyền gói tin giọng nói trên mạng giữa cuộc hội đàm.

Sử dụng nén và giữ im lặng tiết kiệm rất nhiều băng thông. Mặc dù vậy, có một vài ứng dụng có thể bị tác động xấu bởi việc nén dữ liệu. Một trong các ví dụ điển hình là ảnh hưởng đối với người dùng modem, lược đồ nén có thể cản trở chức năng của modem bằng việc làm xáo trộn sử dụng mã hoá *constellatio*. Kết quả có thể modem không thể đồng bộ hoặc modem hoạt động với thông lượng cực kỳ kém. Một vài cổng vào (gateway) thực hiện tính năng thông minh, tự cảm nhận cách sử dụng modem và ngắt chế độ nén. Chúng ta bàn về lợi điểm khác của lược đồ nén lõi nói tốc độ bit chậm (low-bit-rate), như G.729 và G.723.1. Những lược đồ mã hoá này cố gắng làm giàu âm thanh hơn là sắc nét của dạng sóng. Khối lượng lớn các gói tin bị mất dễ nhận thấy hơn là dạng sóng không bị nén. Mặc dù vậy, một vài chuẩn có thể thực hiện chèn vào và công nghệ khác để làm giảm tối thiểu ảnh hưởng mất gói tin. Lõi ra của bộ CODEC là dòng dữ liệu đẩy vào trong gói tin IP và được truyền qua mạng đến điểm cuối. Những điểm cuối này chắc chắn phải sử dụng chung chuẩn. Kết quả việc sử dụng khác chuẩn là cả hai sẽ có cuộc kết nối chẳng thể hiểu được nhau. Dưới đây là bảng danh sách một vài chuẩn mã hoá quan trọng được quản lý bởi ITU.

| Chuẩn ITU | Miêu tả | Băng thông (Kbps) | Trễ biến đổi (ms) |
|-----------|----------------|-------------------|-------------------|
| G.711 | PCM | 64 | <1.00 |
| G.721 | ADPCM | 32,16,24,40 | <1.00 |
| G.728 | LD-CELP | 16 | ~2.50 |
| G.729 | CS-ACELP | 8 | ~15.00 |
| G.723.1 | Multirate CELP | 6.3, 5.3 | ~30.00 |

4.3.2.3. Các thành phần VoIP

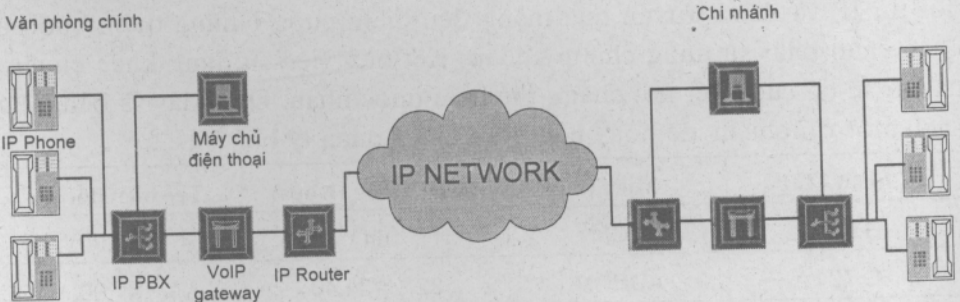
Các thành phần của mạng VoIP có thể khác nhau về tên gọi và công nghệ, nhưng cùng chức năng với các thành phần mạng PSTN và cho phép mạng VoIP hoạt động giống các công việc mà mạng PSTN làm. Thành phần cổng vào được yêu cầu để giúp cuộc gọi VoIP có thể được gửi đến PSTN, có 4 thành phần chính của mạng VoIP

Máy chủ xử lý cuộc gọi/ IP PBX

Rất nhiều giao dịch dữ liệu mạng đều dựa trên khái niệm mạng máy tính client/server. Máy tính trạm tạo yêu cầu dịch vụ tới những máy tính chủ, thực hiện các dịch vụ này và trả lại kết quả. Bạn có thể là thành viên của các máy chủ WEB, email và cơ sở dữ liệu.

Giao dịch dữ liệu giọng nói qua mạng IP cho chúng ta một dạng máy chủ khác, máy chủ này cung cấp dịch vụ giọng nói theo cách mới và phương thức mới. IP PBX là máy chủ nhân tố chính của mạng VoIP. Đối với PSTN, PBX thường là hệ thống hộp đóng (closed-box), cung cấp tất cả các đặc trưng và tính năng thoại mà bạn cần, nhưng thường là theo cách sở hữu riêng, việc quản lý nền tảng hệ thống do nhà cung cấp PBX thực hiện. Với VoIP, IP PBX có thể tạo trên nền tảng các hệ điều hành như Microsoft Windows, Linux, hoặc SUN Solaris. Các thành phần của IP PBX có thể được quản lý thông qua giao diện chương trình ứng dụng của nhà cung cấp (API) và thông qua chuẩn API điều hành toàn bộ hoạt động của hệ thống.

IP PBX cung cấp những chức năng giống như các chức năng của PBX. Trong khi chuẩn PBX của mạng PSTN đưa ra nhiều tính năng đã được phát triển trong vài thập kỷ như chuyển cuộc gọi và chuyển tiếp cuộc gọi, IP PBX nhanh chóng cung cấp những đặc tính tương tự và còn nhiều hơn nữa.



Hình 4.18. Mạng VoIP và các thành phần cơ bản.

Các dạng khác của máy chủ điện thoại IP cung cấp các dịch vụ thú vị khác. Triển vọng của thư tín hợp nhất, tập trung vào email và thư thoại, có

thể là sự bổ sung có lợi của hệ thống mạng VoIP. Máy chủ thư tín hợp nhất hoạt động trên nền máy PC và liên lạc với các máy chủ email và IP PBX để cung cấp truy cập thư tín theo nhiều cách khác nhau. Một khái niệm mới cũng xuất hiện với các máy chủ điện thoại IP đó là liên cụm (clustering). Nhóm các máy chủ này vào cùng một nhóm trong một liên cụm nhằm mục đích đảm bảo tính ổn định, an toàn, cơ động của hệ thống. Chức năng của những máy chủ liên cụm được quản lý như một khối, kết hợp quá trình xử lý thành một máy chủ đơn cực mạnh. Liên cụm không tồn tại đối với các hệ thống PBX truyền thống và mạng PSTN.

Gatekeeper là một dạng khác của máy chủ. Gatekeeper sử dụng giao thức H.323 cung cấp đặc tính điều khiển quản trị và các chức năng quản lý khác cho các dịch vụ đa phương tiện. Dòng video và máy chủ hội đàm video cũng rất đáng để được đề cập đến. Mặc dù không liên quan trực tiếp đến VoIP, máy chủ video tạo thêm vào cấu trúc mạng một tính năng tuyệt vời khác.

Các thiết bị người dùng cuối cùng:

Các thiết bị người dùng cuối cùng bao gồm điện thoại VoIP, các thiết bị nền cơ sở. Điện thoại VoIP có thể là dựa trên phần mềm (điện thoại mềm) hoặc phần cứng (điện thoại cứng hoặc handset). Điện thoại IP sử dụng TCP/IP stack để liên lạc với nhau trên mạng IP (Những chương trình máy tính nhận và gửi dữ liệu qua mạng IP bằng cách tạo ra chương trình gọi là phần mềm TCP/IP, được hiểu như là nhóm giao thức. TCP/IP stack tại máy tính cục bộ trao đổi thông tin với TCP/IP stack tại máy tính đến để thực hiện việc truyền dữ liệu từ máy nọ đến máy kia), điện thoại IP thường được thiết lập địa chỉ IP và Subnet ngay từ khi chúng ta cài đặt. Điện thoại VoIP có thể sử dụng thêm các giao thức hỗ trợ các đặc trưng của mạng VoIP, như là các ứng dụng IM hoặc chức năng tìm kiếm danh sách thuê bao. Đặc biệt, điện thoại IP sử dụng DHCP để tự động cấu hình chúng, máy chủ DHCP cho điện thoại biết về vị trí của máy chủ cấu hình và dành hầu hết thời gian để đồng nhất quá trình gọi. Điện thoại mềm là phần mềm ứng dụng hoạt động trên các máy tính. Chúng có cùng các tính năng cơ sở như VoIP phone. Để thực hiện cuộc gọi, điện thoại mềm sẽ có bảng điều khiển thường có giao diện giống như handset.

Đường truyền / VoIP gateway/ Gatekeeper:

Khái niệm gateway và gatekeeper (xem chi tiết trong chuẩn H.323) thỉnh thoảng có thể sử dụng hoán đổi cho nhau. Gatekeeper truyền thống được sử dụng với mục đích chính để nhận vào cuộc gọi, điều khiển và quản lý băng thông. Nhưng điều này đã thay đổi trong thời gian gần đây, với

công nghệ mới cho phép các chức năng này đồng tồn tại trong gateway truyền thống (trình bày trong phần dưới). Chức năng chủ đạo của bộ cổng vào đường truyền là việc chuyển đổi tương tự – số tạo ra các gói tin IP chứa giọng nói (chức năng CODEC). Hơn thế, cổng vào đường truyền có thêm nhiều tính năng tùy chọn, như nén giọng nói (số và tương tự), loại bỏ tiếng vang, giữ im lặng, tập hợp thống kê báo cáo.

Cổng vào đường truyền (media gateway) tạo dạng giao diện nội dung giọng nói sử dụng để truyền qua mạng IP. Thông thường, mỗi một cuộc gọi là một phiên truyền IP đơn bởi giao thức truyền thời gian thực (RTP) qua UDP hoặc TCP.

Cổng vào đường truyền có sẵn trong nhiều dạng, cho ví dụ, cổng vào đường truyền có thể dành riêng cho chuỗi các thiết bị truyền thông, hoặc mỗi khi PC chạy phần mềm VoIP. Các dịch vụ và đặc trưng này có thể bao gồm một vài hoặc tất cả các thành phần dưới đây:

Cổng vào luôn tồn tại trong rất nhiều dạng, ví dụ có thể là chuỗi các thiết bị viễn thông, hoặc có thể là một máy PC hoạt động phần mềm VoIP. Các dịch vụ và đặc tính của chúng có thể bao gồm những điểm sau:

Trunking Gateway là giao diện giữa mạng điện thoại và mạng VoIP. Giống như các loại Gateway thông thường, Trunking Gateway quản lý số lớn các mạch số.

Residential Gateway cung cấp giao diện tương tự truyền thống cho mạng VoIP, bao gồm hộp đấu cáp và modem, thiết bị xDSL và các thiết bị mạng không dây băng tần giọng

Access media gateway cung cấp giao diện tương tự truyền thống và PBX số cho mạng VoIP, có thể là các thiết bị cổng vào VoIP loại vừa.

Business media Gateway cung cấp giao diện PBX số truyền thống hoặc PBX phần mềm cho mạng VoIP

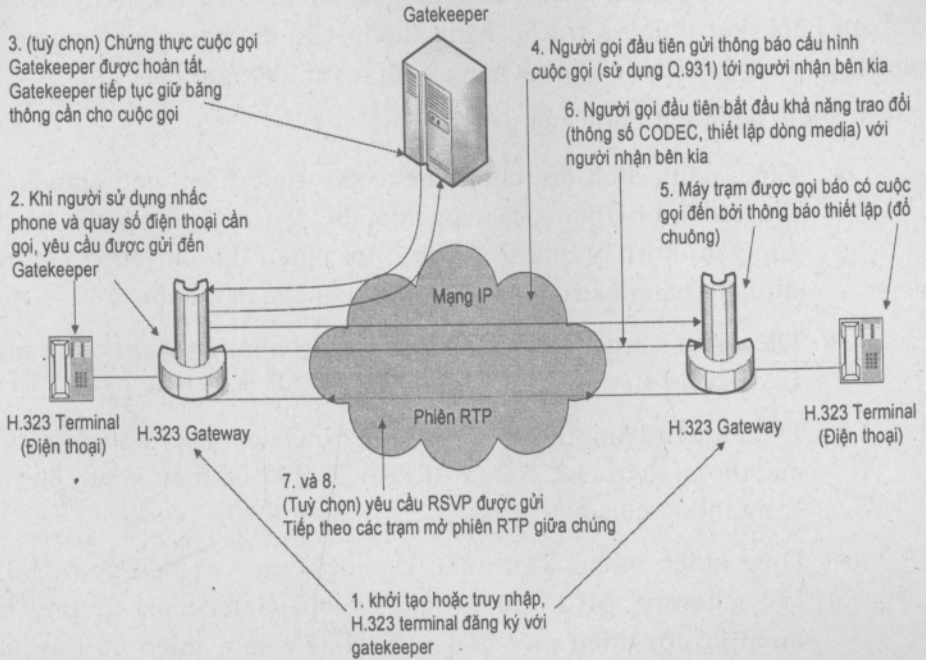
Network access Server có thể nhúng thêm modem cho mạch điện thoại và cung cấp truy nhập dữ liệu trên Internet

4.3.2.4. *Giao thức VoIP*

Sản phẩm VoIP có các đặc tính rất đa dạng, do nhiều nhà cung cấp sản xuất, trên thế giới có hai nhóm chuẩn chủ yếu để chi phối sự truyền các gói tin dạng đa phương tiện qua mạng IP đó là: ITU và IETF (Lực lượng đặc biệt kỹ thuật Internet). Trong quyển sách này chúng ta tập trung vào các đặc trưng của chuẩn ITU hơn chuẩn IETF, mặc dù một số chuẩn của cả hai tổ chức đều cùng giải quyết các vấn đề giống nhau.

H.323

Tổ chức ITU giới thiệu H.323. H.323 xác định các thành phần, giao thức, các thủ tục cho phép cung cấp dịch vụ truyền dữ liệu đa phương tiện thời gian thực dựa trên chuyển mạch gói mà không quan tâm đến chất lượng dịch vụ. Các đặc tính kỹ thuật này định rõ các chức năng tín hiệu như định dạng đường truyền liên quan đến gói tin hoá dữ liệu và các dịch vụ âm thanh, hình ảnh. Một trong các ứng dụng chính của H.323 chính là mạng điện thoại IP.



Hình 4.19. Ví dụ về thực hiện cuộc gọi H.323

Chuẩn H.323 thông thường là phân loại và giải quyết việc phân phát đa phương tiện qua công nghệ mạng LAN. Mặc dù vậy, rất nhiều các giao thức chuẩn RFC Internet và công nghệ đã được phát triển dựa vào giao thức H.323 trước khi Internet và mạng IP trở nên phổ biến. Ngày nay có mối liên hệ giữa ITU và IETF giải quyết các vấn đề đang tồn tại, nhưng khách quan mà nói, chuẩn RFC tốt hơn nhiều so với H.323.

Mạng H.323 bao gồm các máy chủ xử lý cuộc gọi, gateway (media) và gatekeeper. Các máy chủ xử lý cuộc gọi cung cấp, định tuyến cuộc gọi và tạo liên kết giữa cổng vào VoIP với các thiết bị điểm cuối. Gateway đáp ứng cả những điểm cuối theo chuẩn H.323 và không theo chuẩn H.323, như mạng PSTN.

Gatekeeper là thành phần quan trọng trong mạng H.323 nhưng lại có thể không cần dùng đến trong mạng Voice Over IP H.323, nó được xem là thiết bị trung tâm điều phối toàn mạng. Gatekeeper có chức năng hoạt động như đánh địa chỉ; cho phép, xác nhận các đầu cuối H.323, các gateway; quản lý băng thông, tính cước cuộc gọi (hầu hết các chức năng mở rộng quan trọng trong mạng thoại IP). Gatekeeper quản lý băng thông nhờ khả năng cho phép hoặc không cho phép thực hiện cuộc gọi. Khi số cuộc gọi tạo ra băng thông cần cho các cuộc gọi đó lớn tới băng thông giới hạn, thì gatekeeper sẽ không chấp nhận các cuộc gọi tiếp theo cho đến khi các cuộc gọi hiện hành kết thúc và trả lại băng thông cho đường truyền, ngoài các tính năng trên gatekeeper có tính năng định tuyến thông điệp.

Các chức năng bắt buộc của gatekeeper:

- Chức năng dịch địa chỉ: Gatekeeper thực hiện việc chuyển đổi địa chỉ hình thức của các thiết bị đầu cuối sang địa chỉ IP. Chuyển đổi này dựa trên bảng đối chiếu địa chỉ được cập nhật định kỳ bằng bản tin đăng ký dịch vụ của đầu cuối.
- Điều khiển truy cập: Gatekeeper chấp nhận một truy cập mạng LAN bằng sử dụng thông điệp H.225.0 là ARQ/ACF/ARJ.
- Điều khiển băng thông cho cuộc gọi: Gatekeeper hỗ trợ trao đổi các thông điệp H.225.0 là BRQ/BCF/BRJ để điều khiển độ rộng băng thông của cuộc gọi.
- Điều khiển miền: Một miền là một nhóm các đầu cuối H.323, các gateway, MCU được quản lý bởi Gatekeeper. Trong một miền có tối thiểu một đầu cuối H.323, mỗi miền có duy nhất một gatekeeper. Một miền có thể hoàn toàn độc lập với cấu trúc mạng, bao gồm nhiều mạng đầu vào với nhau.

Các chức năng không bắt buộc của gatekeeper:

- Điều khiển báo hiệu cuộc gọi: Gatekeeper có thể lựa chọn giữa hai phương thức điều khiển báo hiệu cuộc gọi, một là kết hợp kênh báo hiệu trực tiếp giữa các đầu cuối để hoàn thành báo hiệu cuộc gọi, hai là chỉ sử dụng các kênh báo hiệu của nó để xử lý báo hiệu cuộc gọi.
- Hạn chế truy nhập: Gatekeeper có thể sử dụng báo hiệu trên kênh H.225.0 để từ chối cuộc gọi của thiết bị đầu cuối H.323 khi nhận thấy các lỗi như băng thông đạt tới hạn, lỗi đăng ký.

- Giám sát độ rộng băng thông: Gatekeeper có thể hạn chế một lượng nhất định các đầu cuối H.323 cùng một lúc hoạt động trên mạng. Như đã nói ở phần hạn chế truy cập, gatekeeper có thể thông qua H.225.0 để từ chối cuộc gọi nào đó do băng thông không còn đủ.

Thiết bị đầu cuối H.323 (H.323 Terminal) là một thiết bị đầu cuối trong mạng LAN có khả năng truyền thông hai chiều. Nó có thể là một máy PC hoặc một thiết bị độc lập (ví dụ như thiết bị Internet Telephony). Tất cả đầu cuối H.323 đều phải hỗ trợ khả năng truyền dữ liệu audio, hình ảnh hai chiều và phải hỗ trợ chuẩn H245 được dùng để điều tiết các kênh truyền dữ liệu. Ngoài ra nó phải được hỗ trợ bởi các thành phần sau:

- Giao thức báo hiệu H225 phục vụ trong quá trình thiết lập và huỷ cuộc gọi thoại.
- Giao thức H.225 RAS thực hiện các chức năng đăng ký, thu nhận... với Gatekeeper
- Giao thức RTP, RCTP để truyền và kết hợp các gói tin audio, video (xem ở phần RTP, RCTP)

Thiết bị đầu cuối có thể được trang bị thêm các tính năng như:

- Mã hoá và giải mã (CODEC) các tín hiệu đa phương tiện
- Hỗ trợ giao thức T120 phục vụ cho việc trao đổi thông tin số liệu
- Tương thích với MCU hỗ trợ liên kết đa điểm

Dưới đây chúng ta tìm hiểu quá trình hoạt động chính của H.323:

Khi cuộc gọi bắt đầu, phiên TCP (giao thức H.225.0) được tạo ra, được sử dụng để đóng gói các thông báo Q.931 thành các gói con. Kết nối TCP này duy trì trong suốt cuộc gọi. Toàn bộ quá trình thiết lập cuộc gọi được thể hiện tại hình 4.19

Phiên thứ hai được thiết lập bằng việc sử dụng giao thức H.245. Quá trình TCP cơ sở này cho khả năng trao đổi, xác định chính – phụ, và thiết lập hoặc huỷ thiết lập dòng media. Nhóm thủ tục này là sự thêm vào các quá trình H.225.0.

Sự lựa chọn cơ cấu phân phối dịch vụ chất lượng H.323 (QoS) là giao thức giành riêng tài nguyên (RSVP).

Thông qua H.323 các nhà cung cấp dịch vụ sẽ có rất nhiều khoảng trống để phát triển ứng dụng VoIP cho hệ thống mạng công cộng.

Giao thức H.225 RAS

Các thông điệp H.225 RAS được dùng để trao đổi giữa các điểm cuối (endpoint) và gatekeeper cho các chức năng như: tìm gatekeeper để đăng ký, đăng ký để tham gia vào một miền do gatekeeper quản lý. Các điểm cuối trong mạng muốn hoạt động bắt buộc phải đăng ký với gatekeeper và thông báo địa chỉ giao vận và địa chỉ hình thức của nó; quản lý băng thông, định vị các điểm cuối là tiến trình tìm địa chỉ giao vận cho điểm cuối khi biết địa chỉ hình thức, thu nhận hạn chế các điểm cuối tham gia vào mạng.

Giao thức báo hiệu cuộc gọi H.225

Giao thức H.225 dùng để liên kết giữa các điểm cuối H.323, qua các liên kết đó các dữ liệu thời gian thực sẽ được truyền đi. Báo hiệu cuộc gọi ở mạng H.323 là trao đổi các thông điệp của giao thức H.225 qua một kênh báo hiệu đáng tin cậy, vì vậy các thông điệp của H.225 phải nằm trong gói tin truyền đi TCP.

Quá trình báo hiệu cuộc gọi bắt đầu bởi thông điệp SETUP được gửi đi trên kênh báo tin cậy H.225.0. Theo sau bản tin này là chuỗi các thông điệp phục vụ quá trình thiết lập cuộc gọi với trình tự dựa trên H225 đầu tiên là thông điệp yêu cầu giám sát bắt buộc. Yêu cầu này cùng với những thông điệp sau đó liên quan đến quá trình khai báo và tìm kiếm giữa đầu cuối H.323 và gatekeeper được truyền đi trên kênh không tin cậy RAS. Quá trình này kết thúc khi thiết bị đầu cuối H.323 nhận được thông báo CONNECT địa chỉ chuyển tải an toàn mà trên đó các thông điệp điều khiển H.245 sẽ được truyền đi.

Khi không sử dụng gatekeeper trên mạng VoIP, các thông điệp H.225 sẽ trao đổi trực tiếp giữa các điểm cuối H.323.

Giao thức điều khiển cuộc gọi H.245

Giao thức H.245 dùng để thực hiện việc giám sát các hoạt động của các chức năng thành phần của H.323 bao gồm: trao đổi khả năng các điểm cuối, đóng mở kênh logic, điều khiển luồng, quyết định client/server, và các lệnh và chỉ thị khác.

Kênh H.245 được thiết lập giữa hai điểm cuối, một điểm cuối với MC, còn điểm kia với gatekeeper. Các điểm cuối chỉ thiết lập một kênh H.245 duy nhất cho mỗi cuộc gọi mà nó tham gia

Trao đổi khả năng: Trước khi tiến hành cuộc gọi đa phương tiện, mỗi đầu cuối H.323 phải biết trước khả năng nhận và giải mã tín hiệu của nhau,

để đầu cuối giới hạn nội dung thông tin mà nó truyền đi đảm bảo các đầu có thể hiểu được mã hoá của nhau.

Báo hiệu kênh logic: Một kênh logic là một kênh mạng thông tin từ điểm cuối này đến điểm cuối kia trong cuộc gọi hoặc đến nhiều điểm cuối khác. H.245 cung cấp các thông điệp để đóng mở các kênh logic. Sau khi các kênh logic được mở, thông tin media mới được truyền trên kênh này.

Xác định client/server: Thủ tục này nhằm giải quyết vấn đề xung đột giữa hai điểm cuối H.323 đều có khả năng MC (điều khiển đa điểm) khi cùng tham gia vào một cuộc thoại hoặc giữa hai điểm khi muốn mở một kênh thông tin một chiều

Giao thức truyền thời gian thực RTP

Các chuẩn RFC 1889 và RFC 1890 bao trùm giao thức truyền tải thời gian thực (RTP), cung cấp những dịch vụ phân phát dữ liệu từ điểm cuối đến điểm cuối với thời gian thực. Những dịch vụ bao gồm dạng payload, đánh số tuần tự, đánh dấu mốc thời gian và quản lý sự phân phát. Media gateway sẽ số hoá giọng nói sử dụng giao thức RTP để phân phát lưu lượng giọng nói. RFCs là những công bố chính thức của mạng Internet, được sử dụng từ năm 1969 để mô tả và tiếp thu những nhận xét về các giao thức, thủ tục, chương trình và các khái niệm. Chúng thường được liệt kê dưới dạng số, chẳng hạn RFC 1771 hoặc tên, chẳng hạn Border Gateway Protocol 4 (BGP4).

Giao thức RTP cung cấp những tính năng cho các ứng dụng thời gian thực như khả năng tái thiết việc tính toán thời gian, tự nhận biết việc mất gói dữ liệu, bảo mật phân phát nội dung và nhận dạng kiểu mã hoá. Đối với mỗi người tham gia, mỗi một cặp địa chỉ IP đích riêng biệt được xác định bởi phiên làm việc giữa hai điểm cuối, chuyển vào trong phiên RTP đơn cho mỗi tiến trình của cuộc gọi. RTP là dịch vụ ứng dụng dựa trên UDP, nó có một hệ thống tự sắp xếp cho phép tự xác định được các gói tin bị mất.

Đặc tính dạng payload của RTP bao gồm cả lược đồ mã hoá mà media gateway sử dụng để số hoá nội dung giọng nói. Trường này nhận dạng định dạng RTP payload và xác định các thể hiện chúng bằng bộ mã hoá và giải mã trong media gateway.

Với nhiều lược đồ mã hoá và tốc độ tạo gói tin đa dạng, gói tin RTP có thể thay đổi kích cỡ và khoảng thời gian. Người quản trị mạng có thể tạo các thông số RTP trong trương mục khi lập kế hoạch dịch vụ VoIP. Tất cả các thông số liên kết của phiên RTP sẽ ra lệnh cần bao nhiêu băng thông cho lưu lượng giọng nói.

Giao thức điều khiển truyền thời gian thực (RTCP)

Giao thức RTCP cùng với RTP tạo thành đôi, nhưng lại không cần cho hoạt động của RTP. Chức năng chính của giao thức RTCP cung cấp phản hồi chất lượng phân phát dữ liệu được thực hiện xong bởi RTP. Chức năng này là phần bổ sung hoàn hảo cho RTP. Mặc dù những báo cáo phản hồi từ RTCP không cho bạn biết nơi lỗi xuất hiện (chỉ biết chúng là lỗi gì), nhưng chúng có thể được sử dụng như công cụ để xác định vị trí các lỗi. Với các thông tin phát ra từ các media gateway từ mạng, các báo cáo phản hồi RTCP cho phép bạn đánh giá nơi nào có hiệu năng mạng kém. RTCP cho phép bạn theo dõi chất lượng của các phiên gọi bằng cách theo dõi các gói tin bị mất, góc trễ (trễ), jitter.

Một vài thiết bị gateway không triển khai RTCP bởi những thông tin báo cáo tiện ích đó không thích hợp với người dùng cuối cùng. Ví dụ, một người dùng cá nhân (với điện thoại analog) không cần phải truy cập vào gateway để cấp dịch vụ. Nếu sử dụng RTCP trong mạng, hãy tính toán băng thông cho giao thức. Bạn cần giới hạn lưu lượng điều khiển của RTCP cho nhỏ đi, để không làm ảnh hưởng đến khả năng mang dữ liệu của giao thức truyền. Nghiên cứu băng thông là cần thiết để bạn có thể tính đến cả lưu lượng điều khiển trong đặc tính kỹ thuật của băng thông.

SIP

SIP là giao thức điều khiển tầng ứng dụng do IETF phát triển, có thể thiết lập, thay đổi, kết thúc các phiên đa phương tiện (hội thảo) hoặc các cuộc gọi Internet. SIP có thể cho những người tham gia các phiên đa luồng và đơn luồng; Người bắt đầu không cần thiết phải là thành viên của phiên. Mọi trường truyền và người tham gia có thể được thêm vào các phiên có sẵn. SIP hỗ trợ dịch vụ ánh xạ tên và gửi lại yêu cầu, cho phép triển khai trên ISDN và các dịch vụ thuê bao mạng điện thoại thông minh. Những điều kiện thuận tiện này cho phép người dùng cơ động hơn. SIP rất giống với các giao thức Internet nền tảng văn bản truyền thống như HTTP, SMTP, SIP là giao thức dựa trên kiểu mẫu client - server, với các yêu cầu phát sinh từ một thực thể (client), và gửi tới thực thể nhận (server), nơi trả lời các yêu cầu đó. Yêu cầu đưa ra cách thức giải quyết trên máy chủ và được gửi qua TCP hoặc UDP. Hiện có 6 cách thức SIP quan trọng như ACK, OPTIONS, BYE, CANCEL, REGISTER và INFO, cách thức mới INFO là một phần của SIP mở rộng. SIP sử dụng "invitations" để tạo ra các thông báo giao thức miêu tả phiên (SDP) để thực hiện khả năng trao đổi và thiết lập các kênh điều khiển cuộc gọi.

Có 3 thành phần trong cấu trúc SIP là user agent, máy chủ mạng và các thông báo SIP.

Tác nhân người dùng (User agent) là ứng dụng hoạt động vì lợi ích người dùng. Nó có thể hoạt động trên cả hai User Agent Client (UAC) và User Agent Server (UAS). UAC được sử dụng để khởi xướng yêu cầu SIP. UAS nhận yêu cầu và trả lời vì lợi ích người dùng. Sự trả lời sẽ chấp nhận, loại bỏ hoặc gửi lại lần nữa yêu cầu.

Máy chủ mạng: ở đây có ba loại máy chủ mạng với các tên gọi proxy server, redirect server và registrar server.

Proxy server chuyển các yêu cầu đến server kế tiếp sau khi quyết định được nó là server nào. Proxy server dịch và nếu cần thiết nó sẽ viết lại thông báo yêu cầu trước khi chuyển chúng đi. Server kế tiếp này có thể là bất cứ loại server SIP nào mà server uỷ quyền không biết mà cũng không cần biết. Trước khi yêu cầu tới được UAS nó có thể đi qua nhiều server. Proxy server có thể được công nhận hoặc không công nhận. Khi được công nhận, proxy server sẽ ghi nhận yêu cầu đến, nó sinh ra các yêu cầu gửi đi và gửi các yêu cầu này đi. Khi không được công nhận, nó sẽ quên tất cả thông tin mà yêu cầu gửi đi đã tạo ra. Proxy server chia nhánh những yêu cầu đến tới nhiều địa điểm nếu đối tượng được gọi có đăng ký nhiều địa điểm trên máy chủ. Máy chủ proxy chia nhánh bao giờ cũng được công nhận bởi vì nó cần phải nhớ các trạng thái của các nhánh.

Redirect server: Không chuyển các yêu cầu tới máy chủ kế tiếp. Nó chấp nhận yêu cầu SIP và vạch địa chỉ là 0 hoặc các địa chỉ mới và trả những địa chỉ này lại clients và rồi client có thể liên lạc trực tiếp với máy chủ. Không như proxy server, nó không bắt đầu tạo ra yêu cầu SIP, cũng không giống như máy chủ user agent, nó không chấp nhận cuộc gọi.

Registrar Server: Máy chủ registrar chấp nhận các yêu cầu đăng ký và duy trì các chi tiết sẵn sàng của các loại máy chủ và trạm. Máy chủ registrar thường được đặt cùng với proxy hoặc redirect server.

Các thông báo SIP: Các thông báo SIP là các dạng yêu cầu và trả lời yêu cầu điển hình. Yêu cầu sẽ chuyển từ máy trạm đến máy chủ và trả lời sẽ ngược lại từ máy chủ đến máy trạm. Các yêu cầu và trả lời bao gồm nhiều phần đầu khác nhau (header) miêu tả chi tiết sự liên lạc. SIP là giao thức dựa trên dạng văn bản, duy trì cấu trúc chung của tất cả các thông báo và trường header của chúng. Yêu cầu và trả lời yêu cầu sử dụng chung một định dạng thông báo, bao gồm dòng bắt đầu (start-line), 1 hoặc nhiều trường header (đầu gói tin), dòng trống chỉ ra đây là cuối của

trường header và phần thân thông báo. Bất cứ trường nào cũng có thể chứa các ký tự ISO 10646. Với cả hai khả năng cho biết các ngôn ngữ trong nội dung kèm theo và ngôn ngữ theo yêu cầu, SIP rất phù hợp cho việc quốc tế hoá. Mã hoá và cấp phép được sử dụng để tín hiệu SIP thêm bảo mật. Mã hoá có thể để ngăn cản packet sniffers và những người nghe trộm cuộc gọi. Cấp phép cho phép ngăn chặn việc người tấn công có thể thay đổi và xem lại các yêu cầu và trả lời yêu cầu SIP.

Những trường SIP header

Những trường SIP header thường giống như trường HTTP header ở cú pháp và nghĩa ngữ học. Thông báo sử dụng trường Header để định rõ người gọi, người nghe, dạng và chiều dài nội dung thông báo và đường dẫn của thông báo. Ứng dụng SIP không cần hiểu tất cả các header này dù nó rất cần. SIP header có 44 loại trong chuẩn RFC 2543, đưa ra tháng 11 năm 2000 và 37 header được trình bày ở dưới đây. Các header này được chia thành 4 nhóm khác nhau, trường header chung có hiệu lực với thông báo yêu cầu và trả lời yêu cầu, Trường header entity định nghĩa thông tin về thân thông báo, trường header yêu cầu thực hiện như bổ sung yêu cầu và cho phép máy trạm gửi thông tin thêm về yêu cầu và về bản thân máy trạm đến máy chủ, cuối cùng là trường header trả lời yêu cầu cho phép máy chủ trả lời máy trạm các thông tin yêu cầu.

| General -header | Request-header | Response-Header | Entity-header |
|-----------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Call-ID | Accept | Allow | Content-encoding |
| Contact | Accept-Encoding | Proxy-Authenticate | Content-Length |
| CSeq | Accept-language | Retry-after | Content-type |
| Date | Authorization | Server | |
| Encryption | Contact | Unsuported | |
| Expires | Hide | Warning | |
| From | Max-Forwards | www-authenticate | |
| Record-route | Oganization | | |
| Timestamp | Priority | | |
| To | Proxy-Authorization | | |
| Via | Proxy-Require | | |
| | Route | | |
| | Require | | |

| | | | |
|--|--------------|--|--|
| | Response-key | | |
| | Subject | | |
| | User-Agent | | |

Và dưới đây là ý nghĩa của một vài header.

| Header | Giải thích |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Allow | Trường header Allow ghi vào danh sách các phương pháp hỗ trợ bởi nhận dạng tài nguyên bởi yêu cầu URI |
| Call-ID | Tất cả các đăng ký của các client riêng biệt |
| Call-Info | Trường Call-info cung cấp thông tin thêm về người gọi hoặc người cần gọi, phụ thuộc vào là người yêu cầu hay trả lời yêu cầu |
| Contact | Cung cấp địa chỉ URLs, nơi mà người dùng có thể liên lạc truyền thông với bên kia. Nó được sử dụng trong các yêu cầu INVITE, OPTIONS, ACK và REGISTER |
| Content-Length | Cho biết kích thước của phần thân thông điệp gửi tới người nhận |
| Content-Type | Cho biết dạng media của phần thân thông báo gửi tới người nhận |
| CSeq (Command Sequence) | (chuỗi lệnh) Nhận diện duy nhất yêu cầu trong Call-ID |
| Encryption | Chỉ rõ rằng phần nội dung đã được mã hoá |
| From | Cho biết người khởi đầu yêu cầu |
| Route | Trường định tuyến xác định sự định tuyến cần bởi yêu cầu |
| Subject | Cho biết bản chất của cuộc gọi |
| To | Chỉ rõ người nhận yêu cầu |
| www-Authenticate | Trường đầu trả lời cuộc gọi chắc chắn bao gồm thông báo trả lời yêu cầu 401 (Không cho phép); chỉ rõ client gửi thông tin cấp phép |

Những yêu cầu SIP

Yêu cầu SIP có 6 loại khác nhau trong phiên bản 2.0. Các chức năng của chúng như sau:

Register: Chuyển thông tin về vị trí người sử dụng đến SIP Server

Invite: Cách thức Invite cho biết người sử dụng hoặc dịch vụ đang được mời tham gia trong phiên cuộc gọi thoại. Phần thân thông điệp có thể bao gồm phần miêu tả phiên đang được người bị gọi sử dụng. Đối với cuộc gọi 2 bên, người gọi cho biết dạng đường truyền mà nó có thể nhận tốt các thông số của chúng như điểm đến của mạng. Trả lời thành công cho biết trong phần thân của thông điệp loại đường truyền mà người được gọi muốn nhận.

ACK: yêu cầu ACK xác nhận máy trạm đã nhận trả lời yêu cầu cuối cùng tới INVITE. ACK được sử dụng chỉ với yêu cầu INVITE. Nó có thể bao gồm phần thân thông điệp với miêu tả của phiên cuối cùng được sử

dụng bởi người bị gọi. Nếu phần thân thông điệp là trống, người bị gọi sẽ sử dụng miêu tả phiên trong yêu cầu INVITE.

OPTIONS: OPTIONS yêu cầu các khả năng của hệ thống server/end, nhưng không thiết lập cuộc gọi.

BYE: Người sử dụng dùng BYE để cho server biết đang muốn dừng cuộc gọi

CANCEL: loại bỏ yêu cầu sắp xảy ra với các giá trị trường Call-ID, To, From, và CSeq, nhưng không ảnh hưởng đến thực hiện đầy đủ yêu cầu hoặc cuộc gọi đang thực hiện.

INFO: Là phần mở rộng của các yêu cầu SIP. Mục đích của INFO là cho phép thực hiện các phiên liên quan đến thông tin điều khiển được tạo ra ngay trong phiên. INFO được chi tiết trong chuẩn RFC2976.

Tiếp theo dòng yêu cầu, sau những SIP header, yêu cầu có thể bao gồm phần thân thông điệp, được phân ranh giới bằng đường trống. Phần thân thông điệp luôn luôn là phần mô tả phiên và nó cho biết dạng đường truyền Internet được chỉ rõ trong trường header Content-Type.

Ví dụ về SIP request

| SIP Request | Giải thích |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Phần đầu (Header) | |
| INVITE sip:kietna@netcom.com.vn | dạng Method, request URI và phiên bản SIP |
| Via: SIP/2.0/UDP annvworkstation.com | Địa chỉ IP và cổng của hop trước |
| From: An <sip:annv@vnu.edu.vn> | Người gọi thoại |
| To: Anh Kiet <sip:kietna@netcom.com.vn> | Người nhận thoại |
| Call-ID:123456@annvworkstation.com | nhận dạng duy nhất toàn cầu cho cuộc gọi |
| Content-Type:application/sdp | dạng phần thân và SDP thông điệp |
| Cseq: 1 INVITE | Số và dạng chuỗi lệnh |
| Content-Length:... | Chiều dài của phần thân của cách thức SIP |
| Dòng Trống chia cách giữa phần đầu và phần thân | |
| Phần thân (Body) | |
| v=0 | Phiên bản SDP |
| o=annv 28960783 0 IN IP4 192.168.16.110 | Người tạo ra/người làm chủ và nhận điện phiên |
| s=Urgent phone call from annv | Tên của phiên |
| c=IN IP4 annvworkstation.com | thông tin kết nối |
| t=3126288799 3126289399 | thời gian hoạt động của phiên |

Những trả lời SIP

Người nhận, sau khi nhận và phiên dịch thông điệp yêu cầu, sẽ trả lời bằng một thông điệp trả lời SIP, cho biết trạng thái máy chủ, thành công hay thất bại. Những trả lời SIP có các kiểu và dạng khác nhau được nhận biết bởi trạng thái mã, mã ở đây có 3 số tự nhiên. Số thứ nhất cho biết loại trả lời, hai số còn lại không nằm trong quy luật nào. Chúng tôi sẽ liệt kê dưới đây sáu dạng trả lời của SIP và ý nghĩa của chúng. Những loại này có thể được phân loại thành trả lời tạm thời và trả lời cuối cùng. Trả lời tạm thời được sử dụng bởi các server cho biết tiến trình đang thực hiện, nhưng không loại bỏ SIP request. Trả lời cuối cùng kết thúc SIP request. Trả lời có mã 1xx là trả lời tạm thời còn 2xx lại là trả lời cuối cùng.

| Chuỗi mã Trả lời | Giải thích | Ví dụ về mã trả lời |
|------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1xx | Thông tin | 100-trying 180-ringing 181-Cuộc gọi đang được xúc tiến |
| 2xx | Thành công | 200-OK |
| 3xx | Redirection | 301-Chuyển vĩnh viễn 302-Chuyển tạm thời 305-Sử dụng Proxy 380- Dịch vụ luân phiên |
| 4xx | Lỗi yêu cầu | 400-Yêu cầu sai 401-Không cấp quyền 403-Cấm (Forbidden) 404-Không tìm thấy 407 Yêu cầu xác thực proxy |
| 5xx | Lỗi Server | 500-Lỗi trong server 501- Không thi hành 502-Sai Gateway 504-Server time-out |
| 6xx | Lỗi toàn cục | 600-Bận khắp mọi nơi 603-decline 604-Không tồn tại ở bất cứ đâu |

Ví dụ về SIP response

| SIP Response | Giải thích |
|-------------------|------------|
| Phần đầu (header) | |

| SIP Response | Giải thích |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| SIP/2.0 200 OK | Phiên bản SIP và mã trả lời |
| Via:SIP/2.0/UDP hop.netcom.com.vn Via:SIP/2.0/UDP annvworkstation.com | Những địa chỉ IP và cổng của các hop trước |
| From:an <sip:annv@vnu.edu.vn> | Người gọi thoại |
| To: Anh Kiet <sip:kietna@netcom.com.vn> ;tag=35453231 | Người nhận thoại |
| Call-ID:12346789@annvworkstation.com | ID duy nhất toàn cục cho cuộc gọi |
| Content-Type: application/sdp | Dạng thân và sdp thông điệp |
| CSeq: 1 INVITE | Số và dạng chuỗi lệnh |
| Content-Length:... | Chiều dài của phần thân của cách thức SIP |
| Dòng trống phân biệt phần đầu và thân | |
| Phần thân (body) | |
| v=0 | Phiên bản SDP |
| o=kietna 34234567 12354354 IN IP4 192.168.20.120 | Người tạo ra/người làm chủ và nhận diện phiên |
| s=OK | Tên của phiên |
| c=IN IP4 Kietnaworkstation.Netcom.com.vn | thông tin kết nối |
| t=3126288799 3126289399 | thời gian hoạt động của phiên |
| m=audio 5002 RTP/AVP 0 | tên media và địa chỉ transport |

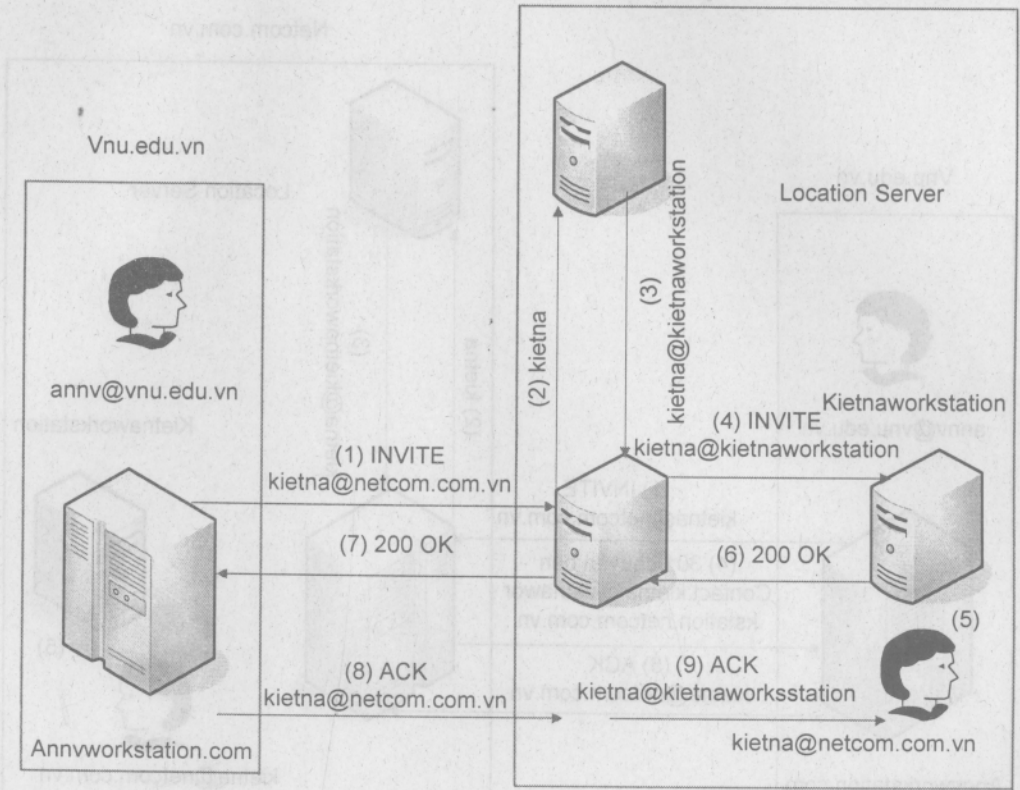
Hoạt động của SIP

Như đã trình bày ở phần trước đây, ở đây có hai cách trình bày khác nhau về yêu cầu SIP trong SIP Server.

Chúng tôi xin minh họa một hoạt động quan trọng của SIP, mời tham gia vào cuộc gọi để hiểu hơn về hoạt động cơ sở của SIP thể hiện trên các hình 4.20 và 4.21. Người sử dụng Annv từ host AnnvWorkstation.com muốn mời người sử dụng Kietna tham gia hội thoại. Anh ta phải có địa chỉ của Kietna từ địa chỉ mail của anh ta trong dạng tên@vùng, ở đây là Kietna@netcom.com.vn. Máy trạm sẽ dịch phần tên vùng thành địa chỉ số IP, bằng vào tra cứu DNS, máy chủ sẽ được tìm thấy. Điều này cho kết quả trong Server Hop của vùng netcom.com.vn. Như thể hiện trong hình 4.20 và 4.21, INVITE request được sinh ra và gửi tới server (1). Server chấp nhận lời mời và liên lạc đến location server để xác định chính xác vị trí (2). Server vị trí trả lại một vị trí của Kietna, nơi có Host

Kietnaworkstation (3). Bước tiếp theo sẽ giống như hai cách theo server proxy và server redirect được trình bày ở dưới đây:

Netcom.com.vn



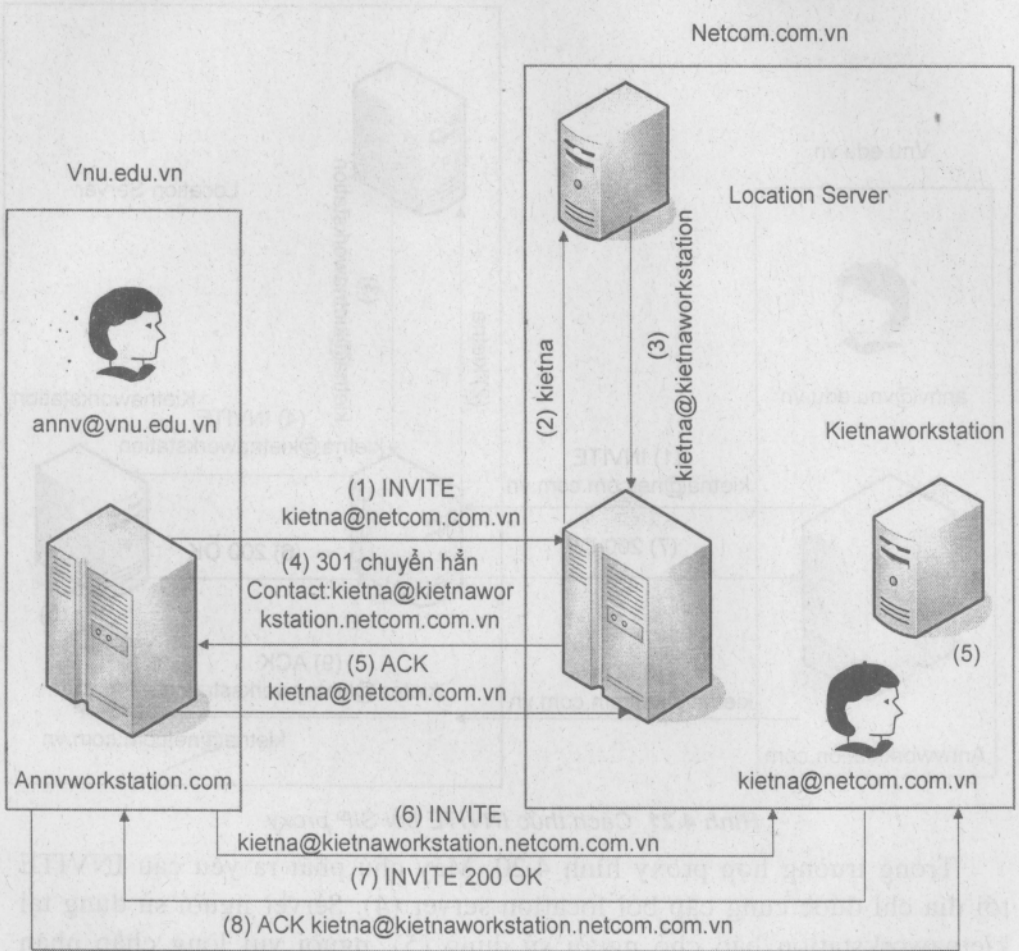
Hình 4.21. Cách thức INVITE bởi SIP proxy

Trong trường hợp proxy hình 4.20, Máy chủ phát ra yêu cầu INVITE tới địa chỉ được cung cấp bởi location server (4). Server người sử dụng tại kietnaworkstation báo cho người sử dụng (5), người vui lòng chấp nhận cuộc gọi. Sự chấp nhận được trả lại proxy server, bởi trả lời mã 200 (6). Trả lời thành công này sau đó được gửi từ proxy đến người gọi đầu tiên (7). Thông báo này sẽ được xác nhận bởi người gọi, với yêu cầu ACK (8). Yêu cầu ACK rồi sẽ được gửi đến người nghe (9).

Trong trường hợp redirect, server gửi trả lại trả lời redirection loại 300 cho thêm địa chỉ contact vào trường contact trong phần đầu (4). Sự trả lời được gửi là mã "301:chuyển vĩnh viễn". Người gọi báo cho biết đã nhận sự trả lời với yêu cầu ACK tới máy chủ (5).

Dựa vào địa chỉ URL được thể hiện rõ trong contact header, người gọi phát ra một yêu cầu INVITE mới với cùng Call-ID nhưng với số CSeq cao

hơn. Yêu cầu INVITE này sẽ được gửi tới địa chỉ do server cung cấp (6). Trong trường hợp này, cuộc gọi thành công và trả lời thành công được gửi tới người gọi (7). Tín hiệu được hoàn thiện với ACK từ người gọi (8).



Hình 4.21. Cách thức INVITE bởi redirect Server

Như đã chỉ ra trong 2 ví dụ trên sau khi cuộc mời tham gia thành công, các thông số cần thiết cho phiên được xác định. Trong trường hợp của truyền thông audio RTP, sẽ có các cổng và địa chỉ IP của các phần bên kia, và mã hoá audio được sử dụng. Khi kết nối RTP được thiết lập, có thể thực hiện được cuộc đàm thoại. Ngay trong cuộc đàm thoại, hoặc phía bên này có thể thay thế phiên bằng việc mời lại các phía bên kia, hoặc có thể mời phía thứ 3 thực hiện đàm thoại.

SIP và H.323

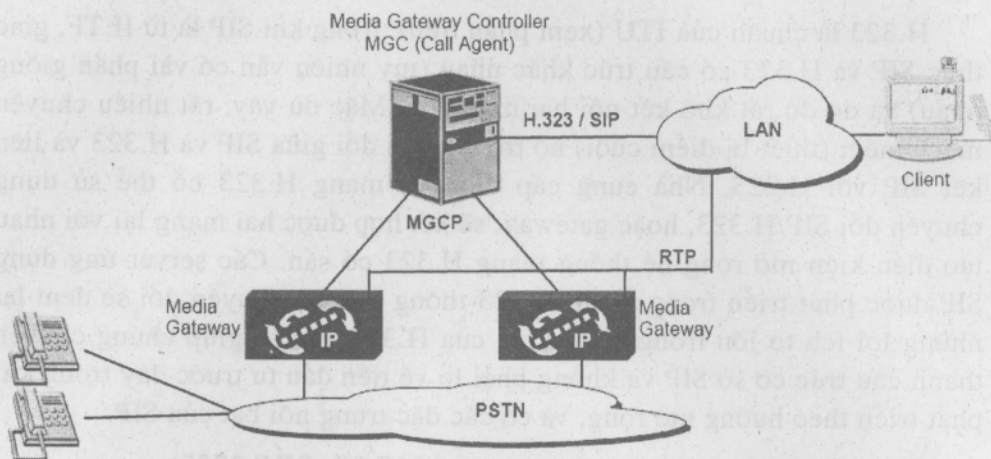
H.323 là chuẩn của ITU (xem phần trên), trong khi SIP là từ IETF, giao thức SIP và H.323 có cấu trúc khác nhau (tuy nhiên vẫn có vài phần giống nhau) và do đó rất khó kết nối hai mạng lại. Mặc dù vậy, rất nhiều chuyển mạch mềm (thiết bị điểm cuối) hỗ trợ chuyển đổi giữa SIP và H.323 và liên kết SIP với H.323. Nhà cung cấp dịch vụ mạng H.323 có thể sử dụng chuyển đổi SIP/H.323, hoặc gateway, sẽ kết hợp được hai mạng lại với nhau tạo điều kiện mở rộng hệ thống mạng H.323 có sẵn. Các server ứng dụng SIP được phát triển trong mạng H.323 thông qua bộ chuyển đổi sẽ đem lại những lợi ích to lớn trong hoạt động của H.323. Nó sẽ giúp chúng chuyển thành cấu trúc cơ sở SIP và không phải lo về tiền đầu tư trước đây trong khi phát triển theo hướng mở rộng, và có các đặc trưng nổi bật của SIP.

Giao thức điều khiển media gateway (MGCP, RFC 2705)

Giao thức MGCP được sử dụng để truyền thông giữa các thành phần tách rời của VoIP gateway. Nó là phần bổ sung cho hai giao thức SIP và H.323. giao thức MGCP bắt nguồn từ phiên bản 1.1 của giao thức SGCP là sự kết hợp giữa phiên bản 1 của SGCP và IPDC. MGCP được chuyển vào chuẩn quốc tế RFC 2705.

Cấu trúc hệ thống

Trong phạm vi MGCP, máy chủ MGC hoặc “tác nhân gọi” là bắt buộc phải có, nó quản lý và cuộc gọi và hội thoại, và hỗ trợ cung cấp các dịch vụ (hình 4.22). Điểm cuối Media gateway không biết các cuộc gọi đàm thoại và không duy trì trạng thái cuộc gọi. Các MG được mong chờ để thực hiện các lệnh gửi đến bởi tác nhân cuộc gọi MGC. MGCP thừa nhận các tác nhân gọi sẽ đồng bộ với các tác nhân khác gửi các lệnh dính liền tới MG dưới sự điều khiển của chúng. MGCP không xác định cơ cấu đồng bộ của các tác nhân gọi. MGCP là giao thức master/slave với sự kết hợp kín kẽ giữa MG (điểm cuối) và MGC (server).



Hình 4.22. Sơ đồ tổng quan cho việc sử dụng MGCP

Dữ liệu RTP được trao đổi trực tiếp giữa các media gateway rất rối. Tác nhân gọi sử dụng MGCP để cung cấp các gateway này mô tả của các thông số kết nối như địa chỉ IP, cổng UDP, và RTP profiles.

4.3.2.5. Một vài mô hình Voice Over IP thực tế

Các dịch vụ điện thoại IP (Voice over IP – VoIP) đã trở nên quen thuộc đối với nhiều người sử dụng. Ưu thế nổi bật của dịch vụ điện thoại IP là giá thành thấp. Chúng ta có thể tiết kiệm được từ 30% đến 50% chi phí khi sử dụng dịch vụ này của các nhà cung cấp dịch vụ đối với các cuộc gọi liên tỉnh hay quốc tế. Nếu doanh nghiệp hay tổ chức có các chi nhánh ngoại tỉnh hay nước ngoài và giữa các địa điểm này đã kết nối mạng WAN hay Internet trực tiếp tốc độ cao thì có thể tự xây dựng một hệ thống VoIP cho riêng mình. Ứng dụng VoIP có thể áp dụng được cho cả các SOHO-Small Office Home Office và SME-Small Medium Enterprise, giữa các chi nhánh và trụ sở chính đã có kết nối WAN hay Internet trực tiếp có thể thiết lập các cuộc gọi điện thoại hay fax mà không cần phải trả thêm bất cứ chi phí nào. Dưới đây là một số đặc tính và tiêu chuẩn cần lưu ý khi tự xây dựng một hệ thống VoIP cho doanh nghiệp:

- Tương thích hoàn toàn với ITU G.711/G.723, G.729A/B, đây là các chuẩn mà hầu hết các nhà sản xuất đều tuân thủ.
- Tương thích H.323 cho phép thực hiện các cuộc gọi từ thiết bị đầu cuối như điện thoại analog thông thường tới các ứng dụng phần mềm trên Windows phổ dụng trên thị trường như NetMeeting, NetSpeak, WebPhone...
- Tương thích với SIP.

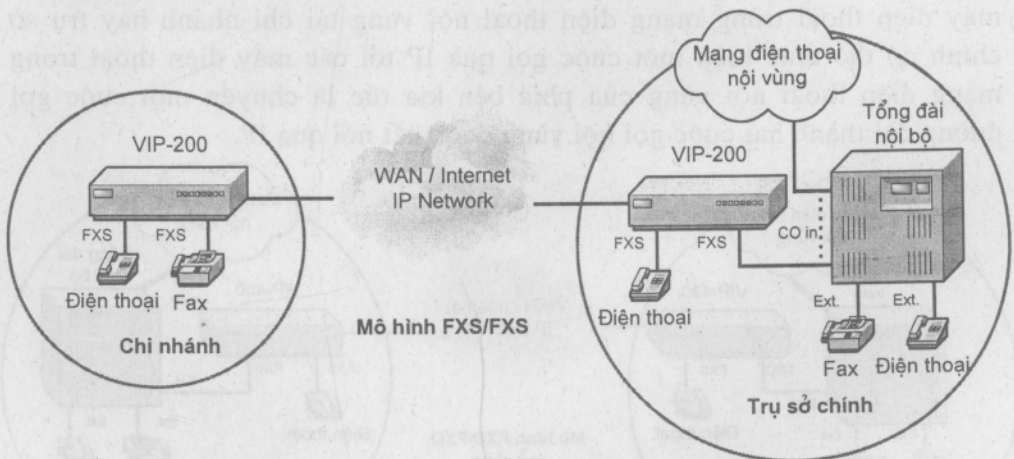
- Hỗ trợ đồng thời 2/4/8 kênh thoại/fax tại một thời điểm.
- Quản lý và thiết lập cấu hình qua WEB browser, Telnet, RS-232 console.
- Kết nối trực tiếp với mạng LAN thông qua cổng RJ45 tốc độ 10/100Mbps.
- Bộ nhớ cho phép lưu tới 20 số điện thoại và ghi âm lời chào.
- Hỗ trợ DDNS (Dynamic Domain Name Service) cho phép thực hiện các cuộc gọi tới các thiết bị có địa chỉ IP động.

Dưới đây là một số mô hình minh họa cho việc xây dựng các ứng dụng VoIP cho mô hình doanh nghiệp:

1. Mô hình FXS/FXS

Chi nhánh: Thực hiện cuộc gọi tới các máy tại trụ sở chính được kết nối trực tiếp với FXS hay số mở rộng của PBX.

Trụ sở chính: Các máy kết nối với FXS có thể thực hiện cuộc gọi tới chi nhánh và các máy kết nối với số mở rộng của PBX nội tại. Các máy kết nối với số mở rộng của PBX nội tại có thể thực hiện cuộc gọi tới chi nhánh, với các máy trong mạng điện thoại nội vùng và các máy kết nối với FXS nội tại.

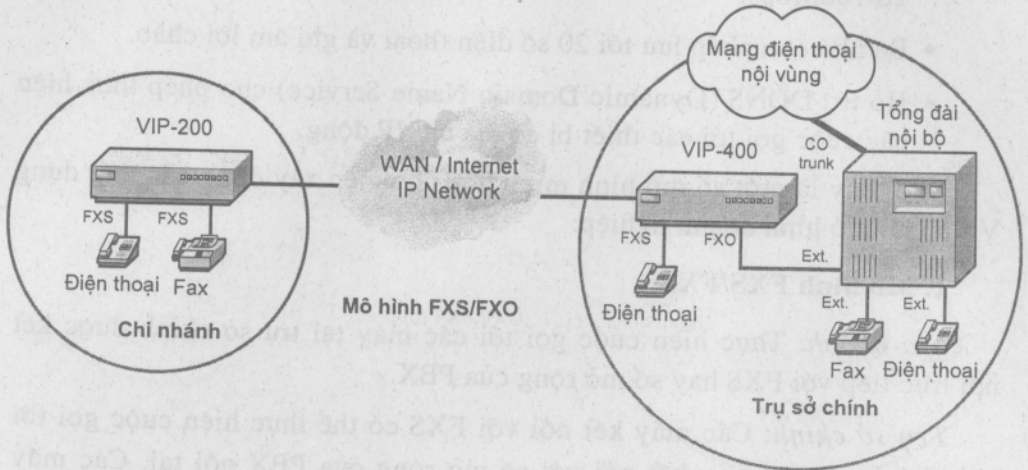


Hình 4.23. Mô hình FXS/FXS

2. Mô hình FXS/FXO

Chi nhánh: Thực hiện cuộc gọi tới các máy tại trụ sở chính được kết nối trực tiếp với FXS, số mở rộng của PBX và cả các máy trong mạng điện thoại nội vùng của trụ sở chính.

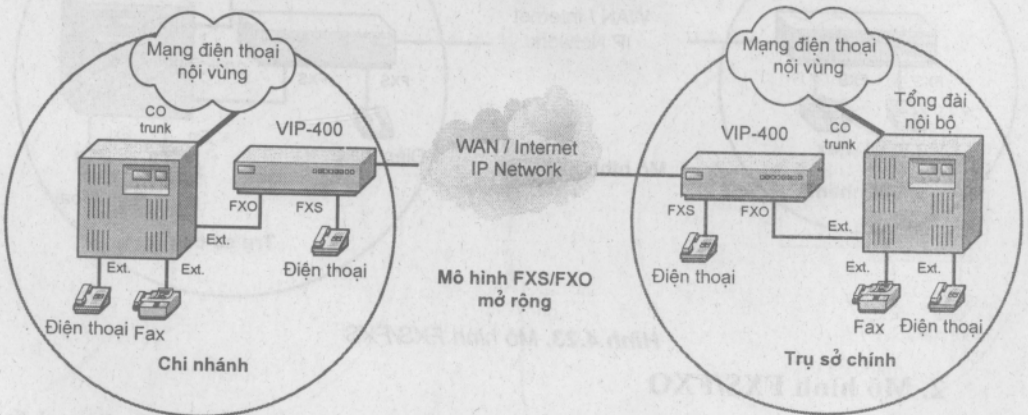
Trụ sở chính: Các máy kết nối với FXS có thể thực hiện cuộc gọi tới chi nhánh, các máy kết nối với số mở rộng của PBX nội tại và cả các máy trong mạng điện thoại nội vùng của trụ sở chính. Các máy kết nối với số mở rộng của PBX nội tại có thể thực hiện cuộc gọi tới chi nhánh, với các máy trong mạng điện thoại nội vùng và các máy kết nối với FXS nội tại.



Hình 4.24. Mô hình FXS/FXO

3. Mô hình FXS/FXO mở rộng

Ngoài các tính năng thực hiện cuộc gọi như ở mô hình FXS/FXO, các máy điện thoại trong mạng điện thoại nội vùng tại chi nhánh hay trụ sở chính có thể thực hiện một cuộc gọi qua IP tới các máy điện thoại trong mạng điện thoại nội vùng của phía bên kia tức là chuyển một cuộc gọi đường dài thành hai cuộc gọi nội vùng được kết nối qua IP.



Hình 4.25. Mô hình FXS/FXO mở rộng