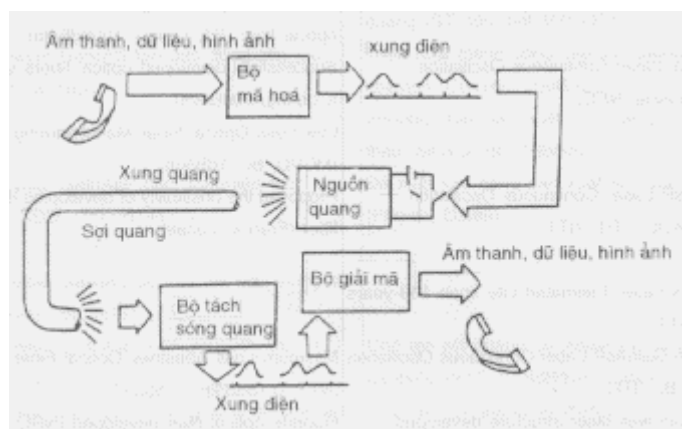


I. HỆ THỐNG THÔNG TIN QUANG

1.1 THÔNG TIN QUANG

Khác với thông tin hữu tuyến và vô tuyến - các loại thông tin sử dụng các môi trường truyền dẫn tương ứng là dây dẫn và không gian - thông tin quang là một hệ thống truyền tin thông qua sợi quang. Điều đó có nghĩa là thông tin được chuyển thành ánh sáng và sau đó ánh sáng được truyền qua sợi quang. Tại nơi nhận, nó lại được biến đổi trở lại thành thông tin ban đầu. Hình 1.1. Giới thiệu một hệ thống truyền dẫn sợi quang digital được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay. Trong phần này chúng ta sẽ xem xét các giai đoạn phát triển của hệ thống này và so sánh các đặc tính của nó với các đặc tính của những hệ thống đang tồn tại. Cuối cùng, chúng ta sẽ giải thích các tính chất của ánh sáng.



Hình 1.1. Hệ thống truyền dẫn sợi quang digital

1.1.1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA THÔNG TIN QUANG

Các phương tiện sơ khai của thông tin quang là khả năng nhận biết của con người về chuyển động, hình dáng và màu sắc của sự vật thông qua đôi mắt. Tiếp đó, một hệ thống thông tin điều chế đơn giản xuất hiện bằng cách sử dụng các đèn hải đăng các đèn hiệu. Sau đó, năm 1791, VC.Chape phát minh ra một máy điện báo quang.

Thiết bị này sử dụng khí quyển như là một môi trường truyền dẫn và do đó chịu ảnh hưởng của các điều kiện về thời tiết. Để giải quyết hạn chế

này, Marconi đã sáng chế ra máy điện báo vô tuyến có khả năng thực hiện thông tin giữa những người gửi và người nhận ở xa nhau.

Đầu năm 1980, A.G.Bell - người phát sinh ra hệ thống điện thoại - đã nghĩ ra một thiết bị quang thoại có khả năng biến đổi dao động của máy hát thành ánh sáng. Tuy nhiên, sự phát triển tiếp theo của hệ thống này đã bị bỏ bễ do sự xuất hiện hệ thống vô tuyến.

(Bảng 1.1) Các giai đoạn phát triển của thông tin cáp sợi quang

Năm	Nguồn quang	Cáp sợi quang
1960	Triển khai máy laser Ruby (HUGHES)	
1962	Máy laser Ga As	
1965	Máy laser Co2 (BL)	
1966		Khả năng sử dụng đường truyền dẫn cáp quang (ST, tổn thất 1000dB/km)
1970	Máy laser GaAIAS tạo dao động liên tục (BL, Nga, NEC)	Triển khai thành công sợi sáp quang sử dụng abaston (Corning, 20 dB/km)
1973		Phương pháp sản xuất sợi quang có độ tổn thất thấp (MCVD, BL, 1 dB/km)
1976	Máy laser GalnAsP dao động liên tục (MIT, KDD, TIT, NTT)	Đề xuất khả năng sản xuất sợi quang florua (France, Lucas).
1977	Máy laser GaAIAS có tuổi thọ ước lượng là 100 năm (BL, NTT)	
1979	Máy laser GalnAsP 1,55 um (KDD, BL, TIT) dao động liên tục	Chế tạo sợi quang có Abastoes có độ tổn thất tối thiểu (NTT, 0.18 dB/km (1.55um))
1980	Cấu trúc laser giếng lượng tử được chế tạo (Bell Lab).	Chế tạo sợi quang Flo (NRL) độ tổn thất 1000 dB/km
1981	GalnAsP LD (1.6 um) Continuous Oscillation (TIT)	
1982	LD Array High Power (2.5 W Continuous Osciltation)	
1983	Single Mode, Single Frequency LD (KDD, Bel Lab.)	Sợi quang fluor có độ tổn thất thấp (NRT, NTT) độ tổn thất 10 dB/km
1986	Single Mode, Single Frequency	Sợi quang fluor có độ tổn thất thấp,

	LD Commercialization (NEC, Hitachi etc.)	Độ tổn thất 1dB/km (khoảng 2.5 μm)
1989	GaAl/AlGa Laser Development	

Sự nghiên cứu hiện đại về thông tin quang được bắt đầu bằng sự phát minh thành công của Laser năm 1960 và bằng khuyến nghị của Kao và Hockham năm 1966 về việc chế tạo sợi quang có độ tổn thất thấp. 4 năm sau, Kapron đã có thể chế tạo các sợi quang trong suốt có độ suy hao truyền dẫn khoảng 20 dB/km. Được cổ vũ bởi thành công này, các nhà khoa học và kỹ sư trên khắp thế giới đã bắt đầu tiến hành các hoạt động nghiên cứu và phát triển và kết quả là các công nghệ mới về giảm suy hao truyền dẫn, về tăng giải thông về các Laser bán dẫn ... đã được phát triển thành công trong những năm 70. Như được chỉ ra trong <bảng 1.1>, độ tổn thất của sợi quang đã được giảm đến 0,18 dB/km. Hơn nữa, trong những năm 70 Laser bán dẫn có khả năng thực hiện dao động liên tục ở nhiệt độ khai thác đã được chế tạo. Tuổi thọ của nó được ước lượng hơn 100 năm. Dựa trên các công nghệ sợi quang và Laser bán dẫn giờ đây đã có thể gửi một khối lượng lớn các tín hiệu âm thanh / dữ liệu đến các địa điểm cách xa hàng 100 km bằng một sợi quang có độ dày như một sợi tóc, không cần đến các bộ tái tạo. Hiện nay, các hoạt động nghiên cứu nghiêm chỉnh đang được tiến hành trong lĩnh vực được gọi là photon học - là một lĩnh vực tối quan trọng đối với tất cả các hệ thống thông tin quang, có khả năng phát hiện, xử lý, trao đổi và truyền dẫn thông tin bằng phương tiện ánh sáng. Photon học có khả năng sẽ được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điện tử và viễn thông trong thế kỷ 21.

1.1.2. Các đặc tính của thông tin quang

Trong thông tin sợi quang, các ưu điểm sau của sợi quang được sử dụng một cách hiệu quả: độ suy hao truyền dẫn thấp và băng thông lớn. Thêm vào đó, chúng có thể sử dụng để thiết lập các đường truyền dẫn nhẹ và mỏng (nhỏ), không có xuyên âm với các đường sợi quang bên cạnh và không chịu ảnh hưởng của nhiễu cảm ứng sóng điện từ. Trong thực tế sợi quang là phương tiện truyền dẫn thông tin hiệu quả và kinh tế nhất đang có hiện nay

Trước hết, vì có băng thông lớn nên nó có thể truyền một khối lượng thông tin lớn như các tín hiệu âm thanh, dữ liệu, và các tín hiệu hỗn hợp thông qua một hệ thống có cự ly đến 100 GHz-km. Tương ứng, bằng cách sử dụng sợi quang, một khối lượng lớn các tín hiệu âm thanh và hình ảnh

có thể được truyền đến những địa điểm cách xa hàng 100 km mà không cần đến các bộ tái tạo.

Thứ hai, sợi quang nhỏ nhẹ và không có xuyên âm. Do vậy, chúng có thể được lắp đặt dễ dàng ở các thành phố, tàu thủy, máy bay và các toà nhà cao tầng không cần phải lắp thêm các đường ống và cống cấp.

Thứ ba, vì sợi quang được chế tạo từ các chất điện môi phi dẫn nên chúng không chịu ảnh hưởng bởi can nhiễu của sóng điện từ và của xung điện từ. Vì vậy, chúng có thể sử dụng để truyền dẫn mà không có tiếng ồn. Điều đó có nghĩa là nó có thể lắp đặt cùng với cáp điện lực và có thể sử dụng trong môi trường phản ứng hạt nhân.

Thứ tư, do nguyên liệu chủ yếu để sản xuất sợi quang là cát và chất dẻo - là những thứ rẻ hơn đồng nhiều - nên nó kinh tế hơn cáp đồng trục nhiều. Giá thành của sợi quang sẽ giảm nhanh một khi công nghệ mới được đưa ra. Ngoài ra, như đã đề cập ở trên, do đặc trưng là có độ tổn thất thấp giá thành lắp đặt ban đầu cũng như giá thành bảo dưỡng và sửa chữa thấp bởi vì chúng cần ít các bộ tái tạo hơn.

Ngoài những ưu điểm đã nêu trên, sợi quang có độ an toàn, bảo mật cao, tuổi thọ dài và có khả năng đề kháng môi trường lớn. Nó cũng dễ bảo dưỡng, sửa chữa và có độ tin cậy cao. Hơn nữa, nó không bị rò rỉ tín hiệu và dễ kéo dài khi cần và có thể chế tạo với giá thành thấp. Trong bảng 1.2, chúng ta tổng hợp các ưu điểm trên. Nhờ những ưu điểm này, sợi quang được sử dụng cho các mạng lưới điện thoại, số liệu/ máy tính, và phát thanh truyền hình (dịch vụ băng rộng) và sẽ được sử dụng cho ISDN, điện lực, các ứng dụng y tế và quân sự, cũng như các thiết bị đo.

Bảng 1.2 Các ưu nhược điểm của sợi quang

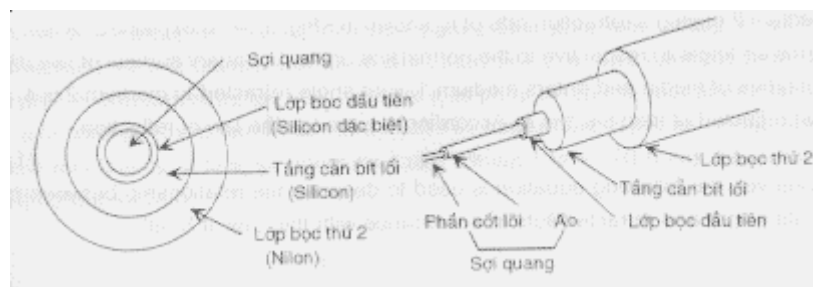
Đặc tính	Ưu điểm	Nhược điểm
Độ tổn thất thấp	Cự ly tái tạo xa chi phí thiết bị đường dây dẫn	
Dải thông lớn	Truyền dẫn dung lượng lớn	
Giảm kích thước đường truyền dẫn	Dễ lắp đặt và bảo dưỡng Giảm chi phí lắp đặt cống	Khó đấu nối
Phi dẫn	Ngăn ngừa xuyên âm Thông tin an toàn	Cần có các đường dây Cấp nguồn cho tiếp phát
Nguồn - cát	Nguyên liệu phong phú	Cần có các phương thức

	Chi phí sản xuất rẻ	chính lõi mới (cáp)
Đánh giá	Dường truyền dẫn tuyệt vời	Có thể giải quyết bằng các tiến bộ công nghệ mới

1.2 CÁP SỢI QUANG

Sợi quang là những dây nhỏ và dẻo truyền các ánh sáng nhìn thấy được và các tia hồng ngoại. Như đã được trình bày trong hình 1.4, chúng có lõi ở giữa và có phần bao bọc xung quanh lõi. Để ánh sáng có thể phản xạ một cách hoàn toàn trong lõi thì chiết suất của lõi lớn hơn chiết suất của áo một chút.

Vỏ bọc ở phía ngoài áo bảo vệ sợi quang khỏi bị ẩm và ăn mòn, đồng thời chống xuyên âm với các sợi đi bên cạnh và làm cho sợi quang dễ xử lý. Để bọc ngoài ta dùng các nguyên liệu mềm và độ tổn thất năng lượng quang lớn.



Hình 1.4. Cấu trúc cáp sợi quang

Lõi và áo được làm bằng thủy tinh hay chất dẻo (Silica), chất dẻo, kim loại, fluor, sợi quang kết tinh). Ngoài ra chúng được phân loại thành các loại sợi quang đơn mode và đa mode tương ứng với số lượng mode của ánh sáng truyền qua sợi quang. Ngoài ra chúng còn được phân loại thành sợi quang có chỉ số bước và chỉ số lớp tùy theo hình dạng và chiết suất của các phần của lõi sợi quang. Các vấn đề này sẽ được trình bày tỉ mỉ ở mục 1.2.2

1.3. HỆ THỐNG CÁP QUANG

Nhờ kết quả của các hoạt động nghiên cứu và phát triển cường độ cao trong những năm 1970, hiện nay công nghệ thông tin quang đa mode đang được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Cũng đúng như vậy đối với hệ thống thông tin quang đơn mode. Dựa trên kỹ thuật đã được phát triển, ngày càng nhiều cáp quang đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực. Trong phần này, các đặc tính chung của cáp quang được giải thích và tiếp đó,

chúng tôi sẽ giới thiệu việct hiệtkế một hệ thống số và tương tự cũng như công nghệ ghép kênh phân chia bước sóng.

1.3.1. Tổng quan về hệ thống thông tin quang

1. Cấu hình của hệ thống thông tin quang.

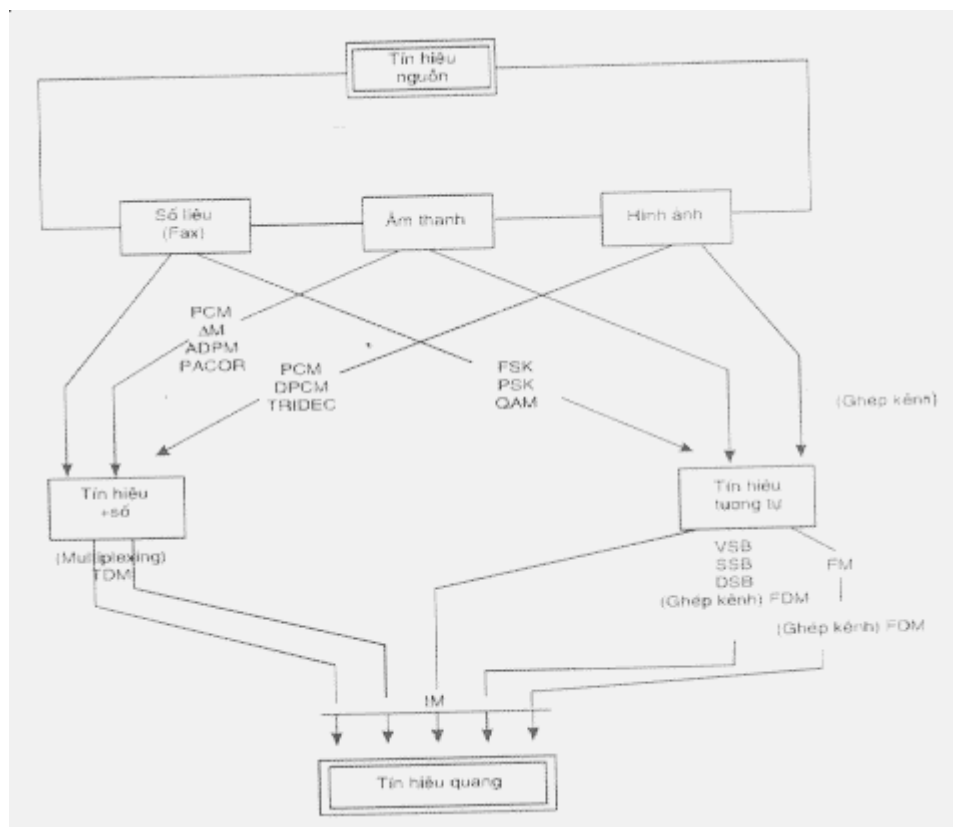
Để thiết lập một hệ thống truyền dẫn hợp lý, việc lựa chọn môi trường truyền dẫn, phương pháp truyền dẫn và phương pháp điều chế/ ghép kênh phải được xem xét trước tiên. Cho đến nay thì không gian được sử dụng một cách rộng rãi cho thông tin vô tuyến, còn cáp đồng trục và cáp đồng trục cho thông tin hữu tuyến. Trong phần dưới đây, chúng tôi chỉ bàn đến các phương pháp truyền dẫn hiện đang sẵn có dựa trên việc sử dụng cáp quang. Sự điều chế sóng mang quang của hệ thống truyền dẫn quang hiện nay được thực hiện với sự điều chế theo mật độ vì các nguyên nhân sau:

(1) Sóng mang quang, nhận được từ các phần tử phát quang hiện có, không đủ ổn định để phát thông tin sau khi có sự thay đổi về pha và độ khuếch đại và phần lớn không phải là các sóng mang đơn tần. Đặc biệt các điốt phát quang đều không phải là nhất quán và vì vậy có thể coi ánh sáng đại loại như tiếng ồn thay vì sóng mang. Do đó, chỉ có năng lượng là cường độ ánh sáng tức thời được sử dụng.

(2) Hiện nay, các Laser bán dẫn được chế tạo đã có tính nhất quán tuyệt vời và do đó có khả năng cung cấp sóng mang quang ổn định. Tuy nhiên, công nghệ tạo phách - Một công nghệ biên đổi tần số cần thiết để điều chế pha - còn chưa được phát triển đầy đủ.

(3) Nếu một sóng mang đơn tần có tần số cao được phát đi theo cáp quang đa mode - điều mà có thể xử lý một cách dễ dàng - thì các đặc tính truyền dẫn thay đổi tương đối phức tạp và cáp quang bị dao động do sự giao thoa gây ra bởi sự biến đổi mode hoặc do phản xạ trong khi truyền dẫn và kết quả là rất khó sản xuất một hệ thống truyền dẫn ổn định. Vì vậy, trong nhiều ứng dụng, việc sử dụng phương pháp điều chế mật độ có khả năng sẽ được tiếp tục.

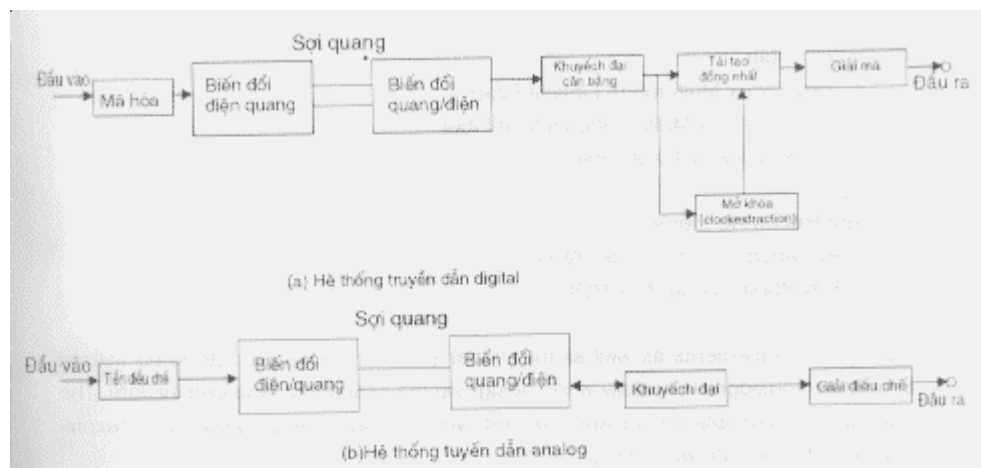
Đối với trường hợp điều chế quang theo mật độ (IM) có rất nhiều phương pháp để biến đổi tín hiệu quang thông qua việc điều chế và ghép kênh các tín hiệu cần phát. Một trong những ví dụ điển hình được trình bày trong hình 1.19



Hình 1.19. Quá trình ghép kênh điện

Phương pháp phân chia theo thời gian (TDM) được sử dụng một cách rộng rãi khi ghép kênh các tín hiệu như số liệu, âm thanh điều chế xung mã PCM (64kb/s) và số liệu video digital. Tuy nhiên, trong truyền dẫn cự ly ngắn, của các tín hiệu video băng rộng rãi cũng có thể sử dụng phương pháp truyền dẫn analog. Phương pháp điều chế mật độ số DIM - phương pháp truyền các kênh tín hiệu video bằng IM - và phương pháp thực hiện điều chế tần số (FM) và điều chế tần số xung (PFM) sớm để tăng cự ly truyền dẫn có thể được sử dụng cho mục tiêu này.

Ngoài TDM và FDM, phương pháp phân chia theo bước sóng (WDM) - phương pháp điều chế một số sóng mang quang có các bước sóng khác nhau thành các tín hiệu điện khác nhau và sau đó có thể truyền chúng qua một sợi cáp quang - cũng đang được sử dụng. Hơn nữa, khi truyền nhiều kênh thông qua cáp quang, một số lượng lớn các dữ liệu có thể được gửi đi nhờ gia tăng số lõi cáp sau khi đã ghép các kênh trên. Phương pháp này được gọi là ghép kênh SDM. Hệ thống truyền dẫn quang có thể được thiết lập bằng cách sử dụng hỗn hợp TDM/FDM, WDM và SDM. Chúng ta có thể thấy rằng hệ thống truyền dẫn quang cũng tương tự như phương pháp truyền dẫn cáp đôi và cáp đồng trục truyền thống, chỉ có khác là nó biến đổi các tín hiệu điện thành tín hiệu quang và ngược lại tại đầu thu. Hình 1.20 trình bày cấu hình của hệ thống truyền dẫn cáp quang.



Hình 1.20. Cấu hình của hệ thống truyền dẫn cáp quang

Phương pháp truyền dẫn analog có thể được tiến hành chỉ với một bộ khuếch đại tạo điều kiện để phía thu nhận được mức ra theo yêu cầu bằng cách biến đổi các tín hiệu điện thành các tín hiệu quang và ngược lại. Khi sử dụng phương pháp điều chế PCM thì mọi chức năng giải điều chế tương ứng với nó cần được gán cho phía thu. Cho tới đây, chúng ta đã mô tả các chức năng cơ bản của hệ thống truyền dẫn quang. Ngoài những phần đã trình bày ở trên hệ thống hoạt động thực tế còn có thêm một mạch ổn định đầu ra của các tín hiệu quang cần phát, một mạch AGC để duy trì tính đồng nhất của đầu ra tín hiệu điện ở phía thu và một mạch để giám sát mỗi phía.

2. Những thành phần cơ bản của hệ thống truyền dẫn quang.

Hệ thống truyền dẫn quang bao gồm các phần tử phát xạ ánh sáng (nguồn sáng), các sợi quang (môi trường truyền dẫn) và các phần tử thu để nhận ánh sáng truyền qua sợi quang.

Các phần tử sau đây được chọn để sử dụng:

1. Phần tử phát xạ ánh sáng
 - a. Điốt Laser (LD)
 - b. Điốt phát quang (LED)
 - c. Laser bán dẫn
2. Sợi quang
 - a. Sợi quang đa mode chỉ số bước
 - b. Sợi quang đa mode chỉ số lớp
 - c. Sợi quang đơn mode
3. Phần tử thu ánh sáng
 - a. Điốt quang kiểu thác (APD)
 - b. Điốt quang PIN (PIN - PD)

1.4. PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DẪN ĐỒNG BỘ E

1.4.1. Cơ sở của tiêu chuẩn hoá

Trước khi phương pháp truyền dẫn đồng bộ có được dạng thức cao cấp của các đặc trưng đơn nhất, Metrobus và SONET đã có những đóng góp to lớn. Metrobus là hệ thống thông tin quang đồng bộ nội tại mà Bell Communications Research của AT & T ở Hợp chúng quốc Hoa Kỳ nghiên cứu và phát triển. Còn SONET là tiêu chuẩn kết nối của hệ thống thông tin quang mà sau đó Bell communications research (Bellcore) đề xuất và rồi được uỷ ban T1 chấp nhận sử dụng và phát triển cho tiêu chuẩn Bắc Mỹ. Metrobus đã chống lại quan điểm của thông tin quang cổ điển, đã sử dụng sự ghép tầng đầu tiên, đã chấp nhận sử dụng khái niệm container (công tenơ), đã sử dụng Overhead (mào đầu) một cách hiệu quả và đã thiết lập khái niệm hệ thống thông tin quang đồng bộ nội tại, hệ thống này coi tín hiệu cấp 150 Mbit/s làm cấp tiêu chuẩn. Do vậy, trên cơ sở cấp 50 Mbit/s, SONET bổ sung quan niệm về cấu trúc phân cấp và phương pháp đồng bộ nhờ con trỏ để hệ thống hoá đoạn mào đầu và sau đó mở ra chân trời mới cho thông tin toàn cầu. Dựa trên những cái đó, chính phân cấp của đồng bộ (SDH) hiện nay đã lấy tín hiệu cấp 150 Mbit/s làm tiêu chuẩn, kể cả phân cấp số kiểu Châu Âu, và được phổ cập hoá để mở ra khả năng thông tin toàn cầu.

1. Metrobus

Metrobus là một hệ thống thông tin quang do J.D.Spalink, một nhà nghiên cứu tại Bellcore của AT & T, đề xuất năm 1982. Nó đã được triển khai theo quy mô đầy đủ vào đầu năm 1984, được công bố vào tháng chín năm 1985 và được thử nghiệm để thương mại hoá vào đầu năm 1987. Chính sách cơ bản của Metrobus là phát triển hệ thống thông tin quang tối ưu nhất, có cân nhắc đến khía cạnh tốc độ cao, dung lượng lớn, vốn là đặc trưng của một hệ thống thông tin quang, phương hướng tiến triển của mạng thông tin, quá trình phát triển của công nghệ cốt yếu và xu hướng đổi mới dịch vụ. Tên gọi của Metrobus có nguồn gốc từ mục tiêu ứng dụng của nó nhằm vào vùng thành phố lớn (metropolitan). Trong quá trình R&D cho ứng dụng đó đã nổi lên một số khái niệm. Điển hình là khái niệm về mạng thông tin quang điểm - đa điểm, khái niệm về hệ thống đồng bộ nội tại, tầm nhìn của DS-O, khái niệm ghép kênh tầng đầu tiên, điều chỉnh đồng thời những tín hiệu nhiều cấp bằng việc điều khiển số hiệu công tenơ, thiết lập tín hiệu tiêu chuẩn nội tại 150Mbit/s và sử dụng đủ mào đầu.

Do tất cả các hệ thống thông tin quang trước đây đều đã được đề xuất trong bối cảnh của các hệ thống điểm - nối điểm, cho nên khái niệm của thông tin quang đã được xem như một khái niệm có tính chất cách mạng.

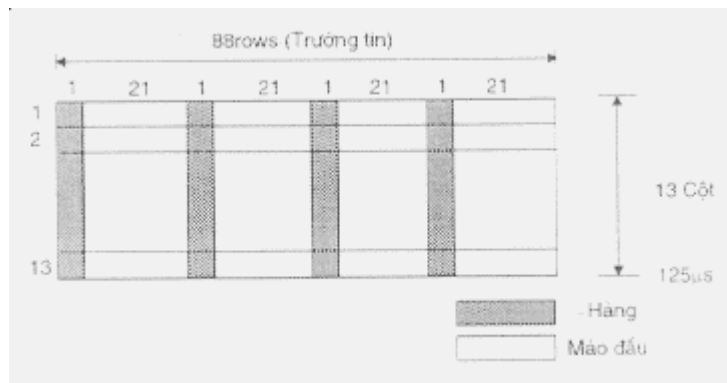
Những khái niệm khác đã đóng vai trò không thể thiếu được để thể hiện khái niệm này. Với việc cân nhắc đến dải thông vô hạn mà thông tin quang cung cấp, ta thấy nó đủ bảo đảm khoảng trống cho mào đầu, và bằng việc sử dụng nó cũng như bằng việc hình thành kênh truyền thông mào đầu, cho phép ứng dụng liên kết của toàn bộ các tuyến thông tin quang. Tuy nhiên, do tỷ lệ của mào đầu đã vượt quá 4,5% của toàn bộ, cho nên khái niệm này khó có thể được chấp nhận trong bối cảnh đó.

Việc lựa chọn 150 Mbit/s (cụ thể là 146,432, Mbit/s) làm tín hiệu nội bộ của mạng đã thực sự là một quan điểm tiên phong. Sở dĩ như vậy là vì những điều sau đây được dự kiến : khi được xem xét theo khía cạnh phân lớp tín hiệu digital, tốc độ bit mà tất cả các tín hiệu có thể bao gồm là 150 Mbit/s; theo khía cạnh dịch vụ, tín hiệu thoại, số liệu và video (kể cả tín hiệu HDTV có nén) hiện tại đều có thể được sử dụng trong cấp 150Mbit/s này; về khía cạnh công nghệ bán dẫn cơ bản, công nghệ CMOS có thể được sử dụng trong phạm vi 150 Mbit/s chẳng khó khăn gì. Ngoài ra, về khía cạnh thuê bao thì còn có một số lợi thế: với cấp phân tử 150 Mbit/s, các ánh sáng có thể được sử dụng nhờ sự kết hợp với điốt LED và PIN rẻ tiền, và cáp sợi quang có thể tạo điều kiện cho sự kết hợp hiệu quả này nhờ việc sử dụng sợi quang đa mode có chỉ số tăng dần thay cho đơn mode.

Khái niệm ghép kênh tầng đầu tiên cũng là một khái niệm mang tính cách mạng. Nó cho phép ghép kênh trực tiếp tín hiệu DS -1 thành tín hiệu tiêu chuẩn 150 Mbit/s mà không cần chuyển qua tín hiệu DS-2 hoặc DS-3 điều không thể có trong hệ thống ghép kênh không đồng bộ trước đây. Nó trở thành nền tảng để thực hiện kết nối tách/nhập và nối kết chéo là những nối kết thường thấy trong mạng thông tin quang.

Được giới thiệu như một phương tiện thực hiện ghép kênh tầng thứ nhất, khái niệm này giúp cho việc ghép kênh tín hiệu phân cấp bằng việc điều khiển số hiệu của các công tensor. Nghĩa là, bằng việc xác định các ô có kích thước cố định, làm cho các tín hiệu DS -1, DS -1C, DS-2, DS-3 v.v...lắp đầy vào các ô tương ứng của các khối 1, các khối 2, các khối 4, các khối 28 trong cùng một đơn vị thời gian. Như vậy, kết nối tách nhập và kết nối chéo rất tiện lợi, bởi vì tất cả các tín hiệu đều được xử lý với đơn vị của số hiệu ô.

Tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ bao gồm 13Wx88 (1W=16 bit) như trong hình 1.37. Tốc độ bit là 146,432 Mbit/s (13x88x16x8 kbit/s). 88 đơn vị của từ mã (thuộc về 88 ô) xuất hiện trong 125m s/13, trong đó 4 đơn vị được sử dụng cho mào đầu và mỗi tín hiệu DS-n chiếm số hiệu tương ứng của ô.



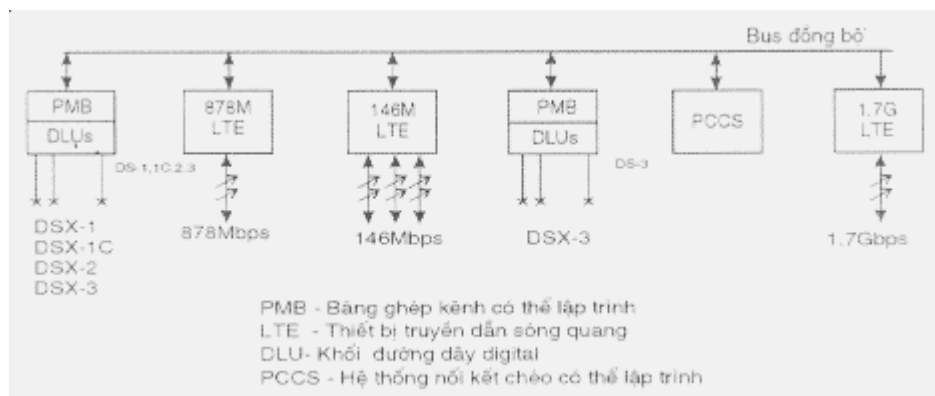
Hình 1.37. Cấu trúc khung của Metrobus

Việc giới thiệu khái niệm đồng bộ nội tại cũng đã là một tiền đề cho mạng thông tin đồng bộ. Có nghĩa là, do phạm vi mục tiêu đã chỉ được giới hạn cho khu vực thành phố, dựa trên tiêu chuẩn nội bộ của mạng, biện pháp đối phó trong trường hợp vượt quá giới hạn cận đồng bộ đã không được chuẩn bị chút nào. Trong trường hợp này tín hiệu định thời sẽ sử dụng tần số chuẩn đồng bộ hoá cơ bản BSRF và cũng có thể sử dụng tín hiệu định thời được đón nhận từ bộ dao động nội và từ tín hiệu thu được.

Độ nhìn rõ của tín hiệu DS-O đã được tạo ra với đơn vị 125 m s. Khi việc chuyển từ mỗi tín hiệu phân cấp sang công tenơ cũng được thực hiện với đơn vị 125 m s, thì các tín hiệu DS-O nhận được qua lấy mẫu 8 kbit/s có thể xuất hiện một cách trong suốt ngay tại tín hiệu phân cấp mức cao.

Theo cách như vậy, việc phân tách kênh DS-O 64 kbit/s khỏi tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ 150 Mbit/s có thể được thực hiện một cách dễ dàng.

Hình 1.38 biểu diễn cấu trúc của hệ thống Metrobus. Phần được trình bày như bus nội bộ trong hình vẽ tương ứng với tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ 146,432 Mbit/s. Tín hiệu được tạo ra từ DS-1 đến DS-3 qua PMB (bảng ghép kênh có thể lập trình). Thông tin quang 146 Mbit/s có thể phối hợp trực tiếp với tín hiệu này, và đi qua thiết bị truyền dẫn sóng quang LTE-Lightwave Transmission Equipment). có thể tạo nên thông tin quang 876 Mbit/s hoặc 1,7 Gbit/s bằng việc đưa 6 hoặc 12 đơn vị của tín hiệu này vào WIM (ghép kênh xen từ mã - Word Interleaved Multiplexing), rồi sau đó đưa qua LTE. Những quá trình này được mô tả trong hình vẽ. Ngoài ra, hệ thống PCCS (hệ thống kết nối chéo có thể lập trình) thực hiện chức năng nối kết chéo qua các công tenơ do tiêu chuẩn của tốc độ bit DS-1 tạo ra bằng cách đưa vào tín hiệu 146 Mbit/s.



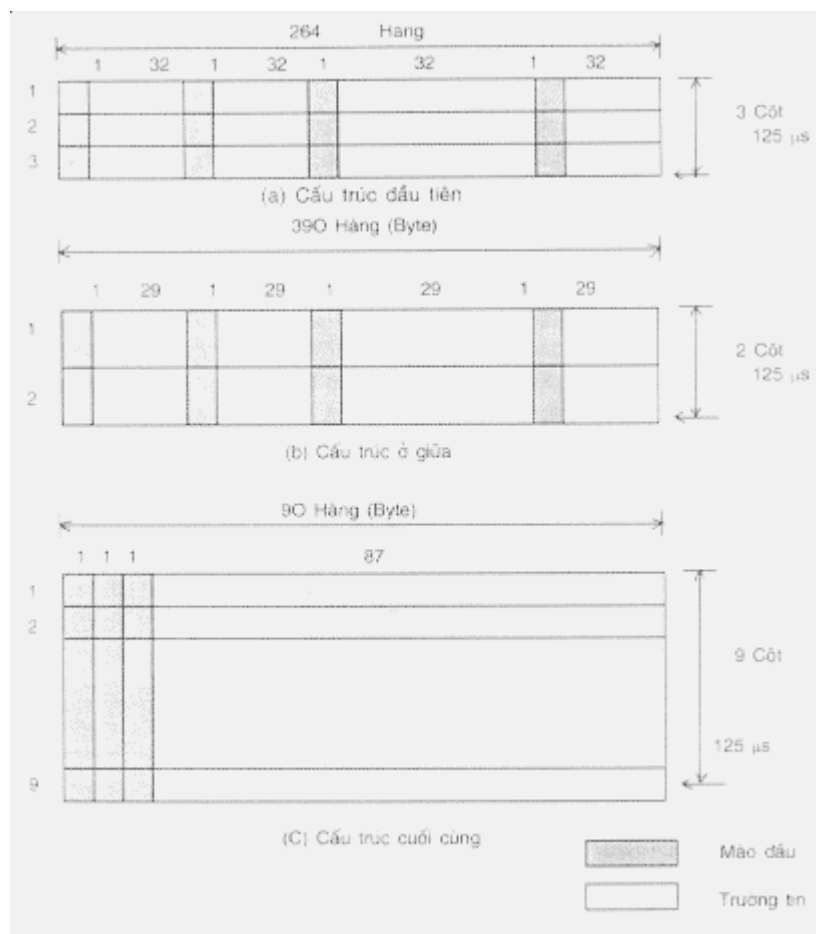
Hình 1.38. Cấu trúc của hệ thống Metrobus

2. SONET

Sonet là một từ viết tắt của Synchronous Optical Network (mạng quang đồng bộ). Nó đã được R.J.Boehm và Y.J.Ching ở viện nghiên cứu truyền thông Bell đệ trình lên uỷ ban T1- tổ chức tiêu chuẩn truyền thông của Bắc Mỹ - vào cuối năm 1984 như một đề án tiêu chuẩn về đầu nối hệ thống thông tin quang. Vào thời gian đó, khung được đề xuất có dạng $3 \times 8 \times 33B$ như trong hình 1.39, và tốc độ bit là 50,688 Mbit/s ($= 3 \times 8 \times 33 \times 8$ kbit/s). Tín hiệu này được gọi là STS-1 (Synchronous Transport Signal - 1 - Tín hiệu chuyển giao đồng bộ - 1) và DS - 3 hoặc SYNTRAN DS-3, mà nó đã được chấp nhận như tín hiệu phân cấp cơ bản và được ấn định đưa vào quá trình ghép kênh xen byte qua STS-1.

Tầng đầu tiên của SONET đã được đề nghị cho mục đích "gặp gỡ giữa chặng" và quan điểm nghi ngờ về tính khả thi của nó đã chiếm ưu thế. Kết quả là việc tiêu chuẩn hoá nó hầu như không được tiến hành trong khoảng một năm, sau khi khái niệm SONET đã được giới thiệu. Tuy nhiên, việc tiêu chuẩn hoá đã bỗng nhiên được đưa ra cùng với thông báo của Metrobus vào tháng chín năm 1985, và khái niệm về hệ thống phân cấp và kỹ thuật đồng bộ hoá bằng con trỏ đã được các thành viên của uỷ ban T1 đề xuất thêm. Những người đề xuất SONET đã phát triển và hệ thống hoá cấu trúc khung của tầng đầu tiên và đưa ra công thức $(28+L)$ $(24+M)$ $(8+N)$. Điều này dự tính tôn mào đầu của mức DS-3 lên kích thước DS-1 của L đơn vị; mào đầu của mức DS-1 lên kích thước DS-0 của M đơn vị và mào đầu của mức DS-0 lên Nbit. Tầng giữa của khung SONET có cấu trúc $26B \times 30$ và 49,92 Mbit/s ($30 \times 26 \times 8 \times 8$ kbit/s) được điều chỉnh với $L=2$, $M=2$, $N=0$ dựa trên công thức miêu tả trong hình 1.39. Vào khoảng thời gian đó viện nghiên cứu truyền thông Bell của AT&T đề nghị rằng tín hiệu tiêu chuẩn nội bộ của Metrobus (có cấu trúc $26 \times 88W$ và 146,432 Mbit/s) cần được chấp nhận là tín hiệu tiêu chuẩn. Tín hiệu này được biểu thị bằng công thức của Viện Nghiên cứu truyền thông Bell sẽ là: $J+K (28+L) (24+M), (8+N)$, $J=1$, $K=3$; $L=1$, $M=2$; $N=0$; và L, M và N trong số đó có cùng một ý nghĩa như được xác định trước,

K có nghĩa là số hiệu của tín hiệu mức DS-3, còn J là kích thước của DS-1 đại diện cho mào đầu gắn vào toàn bộ chúng.



Hình 1.39. Cấu trúc khung của SONET

Mặc dù uỷ ban T1 đã xem xét kỹ những cuộc thảo luận liên quan đến hai dự án này, nó vẫn không thể phán quyết được tính ưu việt theo kết quả đối chiếu và kiểm nghiệm. Điểm bàn cãi sôi nổi nhất là trong đánh giá giữa 150Mbit/s và 50 Mbit/s thì tốc độ bit nào ưu việt hơn.

Tuy nhiên, do sự cạnh tranh vì phân chia thị trường viễn thông và vai trò giữa các công ty, đầu năm 1986, uỷ ban T1 đã đi tới một quyết định là tín hiệu tiêu chuẩn STS -1 sẽ là 49,92 Mbit/s. Trong khi ITU - T cũng đang hoạt động nhằm tiêu chuẩn hoá băng kênh rộng vào cùng thời gian đó thì uỷ ban T1 quyết định đề nghị lấy 149,976 Mbit/s làm dự án của Bắc Mỹ, nó gấp ba lần 49,92 Mbit/s; có nghĩa là uỷ ban T1, người đã quyết định chọn cấp 50 Mbit/s, đã thừa nhận về mặt kỹ thuật tính thích hợp của 150 Mbit/s. Sau đó, những hoạt động tiêu chuẩn hoá SONRT được tiến hành một cách suôn sẻ, chủ yếu nhờ uỷ ban ngang cấp T1X1, và đã đi đến một

thoả thuận về một tiêu chuẩn thậm chí khá chi tiết. Mặc dù nó đã tiến hành hoạt động phối hợp ngay tức khắc mang tính chất bề ngoài, với ITU-T về vấn đề tiêu chuẩn kết nối NNI của B-ISDN, song đã có rất nhiều mặt hạn chế trong việc điều tiết với các tín hiệu digital kiểu Châu Âu, bởi vì 13Bx60 và 49,92 Mbit/s (hoặc 146,976 Mbit/s) chỉ chủ yếu phù hợp với các tín hiệu digital của Bắc Mỹ.

Do vậy, cấu trúc 9Bx270 và tốc độ 155,520 Mbit/s, cái được tăng lên ba lần cấu trúc khung và tốc độ bit của SONET chính là phân cấp đồng bộ số mà nó đã được quy định như khuyến nghị G.707-G.709 của ITU-T.

3. Phân cấp số đồng bộ

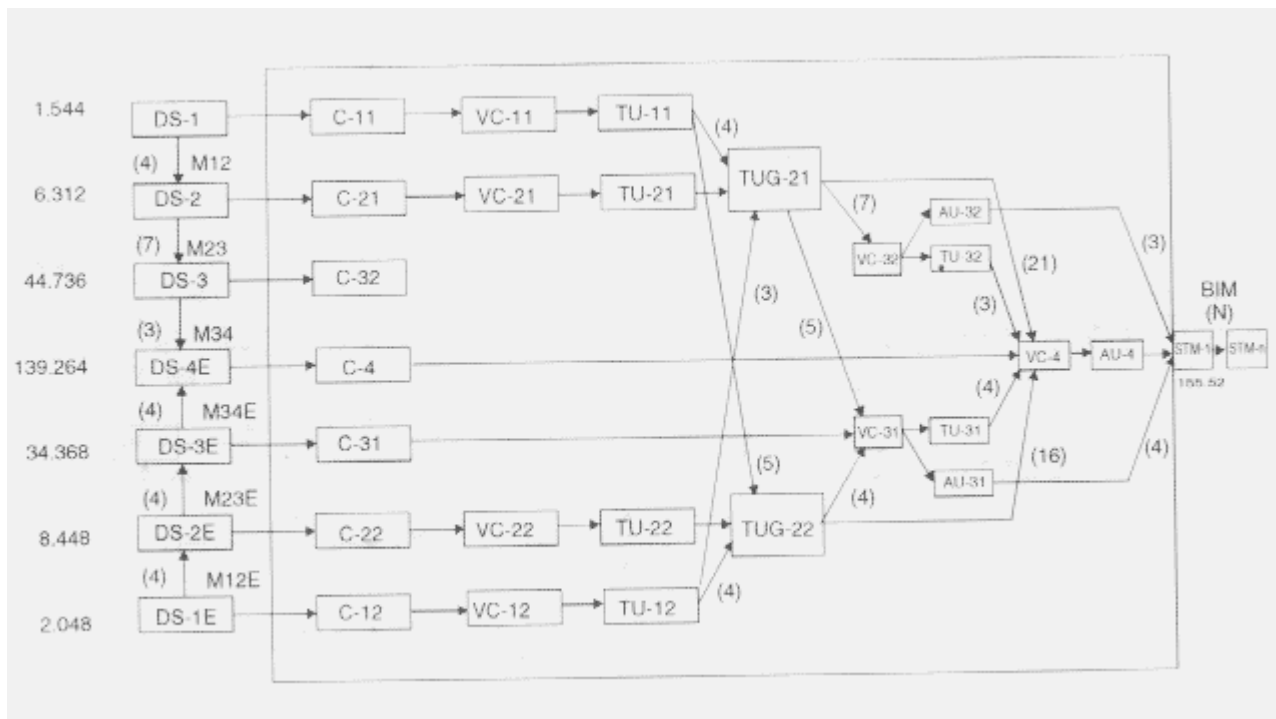
ITU-T đã thiết lập các kênh H1, H2, H3, H4 như đối với kênh tốc độ cao của khách hàng trong quá trình tiêu chuẩn hoá ISDN vào đầu năm 1980. Trong số đó, kênh H1, đã được tiêu chuẩn hoá bằng việc phân chia nhỏ thành kênh H11 của 1,536 Mbit/s dựa trên cơ sở tín hiệu DS-1 kiểu Bắc Mỹ, và kênh H12 của 1,920 Mbit/s dựa trên cơ sở tín hiệu DS-1 kiểu châu Âu. Mới đang chỉ có những nét đại cương mang tính chất khái niệm tương ứng với phân cấp số hiện có liên quan đến các kênh H2, H3, H4, nó đã bắt đầu đề cập đến tiêu chuẩn của một kênh băng rộng dựa trên các kênh đó. Đầu tiên nó nghiên cứu các tốc độ bit 30-40, 45, 60-70 Mbit/s, sau đó đề án 149,976 Mbit/s đã được đưa ra, dựa trên tiêu chuẩn SONET của uỷ ban T1.

Trong khi đó, ITU-T bắt đầu hoạt động để tiêu chuẩn hoá phân cấp đồng bộ số cho NNI (giao diện nút mạng) vào tháng bảy năm 1986, khác biệt với UNI (giao diện khách hàng - mạng) của ISDN. Điều này đã bắt đầu một giai đoạn tiêu chuẩn hoá đích thực hướng tới phân cấp số đồng bộ và ITU-T cùng uỷ ban T1 đã duy trì mối quan hệ hợp tác chặt chẽ cho mục đích đó, Hoa kỳ đã chính thức đưa ra cấp 50 Mbit/s dựa trên tín hiệu STS-1 đang được sử dụng của SONET tại hội nghị ở Brazil vào tháng Hai năm 1987 còn CEPT tìm cách chứng minh sự cần thiết của cấp tốc độ 150Mbit/s vì nó có thể thích hợp với cả hai hệ phân cấp số kiểu Bắc Mỹ và kiểu Châu Âu.

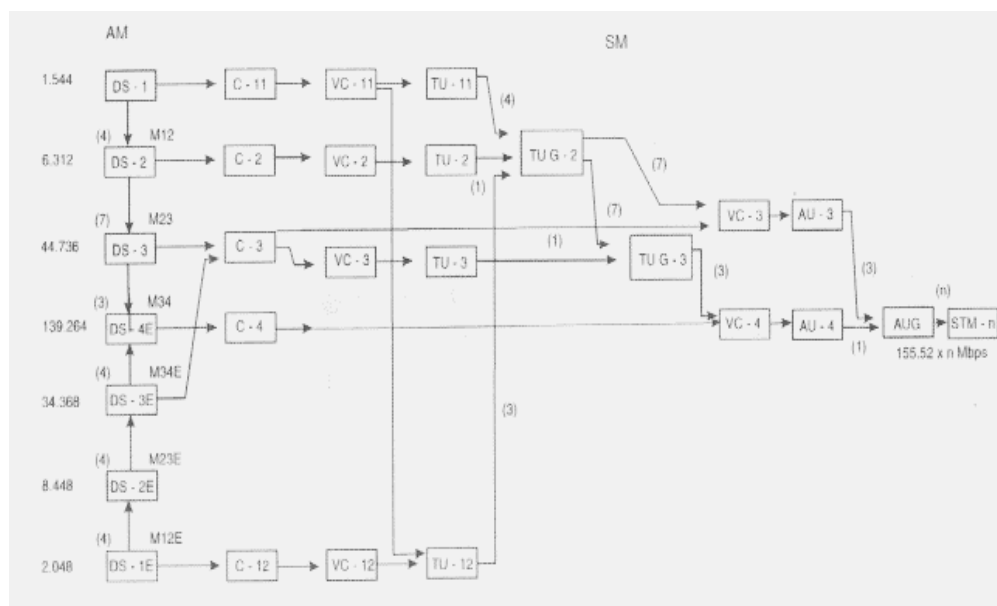
Kết quả là, đề án của Mỹ đã được thay đổi thành 149,976 Mbit/s của cấu trúc 13Bx180, dựa trên tín hiệu STS-3, tại Hội nghị ở Hamburg vào tháng 7 cùng năm đó, còn CEPT đề xuất tín hiệu 155,520 Mbit/s của 9Bx270 đối lập với của Mỹ. Người ta đã tranh cãi suốt một thời gian dài về hai cấu trúc này và điểm tranh cãi sôi nổi nhất là sự chung hoà giữa tín hiệu DS-2 của 8,448 Mbit/s và DS-3E của 34,368 Mbit/s thoả thuận cuối cùng qua hội nghị ở Seoul vào tháng Hai năm 1988 là cấu trúc 9Bx270. Tiêu chuẩn NNI được thoả thuận là tiêu chuẩn trong các khuyến nghị G-707 - G.709 của ITU-T và phân cấp số đồng bộ, tập trung trên tín hiệu STM-1

của cấu trúc khung 9Bx270 và tốc độ bit 155,520Mbit/s, đã được chính thức hoá.

Ngay cả sau khi khuyến nghị của ITU-T đã được ổn định thì các hoạt động nghiên cứu và đổi mới về phân cấp số đồng bộ vẫn được tiếp tục. Vào thời điểm khi tiêu chuẩn phân cấp số đồng bộ lần đầu tiên được quy định, hệ thống ghép kênh đồng bộ đã có một cấu trúc hoàn chỉnh như hình 1.40. Tuy nhiên, khi những khuyến nghị G.781 - 784 và G.957 - 958 (đều dựa trên cơ sở phân cấp số đồng bộ) đã được tiêu chuẩn hoá để hoàn chỉnh trong quá trình nghiên cứu hai năm sau đó, thì hệ thống ghép kênh đồng bộ đã được đơn giản hoá như cấu trúc trong hình 1.41. Có thể thấy được rằng các đường ghép kênh phân cấp kiểu châu Âu tương đồng một cách đáng kể với các đường ghép kênh phân cấp kiểu Mỹ, và rằng đã bổ sung các khái niệm mới, chẳng hạn như AUG, TUG-3. Hiểu theo đúng nghĩa của nó thì phạm vi mà Metrobus đóng góp cho việc tiêu chuẩn hoá SONET và SONET đóng góp cho việc tiêu chuẩn hoá phân cấp số đồng bộ là cực kỳ to lớn. Rất nhiều đặc trưng của phân cấp đồng bộ có nguồn gốc từ tiêu chuẩn của hệ thống Metrobus, chẳng hạn như quan điểm về mạng thông tin quang, khái niệm về hệ thống đồng bộ (một cách nội tại), độ rõ của DS-O qua khung 125ms, khái niệm về ghép kênh tầng thứ nhất, phối hợp tín hiệu tốc độ ghép kênh bằng việc điều khiển số hiệu của công tenơ, thiết lập tín hiệu cấp 150 Mbit/s tiêu chuẩn, và nâng cao độ linh hoạt và độ tin cậy của hệ thống nhờ sử dụng mào đầu một cách hiệu quả. Cũng như vậy, cấu trúc hệ thống phân cấp, hệ thống hoá cấu trúc mào đầu, đồng bộ hoá bằng con trỏ, và khả năng cấu trúc mạng thông tin liên tục địa, đều xuất phát từ tiêu chuẩn kết nối của SONET. Dựa trên những cơ sở đó, tiêu chuẩn phân cấp số đồng bộ là tiêu chuẩn cho phép cấu trúc nên mạng thông tin toàn cầu qua việc điều chỉnh kết hợp hai kiểu phân cấp số của Bắc Mỹ và của Châu Âu.



Hình 1.40 Cấu trúc ghép kênh đồng bộ số giai đoạn đầu tiên



Hình 1.41. Cấu trúc ghép kênh đồng bộ

Mặt khác, phân cấp số đồng bộ vốn được khởi đầu vì mục đích tiêu chuẩn hoá NNI của B-ISDN, đã có ảnh hưởng rất lớn đến tiêu chuẩn UNI của B-ISDN. Trước hết, ảnh hưởng trực tiếp của NNI của B-ISDN là đã quy

định 155,520 Mbit/s cho tốc độ bit tiêu chuẩn của NNI của B-ISDN và trong số quy định tốc độ bit trường tin thấp hơn 149,760 Mbít/s. Ngoài ra, ảnh hưởng có tính chất cơ bản khác nữa là nó có các tế bào ATM được ánh xạ trong đường bao của trường tin VC-4 để phát đi cơ sở phân cấp số đồng bộ của UNI của B-ISDN. Nói một cách chính xác, phân cấp số đồng bộ đã đóng một vai trò chủ chốt trong việc hình thành khái niệm B-ISDN cũng như đi tới một phương pháp truyền dẫn đồng bộ mới.

1.4.2. SHD và SONET

Như trên đã giải thích về quá trình tiêu chuẩn hoá phương thức truyền dẫn đồng bộ, SDH và SONET, có một mối quan hệ hết sức mật thiết. Đó chính là: hoạt động tiêu chuẩn hoá SONET tạo điều kiện thuận tiện cho tiêu chuẩn SDH và nó cũng mở rộng SONET để SONET được sử dụng cho thông tin hoàn cầu. Do vậy cần phải hiểu rằng giải thích SDH là đã bao hàm cả việc giải thích SONET. Tuy nhiên vẫn có một số khác biệt nhỏ giữa SDH và SONET. Nếu những sự khác biệt tiêu biểu giữa chúng ta có thể đếm trên đầu ngón tay thì điểm bắt đầu cơ bản của SDH là cấp 150Mbít/s, trong khi SONET là cấp 50Mbít/s. Có nghĩa là, trong khi SDH kết hợp DS-4E với tín hiệu mức thấp thành tín hiệu cấp cao nhất thì SONET có DS-3 như tín hiệu cấp cao nhất. Do có một khái niệm về giao diện, cho nên, đương nhiên, đây chẳng phải là một sự khác biệt đáng kể. Có nghĩa là nếu ba lần của tín hiệu STS-1 (Tín hiệu chuyển giao đồng bộ cấp 1) là 51,840 Mbít/s tín hiệu truyền dẫn cơ bản của SONET - được phối ghép để tạo thành STS-3C thì nó cũng có thể bằng với tín hiệu STM-1-155,520 Mbít/s của SDH, SDH và SONET có sự khác biệt nào đó về các loại tốc độ truyền dẫn. STM (155,520 Mbít/s, là một khối cơ bản, STM - 4 (622,080 Mbít/s), gấp bốn lần của STM-1 và STM-16 (2.488,320 Mbít/s), gấp bốn lần của STM-4, là những đối tượng quan tâm chính trong SDH. Trong khi đó, ở trường hợp SONET, STS-1 (51,840 Mbít/s) là tốc độ cơ bản, STS-3 (155,520 Mbít/s) STS-9, STS-12 (622,080 Mbít/s) STS-18, STS-24, STS-36, STS-36, STS-48 (2.488,320 Mbít/s) là các đối tượng quan tâm (tham khảo bảng 1.9); khi đó, nói chung, tín hiệu STM-n bằng với tín hiệu STS-3n trong tốc độ truyền dẫn :

Bảng 1.9 Tốc độ truyền dẫn của SDH và của SONET

SDH		SONET	
N	STM - N	N	STS - N
		1	51.840 Mbps
1	155.520 Mbps	3	155.520 Mbps

		9	466.560 Mbps
4	622.080 Mbps	12	622.080 Mbps
		18	933.120 Mbps
		24	1,244.160 Mbps
		36	1,866.240 Mbps
16	2,488.320 Mbps	48	2,488.320 Mbps

Về mặt cấu trúc khung, SONET giảm đi ba lần so với SDH. Nếu SDH là STM-1, nó có cấu trúc 9x270B và STS-1 của SONET có cấu trúc 9x90B, bằng một phần ba kích thước của SDH. Cũng như vậy, mào đầu đoạn của STM-1 trong dạng 9x9B được bố trí ở hàng đầu của khung STM - 1, mào đầu đoạn của STS-1 dưới dạng 9x3B được bố trí ở hàng đầu của khung STS-1. Sau đó, trong cả hai trường hợp, hàng thứ tư được dành riêng cho con trỏ (pointer). Cụ thể là, việc lựa chọn hàng thứ nhất, thứ tư và thứ bảy của mào đầu đoạn trong STS-1 tương ứng với mào đầu đoạn của STS-1 và việc sử dụng các thành phần này là như nhau trong cả hai trường hợp.

SDH và SONET có một số khác biệt trong khối tín hiệu cấu thành. Góc gác của vấn đề như vậy là vì STM-1 là cấp 155Mbít/s và STS - 1 là cấp 50Mbít/s. Do đó, trong trường hợp STM - 1 cần phải ghép kênh một cách có hệ thống tất cả các tín hiệu phân cấp từ DS-1 đến DS-4E, trong khi đó, ở trường hợp STS-1 chỉ cần thiết ghép kênh có hiệu quả năm loại tín hiệu phân cấp là DS-1, DS-1E, DS-1C (3,152Mbít/s), DS-2 và DS-3. Do vậy, trong trường hợp STM-1, các khối tín hiệu ở giữa, chẳng hạn như C, VC, TU, TUG, AU, AUG v.v.... sẽ được thiết lập và thủ tục ghép kênh đồng bộ toàn bộ hệ thống như trong hình 1.41 là cần thiết. Ngược lại, trong trường hợp STS-1 chỉ có một khối tín hiệu trung gian, gọi là một nhánh ảo (VT-virtual tributary) là sẽ được thiết lập. VT nayf tương ứng với VC của SDH. Các VT tương đương với VC-11, VC-12 VC-2 được gọi tương ứng là VT 1,5, VT2 và VT6, còn VT3 được bổ sung cho DS-1C.

Vì đơn vị tín hiệu trung gian liên quan có khác nhau, cho nên SDH và SONET cũng khác nhau về cấu trúc ghép kênh. Trong trường hợp SDH cấu trúc thống kê hệ thống như trong hình 1.41 là cần thiết, trong đó nó nối kết C, VC, TU, TUG, AU, AUG ATM-n với nhau, còn trong trường hợp SONET, chỉ cần đến một thủ tục ghép kênh đơn giản là đấu nối DS-m, VT và STS-1. Sau đó, phương pháp ánh xạ các tín hiệu phân cấp thành VT-1,5 VT 2 và VT 6 cũng giống như phương pháp ánh xạ mỗi tín hiệu phân cấp thành VC-11, VC-12 và VC-2, và phương pháp ánh xạ DS-1C thành VT3 sẽ sử dụng phép ánh xạ tuân theo căn chỉnh dương, không

và âm. Phương pháp dùng để ghép kênh các VT này thành đường bao trường tin STS-1, tức là SPE (Synchronous Payload Envelope - Đường bao trường tin đồng bộ) cũng giống như phương pháp ghép kênh VC liên quan thành VC-3 qua TUG-2. Trong trường hợp thứ hai, việc ánh xạ DS-3 thành SPE cũng giống như phương pháp ánh xạ DS-3 thành VC-3, nhưng phép ánh xạ SYNTRAN DS-3 thì được cung cấp phụ thêm.

Về phương diện thuật ngữ, khi mỗi quan hệ tương ứng giữa SONET và STM được tóm lược, thì VT 1,5 VT2, VT6 lần lượt tương ứng với VC-11, VC-12, VC-2, STS-1SPE tương ứng với VC-3 và STS-3C với STM-1. Khi các thuật ngữ liên quan đến phân cấp cần đối sánh, phương tiện vật lý, đoạn tái tạo, đoạn ghép kênh và lớp đường truyền được đặt ra trong SDH sẽ được gọi là lớp quang, lớp đoạn, lớp đường dây và lớp đường truyền trong SONET. Các thuật ngữ xác định khác liên quan đến ánh xạ, ghép kênh, mào đầu và đồng bộ hoá thì hầu như giống nhau.

SONET cũng như SDH đều dựa trên khái niệm phân cấp, sử dụng khung 125 m s, dùng mào đầu hệ thống, và có tốc độ truyền dẫn cơ bản giống nhau. Nhưng nó được điều tiết nhờ sự liên kết tất cả các tín hiệu phân cấp số Bắc Mỹ kể cả tín hiệu DS-1E kiểu Châu Âu, và nó chứa đựng cả thủ tục ghép kênh tầng thứ nhất.

Ngoài ra, SONET sử dụng đồng bộ hoá liên quan tới phương pháp con trỏ, giống như của SDH, cho nên có thể kết nối toàn bộ nước Mỹ bằng mạng truyền dẫn đồng bộ.

1.4.3 Phân cấp số cận đồng bộ so với đồng bộ

Lớp (mức) số hiện có bao gồm các tín hiệu DS-1-DS-4 của hệ thống Châu Âu/ Bắc Mỹ, đã được bộ phận tiêu chuẩn hoá viễn thông của ITU và Bell System quy định. Trong số đó, các tín hiệu của hệ thống Bắc Mỹ đã được uỷ ban T1 của Bắc Mỹ thừa nhận trở lại như tiêu chuẩn Bắc Mỹ, đồng thời, tiêu chuẩn đó cũng được biết đến như là tiêu chuẩn do Bell System thiết lập lại.

Để phân biệt lớp số này với phân cấp số đồng bộ được thực thi gần đây, nó được gọi là phân cấp số cận đồng bộ.

Phân cấp số cận đồng bộ, một hệ phân cấp số tiêu chuẩn đang được sử dụng, được phân loại thành hệ thống Châu Âu và hệ thống Bắc Mỹ như (a) và (b) trong Hình 1.42 Phân cấp số cận đồng bộ của Bắc Mỹ được hình thành từ DS-1 (1,544 Mbít/s), DS-1C (3,152 Mbít/s), DS-2 (6,312 Mbít/s) và DS-3 (44,736 Mbít/s), DS-4E (139,264 Mbít/s). Phân cấp số cận đồng bộ Châu Âu bao gồm DS-1E (2,048 Mbít/s), DS-2E (8,448

Mbít/s), DS03E (34,368 Mbít/s) và DS-4E (139,264 Mbít/s), DS-5E (564,992 Mbít/s).

Ghép kênh theo mỗi giai đoạn là ghép kênh cận đồng bộ và nó được đồng bộ hoá nhờ cân chỉnh dương - đó là một loại nhồi bit.

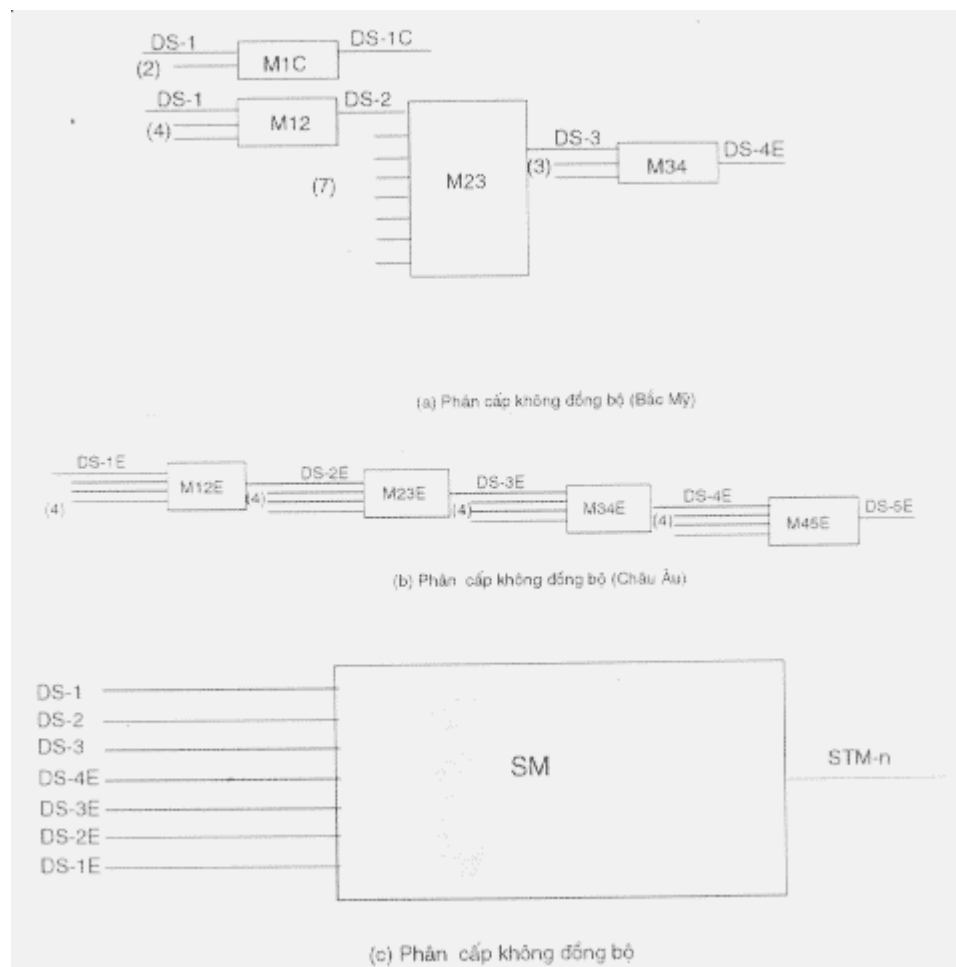
Phân cấp số đồng bộ, như được trình bày trong (c) của hình 1.42, được hình thành từ các tín hiệu STM-n. Đồng thời, n là một số nguyên lần, mà 1,4 và 16 là các số được quan tâm chủ yếu. Các tốc độ bit tương ứng với các số này là 155,520 Mbít/s, 622,080 Mbít/s và 2.488,320 Mbít/s. Một tín hiệu STM-n được hình thành thông qua ghép kênh đồng bộ từ các tín hiệu phân cấp DS-1, DS-2, DS-3 và DS-4E, DS3E, DS-2E, DS-1E. Đồng thời, các tín hiệu DS-1C hoặc DS-5E không được sử dụng. Tín hiệu STM-n được cấu thành từ n lần các tín hiệu STM-1 mà nó đã là sự ghép kênh xen byte (BIM).

Tuy nhiên, cấu trúc mào đầu của nó được tiến hành một cách hơi khác.

Khi so sánh (a), (b) trong Hình 1.42 với (c) trong cùng hình đó chúng ta có thể dễ dàng nhận thấy rằng phân cấp số đồng bộ có một cấu trúc đơn giản hơn nhiều so với cấu trúc của phân cấp số cận đồng bộ.

Có nghĩa là, tất cả các tín hiệu phân cấp của hệ thống Bắc Mỹ và Châu Âu chỉ có một giai đoạn ghép kênh. Trong một hệ thống phân cấp số cận đồng bộ việc ghép kênh không đồng bộ được thực hiện khi tín hiệu trong một cấp được ghép kênh thành cấp của giai đoạn kế sau. Trong một hệ thống phân cấp đồng bộ, việc ghép kênh đồng bộ được thực hiện khi tín hiệu phân cấp được ghép thành tín hiệu STM-n. Và lại, trong phân cấp số cận đồng bộ tín hiệu DS-m thuộc về cấp của giai đoạn kế sau của tín hiệu DS-(m-1); nhưng tất cả các tín hiệu này có môi quan hệ ngang bằng trong phân cấp số đồng bộ.

- (a) Phân cấp không đồng bộ (Bắc Mỹ)
- (b) Phân cấp không đồng bộ (Châu Âu)
- (c) Phân cấp không đồng bộ



Hình 1.42. Phân cấp số

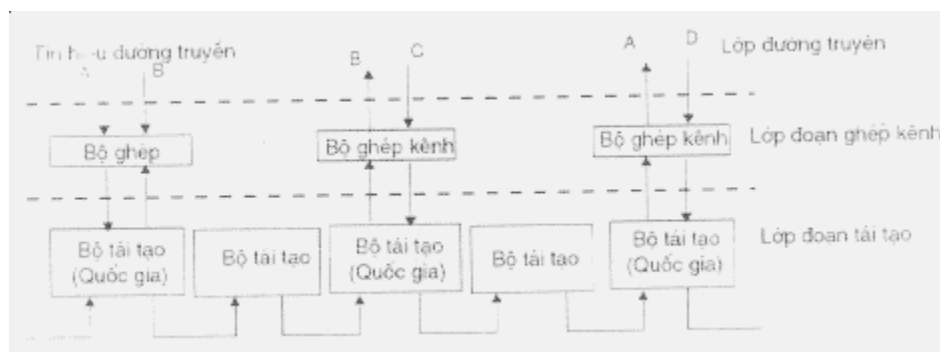
1.4.4. Khái niệm phân cấp và mào đầu

Nói chung, các tín hiệu số được gửi đi qua đường truyền, đoạn tái tạo, đoạn ghép kênh và môi trường vật lý như được minh họa trong hình 1.43. Khi áp dụng các khái niệm phân cấp cho quá trình truyền dẫn số thì đường truyền dẫn có thể được phân chia thành một lớp, đường truyền, một lớp đoạn ghép kênh, một lớp đoạn tái tạo và một lớp môi trường vật lý (hoặc lớp quang học).

Cấu trúc của ghép kênh đồng bộ có một sự sắp xếp theo không gian có hệ thống phù hợp với các khái niệm phân lớp. Trong Hình 1.44, khung STM-n được phân loại theo chức năng; mào đầu của đoạn ghép kênh được áp dụng trên lớp của đoạn tái tạo và trên lớp của đoạn ghép kênh. Hơn nữa, mào đầu đường truyền được áp dụng cho lớp đường truyền và các mào đầu cho bất kỳ các đường có mức thấp hơn nào khác thì hiện diện trong hình bao trường tin bên trong STM.

Các mào đầu được sử dụng trong ghép kênh đồng bộ được phân chia thành mào đầu đoạn (SOH-Section overhead) và mào đầu đường truyền (POH - Path Over-head), dựa trên những khái niệm phân cấp như mô tả ở

trên. Trong số chúng, SOH bao gồm một mào đầu đoạn đường trục và đầu đoạn ghép kênh.



Hình 1.43. Đường truyền dẫn (một đường) và khái niệm phân lớp của tín hiệu số

Mào đầu đoạn tái tạo	Mào đầu đường truyền của lớp có mức cao	Mào đầu đường truyền của lớp có mức thấp
Con trỏ		
Mào đầu đoạn tái tạo		

Hình 1.44. Cấu trúc khung và các khái niệm phân lớp của STM-n

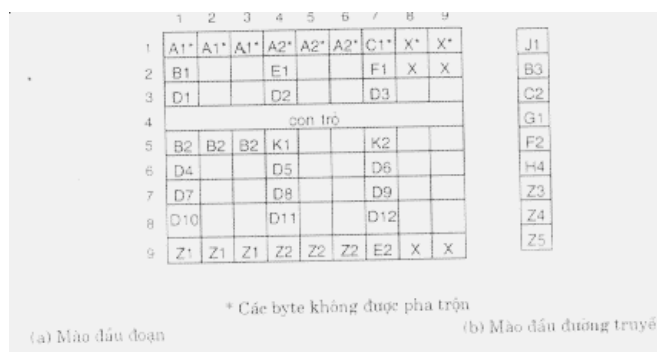
SOH được chèn vào trong giai đoạn cuối cùng khi tín hiệu STM-n được hình thành còn POH được chèn vào bất kỳ khi nào tín hiệu công tenơ ảo được tạo thành.

SOH được chèn vào và được tách ra trong đoạn tái tạo hoặc đoạn ghép kênh để chỉ thị hiệu năng truyền dẫn cũng như hoạt động và bảo dưỡng tín hiệu STM-n. Như được minh họa trong hình 1.44, các SOH nằm bên trên và bên dưới của con trỏ được sử dụng tương ứng cho đoạn tái tạo và đoạn ghép kênh. Có nghĩa là B1, SOH cho BIP-8 (Bit Interleaved Parity-8) được bố trí trên phần phía trên của PTR và nó được kiểm tra và tính toán lại trong mỗi bộ tái tạo.

Tuy nhiên, ba byte của B2-SOH cho BIP-24- được bố trí ở phần phía dưới của PTR và chúng chỉ được kiểm tra ở cuối đường dây. Như đã đề cập ở trên, POH được phân chia thành POH của lớp có mức cao cho VC-4 hoặc VC-3 và POH của lớp có mức thấp hơn dùng cho VC-11, VC-12 và VC-3. Trong bất kỳ trường hợp nào POH cũng được sử dụng cho truyền thông đầu cuối - tới - đầu cuối giữa những điểm, nơi các VC tương ứng được hình thành và giải toả.

Để giải thích cấu trúc của mào đầu đoạn và mào đầu đường hãy xem khung STM-1 trong hình 1.45, (a), (b). Việc sử dụng mỗi loại mào đầu trong hình này như sau: A1, A2 dùng cho bit sắp xếp khung; B1, B2; B3 dùng để kiểm tra ngang bằng chẵn lẻ, C1, C2 dùng cho số lượng tín hiệu và D1-D12 dùng cho kênh truyền số liệu, còn E1 và E2 dùng cho kênh nghiệp vụ; F1, F2 dùng cho kênh khách hàng; G1 là để kiểm tra trạng thái đường truyền, H4 dùng để chỉ thị đa khung; J1 dùng để ghi dấu tích đường truyền; K1, K2 dùng cho chuyển mạch bảo vệ tự động; Z1~ Z5 là các mào đầu dự phòng cho các mục đích khác.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9		J1
1	A1*	A1*	A1*	A2*	A2*	A2*	C1*	X*	X*		B3
2	B1			E1			F1	X	X		C2
3	D1			D2			D3				G1
4	con trở										F2
5	B2	B2	B2	K1			K2				H4
6	D4			D5			D6				Z3
7	D7			D8			D9				Z4
8	D10			D11			D12				Z5
9	Z1	Z1	Z1	Z2	Z2	Z2	E2	X	X		



Hình 1.45. Cấu trúc mào đầu

* Các byte không được pha trộn
 (a) Mào đầu đoạn (b) Mào đầu đường truyền

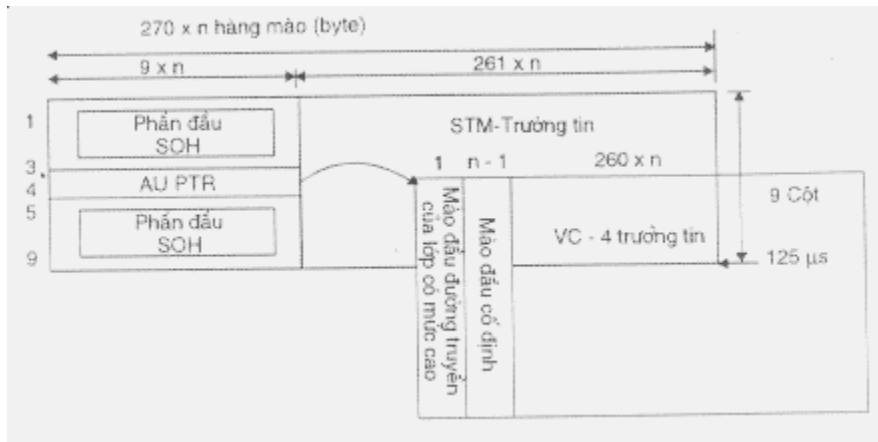
1.4.5. Cấu trúc của khung STM-n

Khung STM-n có một cấu hình như được trình bày trong hình 1.46, dựa trên cơ sở các khái niệm phân lớp định nghĩa trong phần trước. Do cấu trúc này chiếm một vùng 9Bxnx270 (B=Byte) trong vòng 125 m s, cho

nên nó có một tốc độ bit là $n \times 155,520$ Mbit/s ($=9 \times n \times 270 \times 8 \times 8$ kbit/s). Trong đó, $9B \times n \times 9$ được phân bổ cho vùng mào đầu SOH và con trỏ AU (Khối quản lý) và phần còn lại của $9B \times n \times 261$ được phân bổ cho đường bao trường tin của STM-1.

Do vậy, STM-1, một tín hiệu cơ bản của phân cấp số đồng bộ, sẽ có kích thước là $9B \times 270$. Cũng như vậy, $9B \times 9$ trong số đó là cùng của mào đầu đoạn và con trỏ AU, và cũng chừng ấy $9B \times 261$ là đường bao trường tin, và tốc độ bit trở thành 155,520 Mbit/s.

Theo quan điểm cấu trúc khung STM-1, SOH được tạo thành từ hai khu vực $3 \times 9B$ và $5 \times 9B$, con trỏ AUPTR bao gồm khu vực $1 \times 9B$ và cấu hình của nó như được trình bày trong hình 1.45. Một VC-4 được ánh xạ trong vùng còn lại, hoặc ba tín hiệu VC-3 có thể được ánh xạ sang vùng đó cùng với mào đầu cố định (FOH-Fixed Overhead). Các tín hiệu VC-4 và VC-3 đều bao gồm hình bao trường tin và vùng POH có kích thước $9 \times 1B$ được bố trí ở trước mỗi hình bao trường tin. Đồng thời, cấu hình bên trong của POH như trong (b) của hình 1.45. VC-4 hoặc VC-3 mà được gán con trỏ AUPTR thì được gọi là AU-4 hoặc AU-3.



Hình 1.46. Cấu trúc của khung STM-n

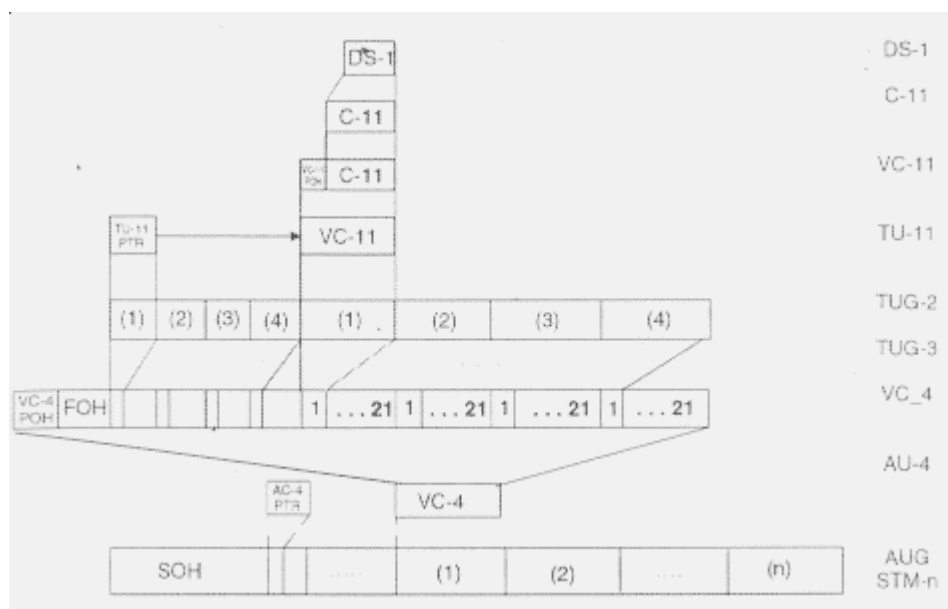
Do vậy, trong cấu trúc của khung STM-1, AU-4 là tổ hợp của vùng trường tin STM-1 và vùng con trỏ AU, và cấu trúc cuối cùng của STM-1 có thể đạt được khi các vùng SOH tương ứng được đặt lần lượt vào phần phía trên/ phía dưới của AU-4.

1.4.6 Cấu trúc ghép kênh đồng bộ

Như đã được mô tả, quá trình ghép kênh đồng bộ xử lý tất cả các tín hiệu phân cấp số một cách ngang bằng và nó sẽ thiết lập nên các tín hiệu STM-n. Trong hình 1.41, sơ đồ tổng thể của cấu trúc ghép kênh đồng bộ trên các tín hiệu phân cấp đã được đưa ra.

Trong hình này, các con số nằm trong ngoặc chỉ rõ số lượng tín hiệu cần thiết cho quá trình ghép kênh tương ứng. Qua trình ghép kênh đồng bộ nằm trong hình chữ nhật in chấm (được chỉ thị bằng chữ SM), trong khi đó, hình chữ nhật phía bên trái được chỉ thị bằng chữ AM, biểu thị cho quá trình ghép kênh không đồng bộ mà trong đó các tín hiệu phân cấp được hìn thành.

Tại bước đầu tiên của quá trình ghép kênh đồng bộ, các tín hiệu của mỗi cấp được ánh xạ sang các công tenơ tương ứng. Đồng thời, phương pháp chèn dương/không/âm hoặc chỉ chèn dương trong khối bit được sử dụng để đồng bộ hoá. Một VC (Công tenơ) được hình thành nếu đưa thêm POH vào côngtenơ, và một TU (khối phân nhánh) được hình thành nếu gắn thêm PTR vào nó. Tuy nhiên, như trong trường hợp VC-4, VC-3, TU sẽ trở thành AU (Khối quản lý) nếu tín hiệu được ánh xạ thẳng sang STM-1 mà không qua các VC khác. Khi đó, số m (m=1, 2, 3, 4) gán cho mỗi khối tín hiệu sẽ chỉ thị rằng mỗi tốc độ bit của khối tín hiệu liên quan sẽ tương ứng với cấp DS-m. Khi m=1, nó được chia nhỏ thành 11 và 12 và chúng biểu thị tương ứng cho tốc độ bit của hệ thống Bắc Mỹ DS-1 và hệ thống Châu Âu DS-1E.



Hình 1.47. Quá trình ghép kênh trên đường truyền

Tuy nhiên, trong trường hợp STM-n, tốc độ bit gấp n lần 155,520 Mbít/s

Trường hợp TU-1 (TU - 11 hoặc TU-12) nó được ghép kênh thành VC-3 và VC-4 thành kiểu TUG (nhóm của khối phân nhánh) sau khi được gộp lại thành bốn. TU-2 có thể được xem như tương đồng với TUG-2. Ngoài ra, TU-3 có thể được xem như bằng với TUG-3. VC-3 có thể được ghép kênh thành VC-4 sau khi đã được định tuyến với TU-3, hoặc nó có thể được ghép thẳng vào AU (khối quản lý - Administrative Unit) nhờ định

tuyến cho AU-3. Nhóm đơn vị quản lý AUG- Administrative Unit Group) có thể được xem như tương đồng với AU-4. Sẽ đạt được tín hiệu STM-n khi gán mào đầu đoạn (SOH) vào n nhóm AUG đã được ghép kênh.

Ghép kênh đồng bộ được đưa ra như một trong các thí dụ trong hình 1.47 là quá trình ghép kênh trên các đường truyền của DS-1\C-11\VC-11\TU-11\TUG-2\TUG-3\VC-4\TU-4\AUG\STM-n, được chỉ dẫn bằng các đường kẻ đậm trong Hình 1.41. Như được trình bày trong hình 1.47, tín hiệu DS-1 được ánh xạ trước hết thành C-11 và sau đó VC-11 POH được nạp vào đó để biến đổi nó thành VC-11. Đạt được TUG-2 khi TU-11 PTR được gán tới VC-11, và sau đó nó được ghép thành bốn. Ngay đối với các tín hiệu TUG-2 chúng ta có thể thấy rằng các con trở TU-11 PTR của các TU-11 được gộp lại với nhau và được đưa ra ngoài. Ngoài ra, TUG-3 đạt được nhờ ghép kênh một TUG-2 thành 7 TUG-2 và sau đó, gán FOH vào đầu của chúng. TUG-3 lại được ghép thành 3 TUG-3 và các FOH cùng các VC-4 POH sẽ được gán vào phía trước chúng để đạt được VC-4.

Theo bề ngoài, tín hiệu VC-4 cũng giống như tín hiệu thu được nhờ ghép TUG-2 thành 21 TUG và sau đó gán VC-4 POH và FOH vào phía trước chúng.

Khi kiểm tra các kết quả ghép kênh chúng ta có thể biết rằng mỗi một trong 84 tín hiệu TU-11 có thể được truy nhập trên VC-4. Đồng thời, FOH chỉ được sử dụng như một mào đầu được điền tạm để điều chỉnh kích thước.

Có thể thu được AU-4 nhờ gán AU-4 PTR vào VC-4 và nó cũng giống như tín hiệu AUG. Cuối cùng có thể thu được tín hiệu STM-n khi một AUG được ghép thành n AUG và sau đó. một mào đầu đoạn được gán trên chúng.

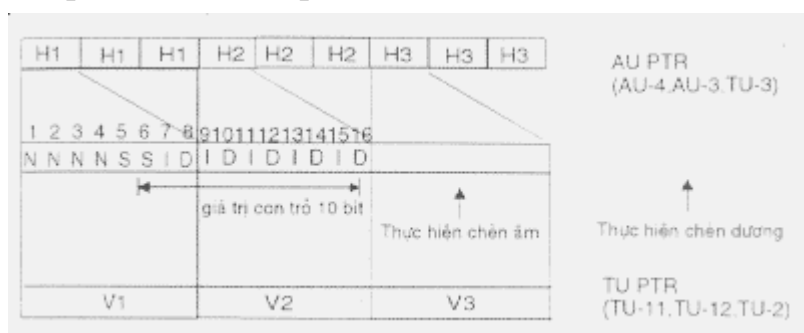
1.4.7 Con trở và đồng bộ hoá

Trong SDH, kỹ thuật con trở được sử dụng để đồng bộ hoá. Con trở này được sử dụng để chỉ thị sự thay đổi mối quan hệ khi VC được đồng chỉnh theo tín hiệu TU hoặc AU và khi VC chỉ thị địa chỉ xuất phát trong một khung TU hoặc AU và điểm xuất phát của nó bị thay đổi.

Như được trình bày trong hình 1.41 các loại con trở khả dụng là AU-4 PTR, AU-3 PTR, TU-3 PTR, và TU-11 PTR, TU-2 PTR, TU-12 PTR v.v.... Trong số đó AU-4 PTR, AU-3 PTR xuất hiện trên vị trí của AU PTR được chỉ rõ trong hình 1.46 và TU-3 PTR được bố trí trên đỉnh của hàng đầu tiên trong phạm vi khung TU-3.

Các con trỏ của lớp có mức cao nói trên được đánh dấu với H1, H2 và H3. các con trỏ của lớp có mức thấp, chẳng hạn như TU-11 PTR, TU-2 PTR và TU-12 PTR được đánh dấu bằng V1, V2 và V3. Các con trỏ của lớp mức thấp này được cấu trúc như sau: ba trong số các byte đầu tiên của mỗi đoạn sẽ đạt được nhờ phân chia TU tương ứng thành một đoạn 125 m s. Trong số đó, việc ứng dụng các đoạn mà ba byte đầu tiên của chúng là các con trỏ V1, V2 và V3, còn byte thứ tư là V4, thì còn chưa được xác định. Đồng thời, vùng trường tin của mỗi TU sẽ bố trí các địa chỉ trên byte đứng ngay đằng sau V2 và sau đó, theo trình tự 0, 1, 2

Các con trỏ H1, H2, H3 và V1, V2, V3 có cùng một chức năng như nhau, trong khi chúng được đánh dấu một cách khác nhau. Hình 1.48 chỉ rõ phải xác định cách sử dụng ba byte này như thế nào. Bốn bit của cờ hiệu số liệu mới (NDF-New Data Flag) chỉ thị trạng thái của số liệu mới, còn bit SS được sử dụng để phân định loại của TU hoặc AU tương ứng. Địa chỉ bắt đầu của VC tương ứng được ghi trên 10 bit sau đó. 10 bit này được phân chia thành 5 bit I (Increment - gia tăng) và 5 bit D (Decrement - giảm) như được trình bày trong hình. Trong số đó, bit I sẽ bị huỷ bỏ mỗi khi địa chỉ của điểm xuất phát được gia tăng và bit D bị huỷ bỏ mỗi khi địa chỉ của điểm xuất phát giảm đi. Cuối cùng, byte H3 (hoặc V3) được sử dụng để nạp các số liệu hợp lệ khi thực hiện việc chèn âm.



Hình 1.48. Cấu hình và chức năng của con trỏ

Khi thực hiện một ghép chèn dương, các số liệu hợp lệ được phát đi bằng cách nạp tải cho byte đứng ngay đằng sau H3 (V3). Khi xảy ra sự khác nhau về tần số giữa khung TU và AU hoặc giữa các VC (là các trường tin của chúng) thì các byte con trỏ có thể được sử dụng để giải quyết các vấn đề này nhờ sử dụng phép chèn dương/ không/âm. Nếu tần số của VC tương ứng bắt đầu lớn hơn so với khung TU/AU thì trường tin cần phát sẽ được gia tăng. Đồng thời, đợi cho tới khi tổng số các dữ liệu được tích tụ do sự khác biệt tần số trở nên bằng 1 byte (trong trường hợp VC-4 là ba

byte), rồi khi đó nạp chúng cho một byte H3 hoặc V3 (trong trường hợp VC-4 là 3 byte), đồng thời huỷ bỏ các bit D. Khi đó, trên khung kế sau, ghi lại địa chỉ mới mà nó đã được giảm đi 1 tương ứng với địa chỉ đã được ghi trước đó trên một con trỏ 10 bit để tiến hành chèn âm. Sử dụng các phương pháp tương tự để tiến hành chèn âm khi tần số của VC tương ứng bắt đầu thấp hơn so với khung TU/AU. Tuy nhiên, khi đó các bit I sẽ bị huỷ bỏ và các số liệu không hợp lệ sẽ được nạp sang byte tiếp sau của H3 hoặc V3 và địa chỉ sẽ được gia tăng 1.

1.4.8 Các đặc điểm của Phương pháp Truyền dẫn Đồng bộ

Như đã phân tích cho tới lúc này, khi được so sánh với truyền dẫn không đồng bộ có một số đặc điểm nổi bật. Trong phần sau đây sẽ giải thích đặc điểm này.

1. Khung 125 às

Có thể thấy đặc điểm đầu tiên của truyền dẫn đồng bộ trong cấu trúc khung của nó; đó là cấu trúc khung được hình thành bằng các khối 125. Đặc điểm này không có trong phân cấp số không đồng bộ hiện dùng. Trong phân cấp số đồng bộ nó cho phép việc truy nhập từ các tín hiệu phân cấp mức cao tới các tín hiệu phân cấp mức thấp; đặc biệt là xuống tới tín hiệu DS-0 được thực hiện một cách dễ dàng. Bằng đặc điểm này, toàn bộ quá trình xử lý số liệu có thể được thực hiện nhờ một đơn vị byte. Tuy nhiên đặc điểm này làm nảy sinh vấn đề trong phân cấp số không đồng bộ hiện tại. Do đó mà biến động (jitter) thời gian đợi trở nên nặng nề. Có nghĩa là việc chèn dương/không/âm là cần thiết khi các tín hiệu C-1 và C-2 được hình thành từ các tín hiệu số DS-1 và DS-2. Nhờ đó, các vấn đề liên quan đến jitter có thể được giải quyết.

2. Sự hợp nhất các phân cấp số

Cấu trúc ghép kênh đồng bộ có khả năng hoà hợp các tín hiệu số Bắc Mỹ và Châu Âu. Có nghĩa là, các tín hiệu STM-n có cùng hình dạng bề ngoài có thể được hình thành qua thủ tục ghép kênh đồng bộ ngay cả khi được gán bất kỳ tín hiệu nào trong số các DS-1, DS-2, DS-3 của Bắc Mỹ và các DS-1E, DS-2E, DS-3E, và DS-4E của Châu Âu. Ngoài ra, các tín hiệu Bắc Mỹ có thể kết hợp được với các tín hiệu Châu Âu trong quá trình ghép kênh đồng bộ, và ngược lại. Trước đây, không thể thực hiện được điều này. Ghép kênh tất cả các đường là phi thực tế và khả năng sử dụng phương thức đó cần phải được xác định để chuẩn bị cho sự liên kết mạng toàn cầu.

3. Cấu trúc phân lớp

Một trong những đặc điểm nổi bật của truyền dẫn đồng bộ là nó có thể thoả hiệp các khái niệm phân lớp khác nhau. Dựa trên khái niệm này, các mào đầu được phân loại thành SOH và POH trong cấu trúc khung. Có nghĩa là mạng thông tin chủ yếu được phân lớp thành các đường và các đoạn. Các mào đầu cần thiết cho các đường sẽ không được xử lý tại các đoạn mà chúng được truyền đi một cách trong suốt. Các SOH nằm ở phần phía trên hoặc phần phía dưới của con trỏ sẽ được phân loại theo chức năng - chúng được gán tương ứng với chức năng đoạn tái tạo và chức năng đoạn ghép kênh. Có nghĩa là các đoạn lại được phân lớp một lần nữa thành các đoạn ghép kênh mức cao và các đoạn tái tạo mức thấp.

4. Sử dụng một cách hệ thống các mào đầu

Trong các tín hiệu STM-1, mào đầu đoạn và con trỏ chiếm một không gian 9x9B. Mào đầu thực tế sẽ tăng lên khi các mào đầu và con trỏ của đường đang xét bị vượt quá trên một số các tầng. Chúng ta có thể biết rằng các mào đầu trong STM-1 vượt quá 105 khi tốc độ báo hiệu DS-4E là 139,264 Mbit/s. Đây là một điều cải tiến to lớn so với mạng phân cấp số không đồng bộ hiện nay. Các mào đầu được sử dụng đầy đủ sau khi được phân loại thành SOH, POH và PTR. Chúng được sử dụng để tạo điều kiện dễ dàng cho công tác quản lý điều hành và sửa chữa mạng thông tin.

5. Đồng bộ hoá bằng con trỏ.

Trong quá trình ghép kênh đồng bộ, mạng thông tin được đồng bộ hoá nhờ việc thỉnh thoảng gài vào các con trỏ. Có nghĩa là sự xê dịch tần số giữa đồng hồ hệ thống và các tín hiệu thu có thể được xử lý phù hợp với con trỏ và chèn dương/không/âm. Thông qua việc sử dụng bộ nhớ cơ động, phương pháp đồng bộ hoá kiểu này tạo điều kiện khả thi cho đồng bộ hoá băng rộng nhờ việc đưa ra khả năng quan hệ với môi trường cận đồng bộ. Phương pháp đồng bộ hoá bằng con trỏ tương ứng với việc nhồi byte, nếu chúng ta nghiên cứu nó trong bối cảnh của đồng bộ hoá nhồi bit. Vì lý do đó, phương pháp đồng bộ hoá con trỏ tạo ra jitter tần số thấp và jitter biên độ cao. Một trong những vấn đề quan trọng là phải giải quyết jitter này.

6. Ghép kênh một bước

Trong quá trình ghép kênh đồng bộ, các đường truyền trên đó các tín hiệu TUG-2 được ánh xạ trực tiếp thành các tín hiệu VC-4, hoặc các tín hiệu AU-3 được ánh xạ trực tiếp thành các tín hiệu. Cái đó gọi là ghép kênh

một bước; tầng trung gian bị bỏ qua trong quá trình ghép kênh. Khái niệm này không hề được ứng dụng đối với quá trình ghép kênh không đồng bộ đang được sử dụng.

Ngoài ra, khi áp dụng trên một mạng thông tin, nơi một số lượng lớn các tín hiệu được gửi đi nhờ tiến hành một số quá trình ghép kênh, khái niệm này tạo điều kiện dễ dàng và kinh tế cho kết nối phân chia và kết nối chéo. Ghép kênh một bước trở nên khả thi nhờ dựa vào khái niệm côngtenơ.

7. Khái niệm Mạng thông tin.

Phương pháp truyền dẫn đồng bộ đã được thiết lập dựa trên cơ sở của khái niệm mạng thông tin. Do bởi các hệ thống thông tin quang hiện nay đã được thiết kế dựa trên quan niệm truyền dẫn điểm nối điểm cho nên sẽ không có hiệu quả khi thực hiện các kết nối tách/nhập hoặc nối kết chéo thường xuyên xảy ra đối với các tín hiệu đã được tạo ra trên các nút ở giữa, sau khi hình thành mạng truyền thông. Tuy nhiên, khi số lượng các hệ thống thông tin quang được sử dụng ngày một nhiều thì các hệ thống và các tiêu chuẩn dựa trên khái niệm của mạng quang đã trở nên cần thiết và khái niệm ghép kênh một bước đã được áp dụng. Hơn nữa, về mặt các mào đầu thì các SOH cần cho các đoạn và POH cần cho các đường đã được phân loại và một vài loại mào đầu trong số đó đã được gán cho việc khai thác và bảo dưỡng mạng thông tin được hiệu quả.

8. Mạng thông tin toàn cầu

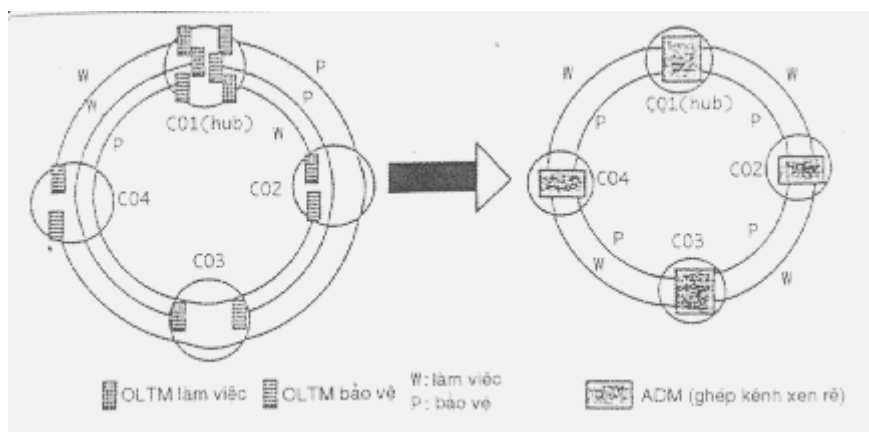
Một đặc điểm khác của mạng truyền dẫn đồng bộ là nó được dựa trên cơ sở khái niệm thông tin toàn cầu. Việc đồng bộ hoá được tiến hành một số lần qua việc sử dụng các con trỏ là yếu tố cho phép mạng truyền dẫn đồng bộ được đồng bộ hoá với mạng thông tin toàn cầu. Vì mục đích đó, phân cấp số của Bắc Mỹ và của Châu Âu đã kết nối với nhau. Nếu các mào đầu từ bên ngoài và cấu trúc ghép kênh được sử dụng đều dựa trên khái niệm này của mạng thông tin thì mạng thông tin toàn cầu có thể trở thành hiện thực.

1.6.6 Các mạch vòng tự hàn gắn (SHR)

1. Lợi ích của việc sử dụng các SHR

Các mạng hiện tại với công nghệ cáp sợi quang đang sử dụng phương pháp định tuyến bảo vệ phân tập tự động và tìm hướng kép để bảo vệ mạng trong những trường hợp đứt cáp hoặc hư hỏng các trung tâm chính. Những mạng như vậy có thể được phát triển thành các vòng SHR nếu như SHR chứng tỏ được là kinh tế hơn. Một mạng mạch vòng là một tập hợp các nút hình thành nên một vòng khép kín, trong

đó mỗi nút được kết nối qua một phương tiện truyền thông song công. Một SHR là một mạng mạch vòng cung cấp dải thông và hoặc thiết bị mạng dự phòng sao cho các dịch vụ bị gián đoạn có thể được phục hồi một cách tự động sau sự cố mạng. Các thiết bị ghép kênh dùng trong các cấu trúc vòng là các thiết bị ADM có nhiệm vụ xen và rẽ các kênh tại chỗ và chuyển tiếp xuyên suốt các kênh quá giang. Hình 1.68 miêu tả một thí dụ về một kịch bản phát triển mạng từ mạng bảo vệ phân tập sang mạch vòng. Hình 1.68(a) miêu tả một mạng cấp quang hướng tâm với ba CO và trung tâm phục vụ của chúng. Các đường truyền thông giữa một CO và trung tâm của nó được đi qua chặng cáp quang ưu tiên điểm - nối - điểm, chặng này được bảo vệ nhờ chặng cáp quang phân tập vật lý do hệ thống APS điều khiển. Các bộ ghép kênh đầu cuối được sử dụng trong mạng cấp quang hướng tâm này có thể được phát triển thành một hệ thống ADMS tốc độ cao, trong đó các ADM này bắt đầu có hiệu lực và khái niệm mạch vòng chứng minh được là có hiệu quả kinh tế. Khi so sánh với đối tác hướng tâm của nó, mạch vòng có thể sẽ cần đến các ADM tốc độ cao hơn, bởi vì nó sử dụng chung không chỉ các phương tiện cấp quang mà còn thiết bị ghép kênh.



Hình 1.68 Phát triển của cấu trúc mạch vòng

Như được mô tả trong hình 1.68, cấu trúc mạch vòng đã có những ưu điểm sau đây so với cấu trúc hướng tâm 1:1/DP: (1) giảm bớt các sợi quang và các thiết bị quang/điện tử và các bộ tái tạo; và (2) khả năng sinh tồn đầy đủ trong khi đứt cáp quang và hỏng nút mạng (trừ nút bị hỏng). Đối với thí dụ trình bày trong hình 1.68(a), mạng hướng tâm 1:1/DP yêu cầu 12 bộ OLTM, còn mạng mạch vòng trình bày trong hình 1.68(b) chỉ đòi hỏi có 4 bộ ADM. Phụ thuộc vào các tốc độ đường dây được dùng, một số ADM ít hơn cho mạch vòng có thể không nhất thiết chứng tỏ rằng các chi phí đầu tư là thấp hơn. Nếu ta nghiên cứu một trường hợp trong đó cả hai mạng vòng và hướng tâm đều sử dụng cùng một tốc độ đường dây, và chi phí của một OLTM vào khoảng 80% chi phí của một ADM (tại cùng một tốc độ đường

dây) thì mạng vòng có thể tiết kiệm được 58% chi phí đầu tư so với đối tác hướng tâm của nó. Bây giờ chúng ta nghiên cứu một trường hợp khác, trong đó mạng hướng tâm 1:1/DP sử dụng hệ thống 565 Mbit/s và mạng vòng sử dụng hệ thống 2,40 Gbit/s. Giả thiết rằng giá thành tương đối của một thiết bị kết cuối 565 - Mbit/s là 1 và chi phí của thiết bị 2,40 Gbit/s gấp ba lần giá thành này. Mạng vòng đang nghiên cứu ở đây cần đến bốn bộ ADM 2,4 cobit/s, điều này dẫn đến một giá thành tương đối là 12 ($1 \times 3 \times 4 = 12$), trong khi đó mạng hướng tâm 1:1/DP cần đến 12 bộ OLTM 565 Mbit/s, điều này dẫn đến một giá thành tương đối là 9,6 ($1 \times 0,8 \times 12 = 9,6$). Do vậy, trong thí dụ đặc trưng này, mạng hướng tâm 1:1/DP dường như ít đắt hơn mạng vòng. Tuy nhiên, có thể phải cần đến các bộ tái tạo cho các chặng bảo vệ phân tập dài hơn trong các mạng hướng tâm cáp quang rộng hơn và có thể điều chỉnh những lợi thế của việc sử dụng các OLTM tốc độ thấp. Khi số lượng các nút trong mạng vòng tăng lên tới tám hoặc lớn hơn, mạng 1:1/DP sẽ bắt đầu ít hấp dẫn hơn so với mạch vòng.

Lưu ý rằng thảo luận ở đây chỉ chú ý đến giá thành của thiết bị ghép kênh, bởi vì nó là yếu tố nổi trội nhất của toàn bộ giá thành hệ thống chuyên tải bằng cáp quang đối với các mạng "intra LATA".

Trong nhiều trường hợp, mạng vòng có các ưu điểm về kinh tế so với đối tác hướng tâm của nó, tuy nhiên, nó có thể gặp khó khăn hơn hoặc đắt đỏ hơn để nâng cấp hệ thống khi dung lượng mạch vòng đã cạn kiệt. Mạch vòng cũng có thể cần đến một hệ thống điều khiển mạng phức tạp hơn so với đối tác định tâm của nó, bởi vì rằng tất cả các nút sẽ tương tác với nhau khi các tình huống sự cố xảy ra hoặc có yêu cầu tái cấu hình. Tuy nhiên, vấn đề cạn kiệt của dung lượng mạch vòng có thể được giảm bớt hoặc được giải quyết nhờ quy hoạch mạng cẩn thận hoặc triển khai ADM tốc độ cao hơn nhiều (chẳng hạn, tính khả dụng của các ADM 9,6 Gbit/s). Và lại (xem mục 4.5), hệ thống điều khiển dùng cho mạng vòng có thể được đơn giản hoá khi thiết bị SONET được triển khai. Bảng 1.17 tổng kết hoá một sự so sánh tương đối giữa các cấu trúc mạng vòng và định tâm với mạng bảo vệ phân tập (Hub/DP).

Bảng 1.17. So sánh giữa định tuyến bảo vệ phân tập và cấu trúc SHR

Các thuộc tính	Hub/DP	SHR/ADM
Khả năng nâng cấp	Dễ dàng	Khó khăn - đắt
Tổng số cáp quang	Nhiều hơn	Ít hơn
Tổng số đầu cuối	Nhiều hơn	Ít hơn
Tốc độ đầu cuối	Thấp hơn	Cao hơn

Khả năng sinh tồn của cáp sợi quang	Ê 100% *	100%
Khả năng sinh tồn của trung tâm **	Nghèo	Tốt hơn

* Phụ thuộc vào cấp bảo vệ 1:1 hay 1: N

** Giả thiết toàn bộ toà nhà trung tâm bị hư hỏng.

2. SHR của SONET

SHR là một mạng đường vòng cung cấp dải thông hoặc và thiết bị mạng dư thừa, sao cho các dịch vụ bị gián đoạn có thể được khôi phục một cách tự động. Giải pháp chung để bảo đảm một khả năng tự hàn gắn là cung cấp một vòng truyền thông thứ hai song song với vòng làm việc thứ nhất. Trong trường hợp này, một sự cố trên vòng có thể được bỏ qua nhờ chuyển các cuộc truyền thông sang vòng thứ hai; nói chung nó được coi như một chức năng chuyển mạch đường dây (hoặc chuyển mạch bảo vệ). Hơn nữa, nếu vòng thứ hai phát theo hướng ngược lại so với vòng thứ nhất thì một sự ngắt trong cả hai vòng giữa hai nút kề liền nhau có thể được cứu vãn nhờ các nút trên một trong hai phía bị ngắt bằng việc đầu vòng các cuộc liên lạc ngược trở lại sang vòng thứ hai. Nó được gọi một cách thông dụng là chức năng đầu vòng ngược. Hình 1.69 miêu tả các thí dụ về chuyển mạch đường dây và mạch vòng ngược để phục hồi.

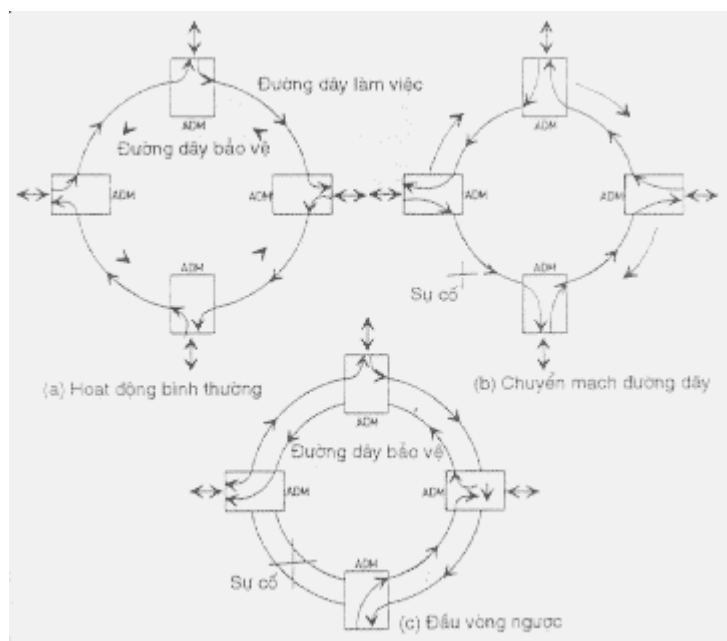
Chú ý rằng một sự kết hợp các chức năng vòng ngược và chuyển mạch đường dây (trên một trong hai phía bị ngắt) có thể được sử dụng để phục hồi dịch vụ bị gián đoạn. Do vậy, một thuộc tính quan trọng của SHR là: nếu vòng bị "gãy" tại bất kỳ một điểm nào đó, thì hướng truyền dẫn đối với các tín hiệu có thể được đảo lại nhằm tránh việc mất dịch vụ.

Các SHR của SONET có thể được phân chia thành hai loại phổ biến là đơn hướng và song hướng theo hướng của luồng lưu lượng dưới các điều kiện bình thường. Cấu trúc của SHR thuộc về một trong hai loại phổ biến này có thể khác nhau về cơ chế điều khiển bảo vệ cần sử dụng để phục hồi các dịch vụ bị gián đoạn.

SHR đơn hướng

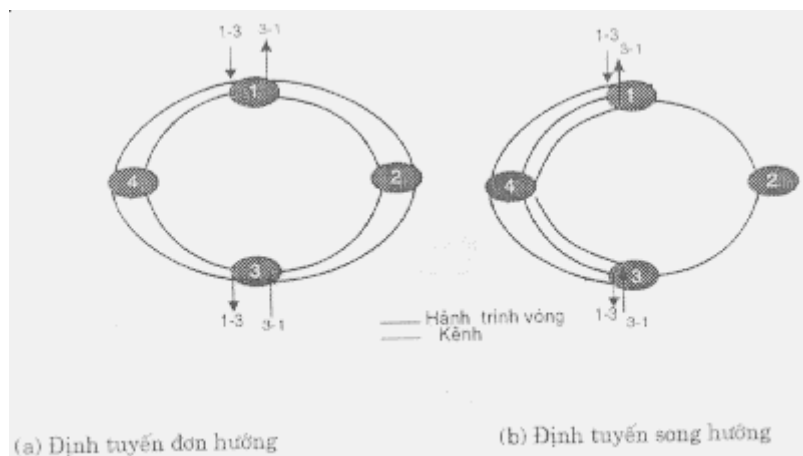
Trong SHR đơn hướng (USHR) lưu lượng làm việc được chuyển quanh mạng vòng chỉ theo một hướng (chẳng hạn ngược chiều kim đồng hồ). Hãy tham khảo hình 1.70(a). Lưu lượng từ bất kỳ một nút nào đó được định tuyến theo các đường truyền thông làm việc từ Nút 1 tới Nút 3 (tức là đường 1-2-3). Lưu lượng quay về tiếp tục đi theo vòng từ Nút 3 quay về Nút 1 theo cùng một chiều như từ Nút 1 đến Nút 3, sử dụng phần còn lại của vòng làm việc (tức là đường 3-4-1).

Do vậy, lưu lượng đi tới tại Nút 1 và Nút 3 theo các con đường khác nhau. Do quá trình truyền dẫn của lưu lượng làm việc bình thường trên USHR này là chỉ đi theo một chiều cho nên dung lượng của vòng được xác định bởi tổng nhu cầu giữa các nút. Các USHR đôi khi được gọi là "các vòng quay ngược" là bởi vì vòng truyền thông thứ hai (chỉ để bảo vệ) được phát đi theo chiều ngược với vòng thứ nhất (vòng làm việc).



Hình 1.69. Chuyển mạch đường dây so với đầu vòng ngược dung để phục hồi đường vòng.

Vì các kênh phục vụ được định tuyến một cách đơn hướng, cho nên cần phải có một cấp quang để vận chuyển chúng. USHR này có thể được cài đặt theo khái niệm bảo vệ 1:1 hoặc 1 + 1. USHR sử dụng một vòng riêng biệt làm vòng bảo vệ mà nó không vận chuyển nhu cầu dịch vụ trong trạng thái bình thường và nó trộn (đấu vòng) các kênh bị gián đoạn sang vòng bảo vệ từ phía vòng làm việc khi thành phần của mạng bị hỏng. Cấu trúc 1:1/USHR này cũng được gọi là một SHR đơn hướng trộn (USHR/L). Tương phản lại, USHR 1 + 1 phân chia các tín hiệu sang cả hai vòng làm việc và bảo vệ tại nút phía phát này (có nghĩa là bắc cầu đầu cuối), còn nút phía thu sẽ lựa chọn tín hiệu tốt nhất trong hai tín hiệu như nhau dựa trên tiêu chuẩn chuyển mạch bảo vệ. Cấu hình USHR 1 + 1 này đôi khi được gọi là một đường đơn hướng SHR (USHR/P). Lưu ý rằng các USHR 1:1 có thể được cấu hình như các USHR 1:N, có nghĩa là một vòng truyền thông bảo vệ được cho N vòng truyền thông làm việc dùng chung: tuy vậy các USHR 1:N không phải là loại tự hàn gắn được toàn bộ.



Hình 1.70. Các định nghĩa về các SHR đơn hướng và song hướng

SHR song hướng

Như được trình bày trong hình 1.70(b), ở trường hợp SHR song hướng (BSHR), lưu lượng làm việc đi theo cả hai hướng trên một đường duy nhất; đường này sử dụng hai đường truyền thông song song với nhau (hướng hoạt động và hướng ngược lại) giữa các nút của vòng (chẳng hạn giữa Nút 1 và Nút 3). Thí dụ, trong điều kiện bình thường, các tín hiệu từ Nút 1 đến Nút 3 được định tuyến qua đường 1-2-3, còn các tín hiệu quay về từ Nút 3 tới Nút 1 được định tuyến qua cùng một đường như vậy (đường 3-2-1). Vì lưu lượng được định tuyến trên một đường duy nhất giữa các nút mà dung lượng dư thừa quanh một vòng có thể được dùng chung trên cơ sở từng tuyến kết nối và nó không được dành riêng cho tổng yêu cầu trên vòng đó (như đối với trường hợp USHR). Do các kênh nghiệp vụ được định tuyến song hướng tại hai nút, cho nên cần đến hai cấp quang để vận chuyển các kênh nghiệp vụ này.

Một BSHR có thể dùng hai hoặc bốn cấp quang, tùy thuộc vào việc bố trí dung lượng dư thừa. Trong trường hợp BSHR bốn cấp quang (hoặc cấu hình 1:1) một vòng truyền thông thứ hai, cô lập với vòng thứ nhất, sẽ được cung cấp để bảo vệ. Các kênh làm việc và bảo vệ sẽ sử dụng các vòng truyền thông khác nhau. Các BSHR 1:1 cũng có thể được cấu hình như các BSHR 1:N, tức là một vòng truyền thông bảo vệ dùng cho N vòng truyền thông làm việc. Như được đề cập ở trên, các BSHR 1:N không phải là loại tự hàn gắn đầy đủ, và do vậy, trong mục này sẽ không thảo luận về chúng. Trong trường hợp của BSHR hai cấp quang, các kênh làm việc và bảo vệ sử dụng cùng một cấp quang với một phần dải thông được dự phòng để bảo vệ. Để cung cấp một chức năng tự hàn gắn, thường một nửa dải thông sẽ được dự phòng để bảo vệ. Việc bố trí mạng vòng như vậy có thể bảo đảm chuyên mạch bảo vệ đường dây nhờ sử dụng phương pháp TSI để

hoà nhập các kênh làm việc trong cáp quang bị hỏng với các kênh bảo vệ trong cáp quang không bị ảnh hưởng. Các USHR và BCSR còn có thể được phân loại tiếp thành các SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây và đường truyền phù hợp với mức của SONET dùng để: (1) vận chuyển các tin báo gặp sự cố và (2) xúc phát hoạt động chuyển mạch bảo vệ để cho phép vòng được phục hồi một cách tự động khỏi sự cố.

SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây

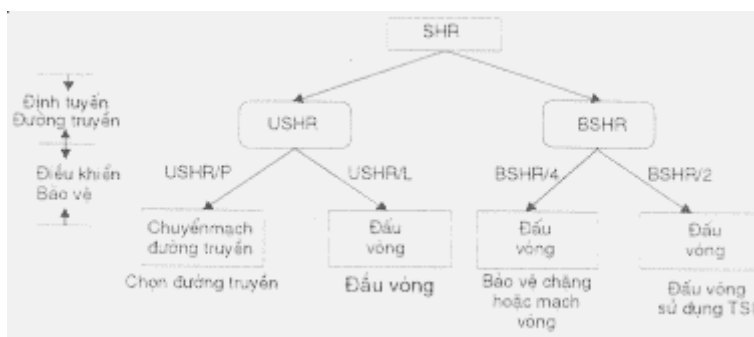
Một cấu trúc SHR chuyển mạch bảo vệ đường dây sử dụng tiêu đề đường dây của SONET (chẳng hạn các byte K1 và K2) để vận chuyển các tin báo sự cố và để xúc phát động tác chuyển mạch bảo vệ. Động tác chuyển mạch bảo vệ chỉ được thực hiện tại lớp đường dây để phục hồi khỏi sự cố và không liên quan đến lớp đường truyền. Nó phục hồi yêu cầu đường dây khỏi một phương tiện bị sự cố. Các cấu trúc chuyển mạch bảo vệ đường dây đã được xác định cho cả hai loại USHR và BCSR, sử dụng nguyên tắc đầu vòng lưu lượng sang đường bảo vệ. Khi một vòng bị đứt cần phải có điều khiển tại chỗ và điều khiển từ xa để thực hiện việc đầu vòng lưu lượng tại các nút nằm trên hai phía của chỗ đứt. Hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường dây là một sự lựa chọn tự nhiên đối với tất cả các BCSR bởi vì định tuyến yêu cầu BCSR sử dụng cùng một nguyên tắc như các hệ thống điểm - nối - điểm hiện nay, là những hệ thống sử dụng hệ chuyển mạch bảo vệ đường dây (tức là APS) để phục hồi các yêu cầu nếu một cấu kiện mạng bị hư hỏng.

SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền

Một cấu trúc SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền sử dụng tín hiệu của lớp đường truyền (chẳng hạn, đường AIS) để khởi động chuyển mạch bảo vệ. Khác với hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường dây, hệ thống chuyển mạch bảo vệ đường truyền sẽ phục hồi một kênh STS hoặc VT đầu cuối - tới - đầu cuối. Chuyển mạch đường truyền của một đường đặc trưng nào đó độc lập với trạng thái của các đường khác. Mặc dù một nút nào đó phát hiện một sự cố đường dây, thì chuyển mạch vẫn được thực hiện tại lớp đường truyền cho các SHR chuyển mạch đường truyền. Với chuyển mạch bảo vệ đường truyền, người ta xác định rõ hai cấp của các mức mạch vòng: VT và STS. SHR chuyển mạch bảo vệ đường truyền VT được xác định như một vòng, trong đó đường truyền VT được chuyển mạch cho các cuộc sắp xếp lại mạch vòng, và SHR chuyển mạch bảo vệ đường STS được xác định như một mạch vòng trong đó các đường truyền STS được chuyển mạch để tái sắp xếp mạch vòng.

Các vòng chuyển mạch đường truyền STS và VT tương ứng được sử dụng chủ yếu trong các mạng liên tổng đài và các mạng đầu vòng.

Hình 1.71 miêu tả các yêu cầu kỹ thuật của cấu trúc vòng SONET dựa trên cơ sở định tuyến yêu cầu và cơ chế điều khiển bảo vệ.



Hình 1.71.

1.7 SỰ TIẾN TRIỂN SANG BISDN

B-ISDN đã được phát triển để điều tiết các thể loại khác nhau của các tín hiệu băng rộng, dựa trên những khái niệm về tiêu chuẩn ISDN và tiêu chuẩn thông tin quang đồng bộ, trong khi đó hệ thống thông tin ATM đã được phát triển để cài đặt B-ISDN. Mục tiêu chủ yếu của BISDN là liên kết tất cả các tín hiệu liên tục theo thời gian thực và các tín hiệu số liệu theo nhóm có sự phân bố dải tần rộng (cần thiết để cung cấp các dịch vụ băng hẹp, phát hiện từ xa, chẳng hạn như giám sát từ xa, đầu cuối số liệu, điện thoại và fax, và các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình, truyền tín hiệu truyền hình độ nét cao, truyền số liệu tốc độ cao v.v). B-ISDN đòi hỏi một phương pháp hiệu quả để có thể xử lý chung tất cả các dịch vụ nói trên. Hệ thống truyền thông ATM (phương thức chuyển giao không đồng bộ) đã được đề xuất như là một giải pháp.

Các khái niệm về BISDN đã được phát triển để đáp ứng một cách hiệu quả các nhu cầu đang càng ngày càng gia tăng về các thể loại dịch vụ băng rộng khác nhau. Để điều tiết tất cả các loại tín hiệu băng rộng này, các dịch vụ thông tin, chẳng hạn như các thể loại điện thoại video, cần được liên kết với các loại dịch vụ phân bố, chẳng hạn như CATV. Ngoài ra, phải có một chức năng cung cấp cả các dịch vụ chế độ kênh, cả các dịch vụ chế độ gói.

Mặt khác, lại đã từng có một đòi hỏi về khả năng mạng có khả năng cung cấp dịch vụ giám sát từ xa hoạt động tại một tốc độ truyền dẫn thấp (bit/s) cũng như dịch vụ thoại/thị tần hoạt động ở tốc độ truyền dẫn trung bình/cao (vài chục kbit/s cho thoại và vài trăm Mbit/s cho video). Một

giải pháp cho việc này là đề xuất tiêu chuẩn hoá các loại tín hiệu khác nhau của các dịch vụ để ứng có các hình thức bề ngoài như nhau và sau đó, tích trữ chúng lại để ghép kênh. Các tế bào ATM đã được sử dụng để tiêu chuẩn hoá các hình thức bề ngoài của các tín hiệu dịch vụ và hệ thống ATDM (ghép kênh không đồng bộ phân chia theo thời gian) đã được sử dụng để ghép một nhóm các tế bào ATM; một hệ thống truyền thông dựa trên cơ sở các tế bào ATM và ghép kênh ATDM được gọi là hệ thống thông tin ATM.

Hệ thống truyền thông ATM đã liên kết hệ thống thông tin digital chế độ kênh đang hoạt động với hệ thống thông tin chế độ gói. Hệ thống thông tin ATM giống như hệ thống thông tin gói, trong đó nó sử dụng các tế bào ATM như một phương tiện truyền dẫn cơ bản, trong khi đó nó khác với chuyển mạch gói ở chỗ nó đồng thời có thể xử lý được các tín hiệu thời gian thực và tương đương. Ngoài ra, các hệ thống chuyển mạch gói nói chung đã được sử dụng một cách cục bộ trong các mạng LAN, còn đối với hệ thống ATM thì do nó đã được thiết kế để sử dụng trên các mạng công cộng định cỡ lớn, cho nên nó khắc phục được những khó khăn trong việc gán địa chỉ, điều khiển kết nối và lưu trình, chuyển mạch và truyền dẫn. Mặt khác, so với hệ thống thông tin chế độ kênh (phân bố kênh cho mỗi dịch vụ rồi sau đó thông qua các kênh này mà chuyển các tín hiệu thông tin đi như một dây bít liên tục), ATM phân chia các tín hiệu mang thông tin rồi sau đó nạp chúng vào các tế bào ATM để chuyển chúng đi qua các kênh ảo. Do vậy, một số vấn đề mới liên quan đến việc thiết lập nối kết, quá trình báo hiệu, đến truyền dẫn và chuyển mạch đã phát sinh.

B-ISDN hay hệ thống thông tin ATM đã được triển khai vào cuối năm 1980, từ đó đến nay nó vẫn được nghiên cứu và nâng cấp. Do vậy trong mục sau đây sẽ xem xét lại các vấn đề liên quan đến chúng, dựa trên các điều khoản thuộc về B-ISDN của ITU-T.

Hệ thống thông tin ATM đã được phát triển để cài đặt B-ISDN cho nên đôi khi nó được xem là "mạng ATM".

1.7.1 Các khái niệm cơ bản của B-ISDN

Khi xã hội phát triển, khi càng ngày càng có nhiều công ty mọc lên, thì nhu cầu về các dịch vụ đa phương tiện và các dịch vụ băng rộng khác nhau cũng đang gia tăng một cách đáng kể. Bây giờ càng ngày càng có nhiều người sử dụng các đầu cuối số liệu, các máy tính cá nhân, các máy Fax và các hệ thống hội nghị video, và số lượng các công ty nhận tham gia vào các dịch vụ CATV cũng đã tăng lên.

Ngoài ra, nhu cầu về các dịch vụ như điện thoại thấy hình (video), truyền hình độ phân giải cao, truyền số liệu tốc độ cao, dịch vụ giám sát bằng video, truy tìm bằng video, video text băng rộng cũng đang tiếp tục gia tăng. Những dịch vụ kể trên bao gồm các dịch vụ giao lưu cũng như các dịch vụ phân phối mà một số trong các dịch vụ đó có thể cần đến các mạng riêng của mình (do một số trong các dịch vụ đó là các dịch vụ chế độ kênh, một số là các dịch vụ chế độ gói). Song để làm được điều đó cần phải đầu tư mạnh và sẽ làm cho thông tin trở nên kém hiệu quả. Do đó, hiện đang có một nhu cầu liên kết các dịch vụ nói trên thành một mạng truyền thông chung cho tất cả các dịch vụ liên kết.

BISDN - một mạng thông tin số, có khả năng cung cấp các loại hình dịch vụ băng hẹp, chẳng hạn như điện thoại, các đầu cuối số liệu, giám sát từ xa, facsimin, teletext, cũng như các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình, truyền dẫn hình ảnh có độ phân giải cao, truyền số liệu tốc độ cao, giám sát bằng video và CATV...

Do vậy, B-ISDN có thể được xem như một mạng thông tin mà nó đã được phát triển từ mạng ISDN băng hẹp hiện đang được sử dụng.

1.7.2 Các đặc trưng tín hiệu của dịch vụ B-ISDN

B-ISDN có những mục đích cơ bản là kết hợp tất cả các dịch vụ hiện hữu vào một mạng truyền thông trong tương lai. Do vậy, về cơ bản nó cung cấp các dịch vụ băng hẹp, chẳng hạn như điện thoại, đầu cuối số liệu, facsimile, soạn thảo văn bản từ xa, đọc số đo từ xa, videotex, bưu chính điện tử, teletex. Ngoài ra, nó có khả năng cung cấp các dịch vụ băng rộng, chẳng hạn như điện thoại thấy hình, hội nghị truyền hình và truyền số liệu tốc độ cao, facsimile màu, CATV, phân phối HDTV, âm thanh nhạy cảm cao, thư truyền hình, giám sát bằng video, truyền chương trình chiếu phim độ phân giải cao và videotex băng rộng.

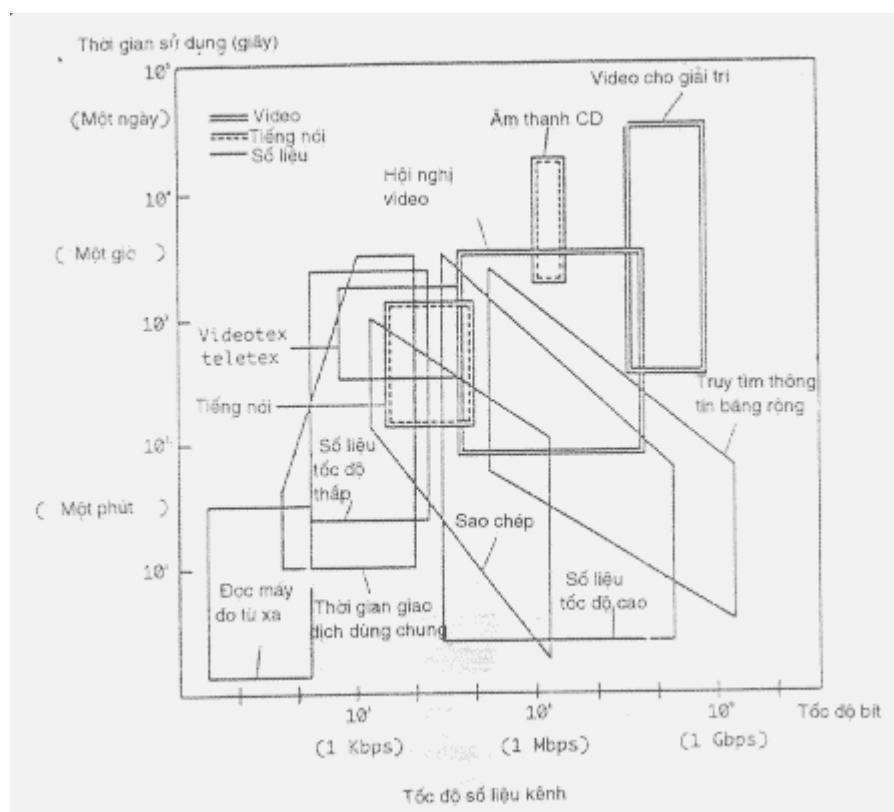
Những dịch vụ BISDN này bao gồm tất cả các dịch vụ có những đặc tính khác nhau. Có nghĩa là, các dịch vụ tương tác chẳng hạn như điện thoại hoặc điện thoại thấy hình và các dịch vụ thông báo chẳng hạn như bưu chính điện tử hoặc bưu chính bằng hình ảnh và các dịch vụ truy tìm để tra cứu bản vẽ và văn bản đều được bao gồm trong đó. Các dịch vụ này là các dịch vụ thông tin mà tín hiệu của dịch vụ được chuyển giao theo cả hai chiều, song bên cạnh đó, chúng còn có các dịch vụ phân phối một chiều, chẳng hạn như dịch vụ CATV.

Những đặc trưng nổi bật nhất của các tín hiệu dịch vụ B-ISDN là phạm vi phân bố dải thông của nó rất rộng. Trong khi tín hiệu cấu hình cơ bản của ISDN băng hẹp được phân bố quanh tín hiệu thoại thì việc phân bố tốc độ tín hiệu của B-ISDN bao gồm các lớp digital khác, các tín hiệu video

khác nhau và các tín hiệu truyền số liệu tốc độ cao. Do đó, đứng trên quan điểm tốc độ truyền dẫn, các tín hiệu của dịch vụ chiếm băng tần rộng từ vài bit/s của các tín hiệu giám sát từ xa tới các tín hiệu video với vài trăm Mbit/s. Ngoài ra, thời gian sử dụng nó trong phạm vi từ các số liệu tốc độ thấp, có độ dài vài giây, tới dịch vụ video có độ dài vài giờ, các dịch vụ thoại có độ dài vài ba phút.

Như đã mô tả, B-ISDN có khả năng cung cấp dịch vụ băng rộng tới nhiều Mbit/s, còn các tần số mà nó sử dụng và phân bố thời gian sử dụng thì có phạm vi rất rộng.

Đặc tính phân bố khác của tín hiệu dịch vụ B-ISDN là các tín hiệu liên tục, chẳng hạn như tiếng nói và hình ảnh, có thể cùng "sống chung" với các tín hiệu nhóm, chẳng hạn như số liệu đầu cuối. Các tín hiệu tiếng nói và hình ảnh có thể trở thành các tín hiệu tốc độ bit bằng nhau nhờ phương pháp số hoá. Tuy nhiên, các tín hiệu số liệu khác nhau là các tín hiệu với tốc độ bit biến đổi rất rộng. Mặt khác, các tín hiệu hình ảnh và âm thanh đòi hỏi được xử lý theo thời gian thực, còn trong trường hợp số liệu thì không cần như vậy.



Hình 1.72. Phân bố dịch vụ của B-ISDN

Do những sự khác nhau như vậy, chuyên mạch và truyền dẫn các tín hiệu dịch vụ B-ISDN trở nên khó mà thực hiện được. Vì lý do đó, chuyên

mạch gói là lý tưởng đối với tốc độ thấp hoặc số liệu nhóm, trong khi đó, đối với tín hiệu tiếng nói và hình ảnh thì chuyển mạch kênh là thích hợp hơn. Ngoài ra, đối với các tín hiệu thoại, chuyển mạch phân chia thời gian đã phát hiện từ lâu là thích hợp hơn cả, còn đối với các tín hiệu video tốc độ cao là chuyển mạch kênh phân chia theo không gian.

Vì vậy, tìm được một hệ thống truyền dẫn có khả năng trao đổi với nhau các tín hiệu tốc độ thấp/cao và các tín hiệu liên tục/ nhóm là cực kỳ khó khăn.

Tốc độ số liệu kênh

1.7.3 Nền tảng kỹ thuật của B-ISDN

Như đề cập trước đây, vì các dịch vụ do B-ISDN cung cấp có những đặc điểm khác nhau, cho nên một số công nghệ cơ bản được đòi hỏi để hiện thực hoá B-ISDN. Thứ nhất, xử lý tốc độ cao và công nghệ môi trường, truyền dẫn băng rộng và công nghệ chuyển mạch băng rộng; chúng được yêu cầu là bởi vì các tín hiệu của dịch vụ băng rộng và tốc độ cao được sử dụng rộng rãi. Và lại, việc cải thiện công nghệ và thiết bị xử lý video là cần thiết bởi vì các dịch vụ chính của B-ISDN là các loại dịch vụ video khác nhau. Hơn nữa, công nghệ mạng thông tin đối với những vấn đề trên đây là cần thiết, bởi vì các dịch vụ tốc độ thấp/tốc độ cao được cung cấp và các dịch vụ chế độ gói đồng tồn tại.

Những công nghệ cơ bản này đã được phát triển và được nâng cấp liên tục nhằm đáp ứng một cách đầy đủ nhu cầu về các dịch vụ băng rộng càng ngày càng tăng. Thứ nhất, công nghệ thông tin quang đã được nâng cao; suy hao của cáp sợi quang đã được giảm xuống thấp hơn 0,5 dB/Km và giá cả của các phần tử bức xạ/thu ánh sáng đã sụt xuống khá nhanh chóng; Hơn nữa, công nghệ về mạch tích hợp và công nghệ chế tạo các cấu kiện cũng đã rất tiên tiến. Các phần tử Silíc lưỡng cực hoặc GaAs được phát triển một cách thành công có khả năng thực hiện việc xử lý tốc độ cao (hàng trăm Mbit/s hoặc Gbit/s) và CMOS có khả năng xử lý mức 150 Mbit/s. Ngoài ra, công nghệ phần mềm và m p tiên tiến một cách thành công tạo điều kiện để điều khiển tốc độ cao, cũng như hoạt động và chuyển mạch tốc độ cao trở nên có thể được.

Việc nén, chuyển đổi và tái tạo các tín hiệu dịch vụ khác nhau đã trở nên dễ dàng do phát triển công nghệ xử lý tín hiệu. Và lại, việc thu thập, thay đổi và xử lý các tín hiệu dịch vụ đã trở nên dễ dàng hơn nhờ phát triển công nghệ máy tính. Qua việc sử dụng công nghệ nói trên, cùng với công nghệ VLSI, các thiết bị đầu cuối khách hàng hiệu quả đã được phát triển. Thêm vào đó, các thiết bị đầu cuối B-ISDN được sử dụng cho các thiết bị video khác nhau đã được triển khai một cách thành công và được sử dụng

với các monitor TV chất lượng cao, cùng với các camera video có độ nhạy cao.

Mặt khác, các hoạt động tiêu chuẩn hoá của ISDN, theo sáng kiến của ITU-T trong những năm 1980, đã ảnh hưởng đến rất nhiều hoạt động nghiên cứu về sự liên kết các loại tín hiệu dịch vụ khác nhau cũng như việc số hoá mạng thông tin và đã đóng góp vào sự phát triển công nghệ thông tin. Dựa vào những vấn đề nói trên, hệ thống thông tin ATM có khả năng cung cấp dịch vụ B-ISDN có những nét đặc trưng khác nhau. Điều này đã dẫn đến sự phát triển công nghệ liên kết dịch vụ B-ISDN.

1.7.4 Nền tảng của tiêu chuẩn hoá B-ISDN

Trong quá trình tiêu chuẩn hoá B-ISDN tiến hành vào đầu những năm 80, ITU-T đã quy định các kênh H1, H2, H3, H4 là các kênh tốc độ cao của khách hàng. Trong số đó, kênh H1 được phối ghép với nhóm sơ cấp của ISDN trong dạng kênh H11 1,536 Mbit/s và kênh H12 1,920 Mbit/s, và vì vậy hình thành cơ sở của ISDN cùng với giao diện cơ bản $2B + D$ 144 kbit/s.

H2, H3 và H4 được quy định là các kênh băng rộng tương ứng với phân cấp số đang tồn tại.

Bắt đầu từ năm 1985 người ta đã chú ý đến các kênh băng rộng và kết quả là các tốc độ bit 30 - 40, 45 60 - 70 Mbit/s đã được xem là tiêu chuẩn cho các kênh H2, H3 và H4. Mặt khác, uỷ ban T1 đã đưa ra một dự án sử dụng 149,760 Mbit/s dựa trên cơ sở SONET.

Sau đó, vào tháng Bảy năm 1986, ITU-T bắt đầu tiêu chuẩn hoá giao diện nút mạng (NNI) một cách độc lập với tiêu chuẩn hoá giao diện khách hàng - mạng (UNI) của B-ISDN.

Nhiệm vụ tiêu chuẩn hoá NNI, vốn được tiến hành dưới nhiều điều kiện khó khăn, đã đi đến thoả thuận là sử dụng tiêu chuẩn tín hiệu STM-1, có cấu trúc $9B \times 270$ và có tốc độ bit 155,520 Mbit/s, tại hội nghị Seoul được tổ chức vào tháng Hai năm 1988. Sau đó, nó trở thành phân cấp số đồng bộ của các khuyến nghị G.707 - G.709. Mặt khác, nhiệm vụ tiêu chuẩn hoá UNI của B-ISDN do BBTG (Broad Band Task Group- Nhóm đặc trách băng rộng) thực hiện đã hoà nhập với khuyến nghị I.121 vào năm 1988 tại cùng hội nghị trên. Đó là những văn kiện đầu tiên đã đặt tả khuôn khổ cơ bản của B-ISDN. Những văn kiện này quy định rằng B-ISDN phải dựa vào ATM và các dịch vụ của nó, phải được phân chia thành các dịch vụ giao lưu và các dịch vụ phân bố, và rằng cấu trúc chức năng/tiêu chuẩn của B-ISDN phải được thiết lập giống như của ISDN. Các văn kiện này cũng đã xác định rõ mô hình giao thức cho ATM và

kích thước của tế bào ATM là 30 byte. Ngoài ra, các văn kiện này phân định 32,768 Mbit/s cho H21, 43 - 45 Mbit/s cho H22 và 132 - 138, 240 Mbit/s cho H4. Thêm nữa, nó quy định UNI là lớp 150 Mbit/s và lớp 600 Mbit/s.

Sau đó ít lâu, BBTG đã được chỉ định là WP8 nhưng công việc tiêu chuẩn hoá UNI đã gặp những khó khăn liên quan đến kích thước của tế bào ATM, đến tốc độ bit và cấu trúc khung trên mặt giao tiếp.

Ngoài ra, về kích thước của tế bào ATM, "4+32" byte (đầu đề tế bào + trường tin) do người châu Âu đề xuất đã cạnh tranh với "5+64" byte do người Mỹ đưa ra. Song cuối cùng đã quyết định là "5+48" byte sẽ được sử dụng cho mục đích này. Do bị ảnh hưởng mạnh của SDH đã được tiêu chuẩn hoá trước đó, tốc độ bit của mặt giao tiếp đã được quyết định là 155,520 Mbit/s. Ngoài ra, cấu trúc khung của lớp vật lý đã quyết định tuân theo cấu trúc khung STM-1 hoặc dòng tế bào ATM thuần túy. Hơn nữa, cũng đã được phép bố trí các tín hiệu khác của G.702. WP8 đã xác định rõ những chi tiết của những điều khoản cần được bàn cãi như các khuyến nghị thuộc Seri I tại Hội nghị Masyama, tổ chức ở Nhật Bản vào tháng 11 năm 1990. Như vậy, khuôn khổ tổng thể về BISDN đã được hoàn chỉnh. Mặt khác, khi ITU đã được tổ chức lại vào năm 1993, nhóm nghiên cứu 13 (SG.13) của ITU-T bắt đầu đảm trách các hoạt động nghiên cứu về tiêu chuẩn hoá BISDN.

1.7.5 Nguyên tắc cơ bản của BISDN

Như đã trình bày trước đây, BISDN là một khái niệm được đưa ra để thoả mãn nhu cầu về các dịch vụ băng rộng đang càng ngày càng gia tăng. Các mục đích cơ bản của BISDN là thiết lập một mạng số có khả năng liên kết và cung cấp các hình loại dịch vụ băng rộng khác nhau thông qua việc sử dụng truyền dẫn tốc độ cao, chuyển mạch tốc độ cao, xử lý tín hiệu, máy tính, phần mềm và công nghệ cấu kiện. Và lại, thông qua BISDN, các dịch vụ giao lưu và phân phối cũng như các dịch vụ chế độ kênh và chế độ nhóm cũng được cung cấp. Thêm vào đó, các dịch vụ băng hẹp và các dịch vụ băng rộng được cung cấp một cách đồng thời. Để đạt được các mục đích nói trên, BISDN phải có khả năng hỗ trợ các nối kết truyền thông bán cố định cố định các nối kết điểm - nối - điểm đa điểm - nối - điểm và các nối kết dành dùng các dấu riêng/cố định; Như vậy, BISDN cần phải có khả năng thông minh để mở rộng và cải tiến các dịch vụ và để quản lý hoạt động, bảo dưỡng và điều khiển mạng một cách hiệu quả.

Cấu trúc của B-ISDN phải như thế nào đó sao cho nó không cản trở sự phát triển công nghệ hoặc sự phát triển phương pháp hiện thực hoá trong tương lai. Ngoài ra, nó phải có khả năng đáp ứng các nhu cầu của khách hàng hoặc sự phát triển mạng mà nó có thể phát sinh một lần nữa. Hơn

nữa, dựa trên các khái niệm của ISDN, tiêu chuẩn giao diện phối ghép và giao thức cũng cần phải được thiết lập một cách phù hợp.

BISDN dùng ATM để thực hành các chức năng của mình. ATM là một hệ thống truyền thông phân chia đều các hình loại dịch vụ khác nhau, sắp xếp chúng vào các tế bào ATM có kích thước như nhau và cuối cùng, chuyển chúng đi nhờ các ATDM. Hơn nữa, nó thiết lập các đường ảo và các kênh ảo để chuyển giao tế bào ATM.

Do đó, thông qua việc sử dụng ATM, có thể thực hiện được kết nối mạng có độ linh hoạt cao và phân bố dải thông biến đổi. Cùng với những cái đó, ATM có khả năng chuyển giao thông tin và số liệu qua các loại phương tiện vật lý và các mạng chuyển tải khác nhau, bởi vì nó được xác định một cách độc lập với các phương tiện chuyển tải của các lớp vật lý.

1.7.6. So sánh B-ISDN và ISDN

B-ISDN là một khái niệm xuất phát từ tiêu chuẩn ISDN. Do vậy, các quan điểm về B-ISDN cũng giống như của ISDN. Tuy nhiên, việc thiết lập B-ISDN được thực hiện khác với thiết lập ISDN.

Thứ nhất, BISDN là một mạng số liên kết đa dịch vụ như trong trường hợp ISDN, nhưng nó khác với ISDN ở chỗ nó bảo đảm việc liên kết cả các tín hiệu băng rộng nữa. Vì lý do đó, mô hình cấu trúc cơ bản của BISDN cũng giống như của ISDN, ngoài trừ khả năng xử lý các tín hiệu băng rộng, đồng thời với các chức năng của ISDN băng hẹp. Về mặt thiết lập cấu trúc chức năng hay cấu hình tiêu chuẩn, BISDN cũng giống như của ISDN. Nhóm chức năng của nó bao gồm TE1, NT1, NT2 và TA, cùng các điểm chuẩn được hình thành từ R, S và T.

Tuy nhiên, chúng chỉ tương tự nhau về mặt khái niệm mà không tương thích nhau về mặt hoạt động thực tế. Có nghĩa là BISDN không thể được thực hiện chỉ bằng việc bổ sung các thiết bị của dịch vụ băng rộng vào mạng ISDN hoặc TE của ISDN không thể được đấu nối tới NT của BISDN. Do đó, các nhóm chức năng của ISDN và các điểm chuẩn cũng giống như các phần tử liên quan của BISDN chỉ về mặt khái niệm. Tuy nhiên nó có thể phối ghép với TE1 của ISDN hoặc với TA qua việc sử dụng TE2 của BISDN. Trong hoạt động thực tế BISDN khác rất xa với ISDN; hệ thống thông tin ISDN có các đặc trưng kết hợp các hệ thống thông tin chuyên mạch kênh số đang hoạt động với hệ thống chuyển mạch gói, trong khi đó BISDN dùng hệ thống ATM hoàn toàn khác với các hệ thống nói trên của ISDN.

Có nghĩa là, trong khi ISDN chủ yếu điều tiết hệ thống thông tin kênh (hệ thống thông tin gói cũng được điều tiết) thì BISDN chủ yếu sử dụng hệ

thông tin gói, đồng thời vẫn điều tiết hệ thống thông tin kênh). Do những sự khác nhau về hệ thống truyền thông đó, quá trình truyền dẫn, báo hiệu và quản lý mạng của BISDN cũng được tiến hành khác với ISDN. Do vậy, BISDN cần được coi là khác hẳn so với ISDN.

1.7.7 Hệ thống thông tin ATM

ATM là một hệ thống truyền thông để thực hiện BISDN. ATM là một hệ thống chuyên giao kiểu gói có hình thức đặc biệt, sử dụng ATDM. Trong BISDN, thông tin được chuyển đi nhờ một luồng liên tục các gói có một kích thước không đổi. Các gói có kích thước cố định này được gọi là các tế bào ATM. Do vậy thông tin dịch vụ cũng được bố trí vào tế bào ATM, sau đó được chuyển đi theo những kích thước không đổi. Và sau đó, tín hiệu truyền dẫn của BISDN được tạo nên như ATDM với các tế bào ATM. Đồng thời ATDM là một phương pháp ghép kênh thống kê, thực hiện việc phân chia theo thời gian để ghép các tế bào ATM của một số kênh đi tới một cách không đồng bộ.

Nếu sử dụng ATM, dung lượng của kênh nghiệp vụ cũng được tính theo số lượng các tế bào ATM. Cho nên sự vượt quá dung lượng truyền dẫn của thông tin được biểu thị bởi số lượng các tế bào ATM. Việc phân phối dung lượng truyền dẫn được xác định theo dung lượng yêu cầu và khả năng phân phối có thể có thông qua thương lượng với mạng thông tin trong quá trình thiết lập cuộc gọi.

ATM - một hệ thống kiểu liên kết - sẽ thiết lập các kênh ảo để chuyển giao thông tin dịch vụ. Mỗi khi một kênh ảo được thiết lập, số hiệu nhận dạng nối kết được gán và khi nối kết được giải toả, số hiệu nhận dạng này cũng được huỷ bỏ. Trình tự sắp xếp giữa các tế bào ATM trong một kênh ảo nào đó do các chức năng của lớp ATM dự kiến trước. Thông tin báo hiệu về thiết lập nối kết được chuyển giao các tế bào ATM riêng biệt.

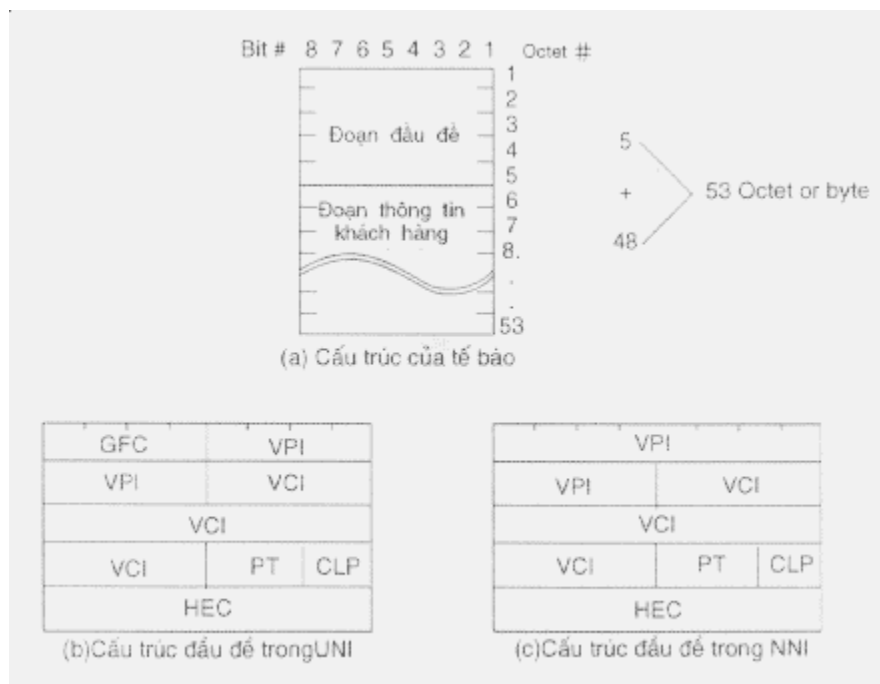
Hệ thống ATM xác định rõ mô hình chuẩn của giao thức phân lớp để chuyển giao thông tin một cách có hệ thống và cơ động. Các lớp giao thức được sử dụng là lớp ATM, lớp ứng dụng ATM (AAL) và lớp mức cao. Lớp AAL ánh xạ các tín hiệu dịch vụ sang khu vực trường tin của các tế bào ATM, còn lớp ATM thực hiện chức năng tạo đầu đề của tế bào ATM để chuyển giao trường tin một cách trong suốt. Lớp vật lý thực hiện chức năng chuyển đổi các tế bào ATM thành hàng bit và sau đó, chuyển chúng đi.

Kích thước của tế bào ATM là 53 byte. Nó được phân chia thành mào đầu 5 byte và đường bao trường tin 48 byte (hình 1.73(a)). Chức năng chủ yếu của mào đầu tế bào là nhận dạng các tế bào thuộc về cùng một kênh

ảo (trong số các tế bào ATM) hiện diện trong một luồng thông tin ATDM.

Đó là chức năng do VPI (phần tử nhận dạng đường ảo) và VCI (phần tử nhận dạng kênh ảo) chỉ rõ trong (b) và (c) của hình 1.73.

- (a) Cấu trúc của tế bào
- (b) Cấu trúc đầu đề trong UNI
- (c) Cấu trúc đầu đề trong NNI



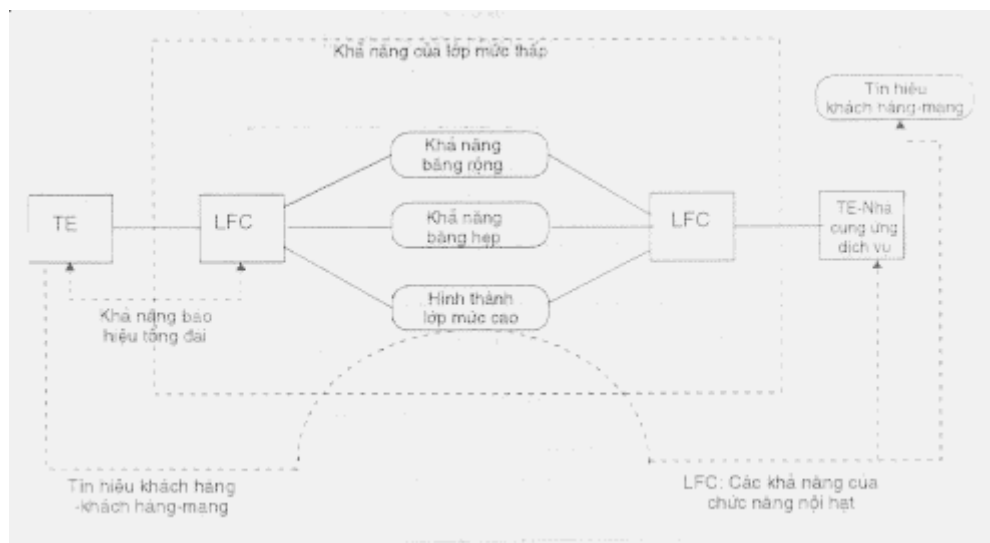
Hình 1.73 Cấu trúc của tế bào ATM

Đồng thời, đường ảo có nghĩa là một bó các kênh ảo cùng sử dụng chung các đường nào đó và mào đầu tế bào cũng được phân loại thành loại trường tin (PT) và chỉ thị thẩm quyền mất tế bào và cung cấp khả năng điều khiển sửa sai của mào đầu. Nó còn cung cấp thêm chức năng điều khiển luồng chung cho mào đầu tế bào trong giao diện UNI.

1.7.8. Cấu trúc chức năng của BISDN

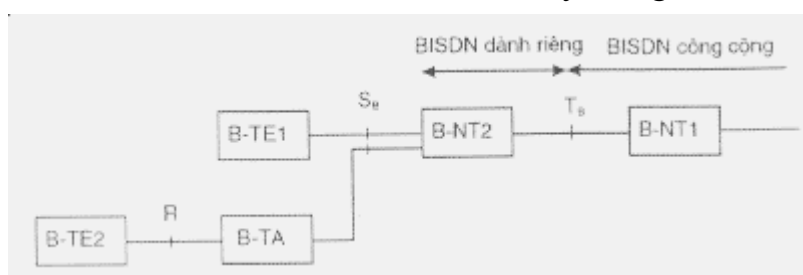
Mô hình cấu trúc chức năng chung của ISDN băng rộng về cơ bản giống như ISDN băng hẹp. Có nghĩa là về mặt cấu hình tiêu chuẩn, nhóm chức năng và điểm gốc, cả hai cấu trúc đó là như nhau. Nó chỉ ra rằng B-ISDN được hình thành trên cơ sở khái niệm của ISDN. Mô hình cấu trúc cơ bản của B-ISDN như được trình bày trong hình 1.74. Cấu trúc của ISDN băng rộng bao gồm khả năng mức cao và khả năng mức thấp.

Khả năng mức cao là chức năng liên quan đến thiết bị đầu cuối (TE) và khả năng mức thấp bao gồm khả năng ISDN băng hẹp dựa trên khả năng băng rộng, 64 bit/s, và khả năng báo hiệu liên tổng đài.



Hình 1.74. Mô hình cấu trúc cơ bản của B-ISDN

Cấu hình tiêu chuẩn của B-ISDN được trình bày trong hình 1.75

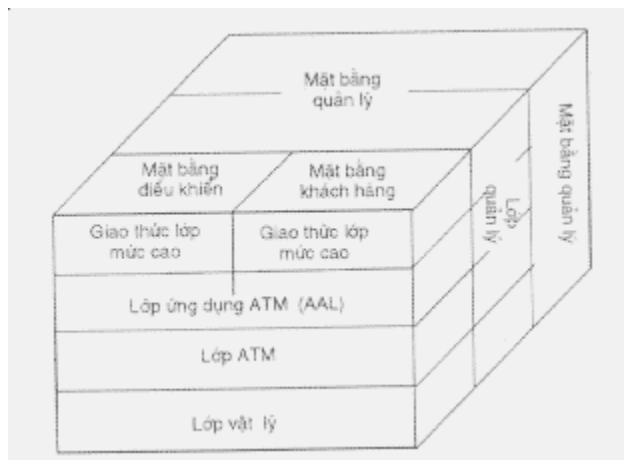


Hình 1.75. Cấu hình tiêu chuẩn của B-ISDN

Điểm gốc là S_b và T_b , nhóm chức năng bao gồm B-TE1, B-TE2 và B-TA, B-NT1, B-NT2. Trong hình 1.75, các thiết bị đầu cuối (B-TE) có chứa B-TE1, B-TE2 và B-TA. Cũng như vậy, B-NT2 và B-NT1 tương ứng nằm trong mạng B-IDN dành riêng và B-ISDN công cộng. Để chỉ thị điểm gốc và nhóm chức năng của mình, B có nghĩa là B-ISDN.

1.7.9. Mô hình chuẩn của giao thức

Mô hình chuẩn giao thức (PRM) của B-ISDN được hình thành từ mặt bằng quản lý, mặt bằng điều khiển, và mặt bằng khách hàng như được trình bày trong hình 1.76. Chức năng của mặt bằng quản lý được phân chia thành : quản lý mặt bằng và quản lý lớp.



Hình 1.76. Cấu hình chuẩn của B-ISDN

Quản lý mặt bảng trong mặt bảng quản lý của PRM của B-ISDN có nghĩa là quản lý tổng thể toàn hệ thống. Cũng như vậy, quản lý lớp hàm ý là quản lý nguồn tiềm năng và khách hàng luôn biến đổi, và quản lý thông tin OAM. Ngoài ra, trên mặt bảng điều khiển, thông tin điều khiển cuộc gọi và điều khiển kết nối sẽ được quản lý. Trên mặt bảng khách hàng, thông tin về khách hàng được giám sát. Các giao thức của mặt bảng điều khiển và mặt bảng khách hàng được phân loại thành lớp mức cao, lớp ứng dụng ATM (AAL), cùng lớp ATM và lớp vật lý. Chức năng của mỗi lớp như trong bảng 1.18.

Lớp	Lớp con	Chức năng
Lớp mức cao		Chức năng hội tụ
Lớp ứng dụng	Hội tụ	Chức năng hội tụ
	Phân đoạn và lắp ráp lại	Chức năng phân đoạn và chức năng lắp ráp lại
Lớp ATM AAL		Chức năng điều khiển dòng chung Chức năng tạo ra và huỷ bỏ mào đầu tế bào Chức năng thông dịch VPI/NCI của tế bào Chức năng ghép kênh và tách kênh cho tế bào
Lớp vật lý	Hội tụ truyền dẫn	Chức năng phân chia tốc độ tế bào Chức năng tạo ra và khẳng định tín hiệu HEC Chức năng nhận dạng tế bào Chức năng tạo ra và khôi phục dẫn
	Môi trường vật lý	Chức năng thông tin thời gian bit Chức năng liên quan đến môi trường vật lý

Bảng 1.18. Chức năng của mỗi lớp trong PRM của B-ISDN

Lớp AAL được hình thành từ lớp con hội tụ (CS), lớp con phân đoạn và lắp ráp lại (SAR). CS biến đổi thông tin dịch vụ khách hàng của lớp mức cao thành khối số liệu giao thức (PDU) và SAR tạo nên phần thông tin khách hàng của tế bào ATM bằng việc ngăn chặn PDU.

Lớp ATM điều khiển kết nối và dòng thông tin trong UNI bằng việc sử dụng đoạn GFC. Cũng như vậy, nó kết nối VPI/VCI với các điểm truy

nhập dịch vụ sau khi thông dịch và ghép kênh/tách kênh cho các tế bào. Bên cạnh đó, nó xử lý các đoạn PT hoặc CLP và thực hiện chức năng là tạo ra và huỷ bỏ mào đầu tế bào ATM.

Lớp vật lý bao gồm lớp con hội tụ truyền dẫn và lớp con môi trường vật lý. Chức năng của lớp con hội tụ truyền dẫn bao gồm việc phân chia tốc độ tế bào, tạo ra và xác nhận byte sửa sai đầu đề, phát hiện điểm biên giới tế bào. Ngoài ra, trong trường hợp phát theo phân cấp số đồng bộ nó thực hiện chức năng tạo ra và khẳng định khung truyền dẫn. Lớp con môi trường vật lý có nghĩa là bước truyền dẫn cuối cùng qua cáp sợi quang hoặc cáp đồng trục.

1.7.10. Giao diện khách hàng - mạng của B-ISDN

Cấu hình của giao diện khách hàng - mạng (UNI) của B-ISDN được trình bày trong hình 1.77, trong trường hợp chỉ thị nó bằng việc sử dụng các điểm chức năng Tb, Sb và R và các nhóm chức năng B-NT1, B-NT2, B-TE1, B-TE2, và B-TA. Trong hình này, các trường hợp (a), (b), (c), (d), (e), (f), (i), (j) có cấu hình giống như cấu hình trong ISDN. Cũng như vậy, các trường hợp (g), (h) chỉ cho thấy rằng B-NT có thể dung cấp các điểm gốc S và Sb một cách đồng thời.

Cấu hình vật lý của UNI để kết nối đã điểm được trình bày trong hình 1.78. Trong hình này, (a) chỉ thị cấu hình chung của loại tập trung hoá, còn (b) chỉ thị cấu hình chung của loại phân bố. Cũng như vậy, (c), (d), (e) chỉ thị lần lượt cấu trúc bus hình sao, cấu trúc bus và cấu trúc vòng của loại phân bố. MA trong hình này là bộ phối hợp phương tiện, còn W chỉ ra điểm kết nối giữa các MA với nhau. Ngoài ra, TE* chỉ thị TE tạo ra cấu trúc kiểu bus và SSB chỉ thị điểm kết nối giữa các TE* này. MA là thiết bị và B là điểm gốc đều thuộc loại phi tiêu chuẩn. B-NT1 thực hiện chức năng của lớp 1, chẳng hạn như điểm cuối đường dây truyền dẫn, xử lý phối ghép truyền dẫn, vận hành và bảo dưỡng. B-NT2 thực hiện chức năng của lớp 1 và lớp có mức cao và nó có thể được cấu hình theo phương pháp tập trung hoặc phương pháp phân bố. Các chức năng liên quan đến B-NT2 là bộ phối hợp phương tiện (MA), tìm kiếm biên giới tế bào, tập trung hoá, nhớ đệm, ghép kênh, tách kênh, gán nguồn, xử lý phối ghép chức năng AAL về báo hiệu, xử lý giao thức báo hiệu và chuyển mạch kết nối bên trong. B-TE thực hiện truyền thông giữa khách hàng - với - khách hàng và giữa khách hàng - với - máy, kết cuối phối ghép, xử lý giao thức báo hiệu, xử lý nối kết trên các thiết bị khác, trên lớp 1 và lớp có mức cao hơn, kể cả OAM.

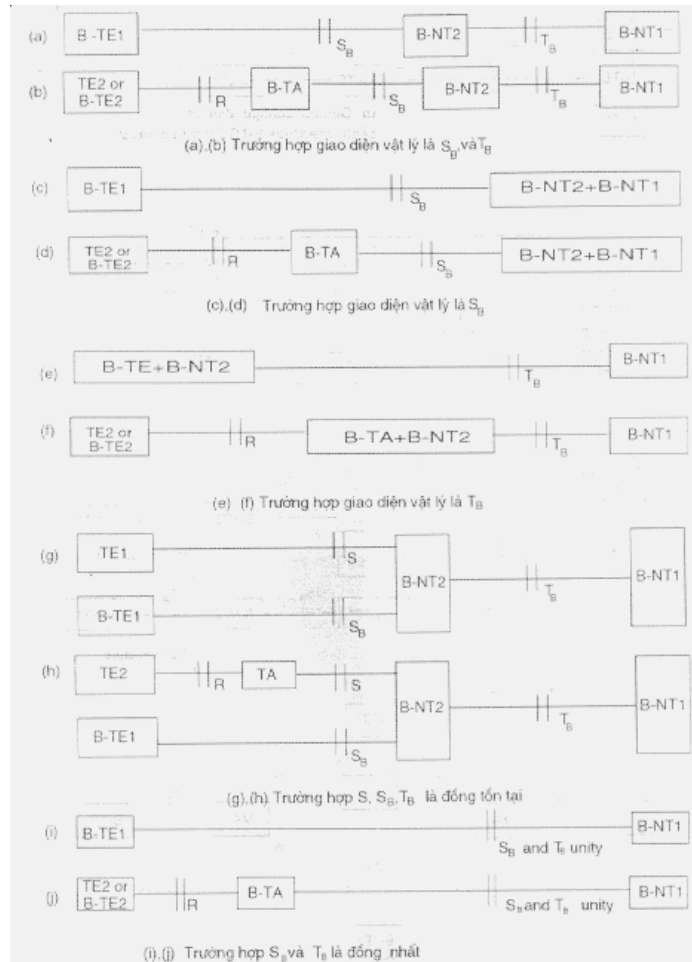
(a), (b) Trường hợp giao diện vật lý là Sb, và Tb

(c), (d) Trường hợp giao diện vật lý là Sb

(e), (f) Trường hợp giao diện vật lý là T_B

(g), (h) Trường hợp S, S_b, T_b là đồng tồn tại

(i), (j) Trường hợp S_b và T_b là đồng nhất



Hình 1.77. Cấu hình vật lý cơ bản của UNI

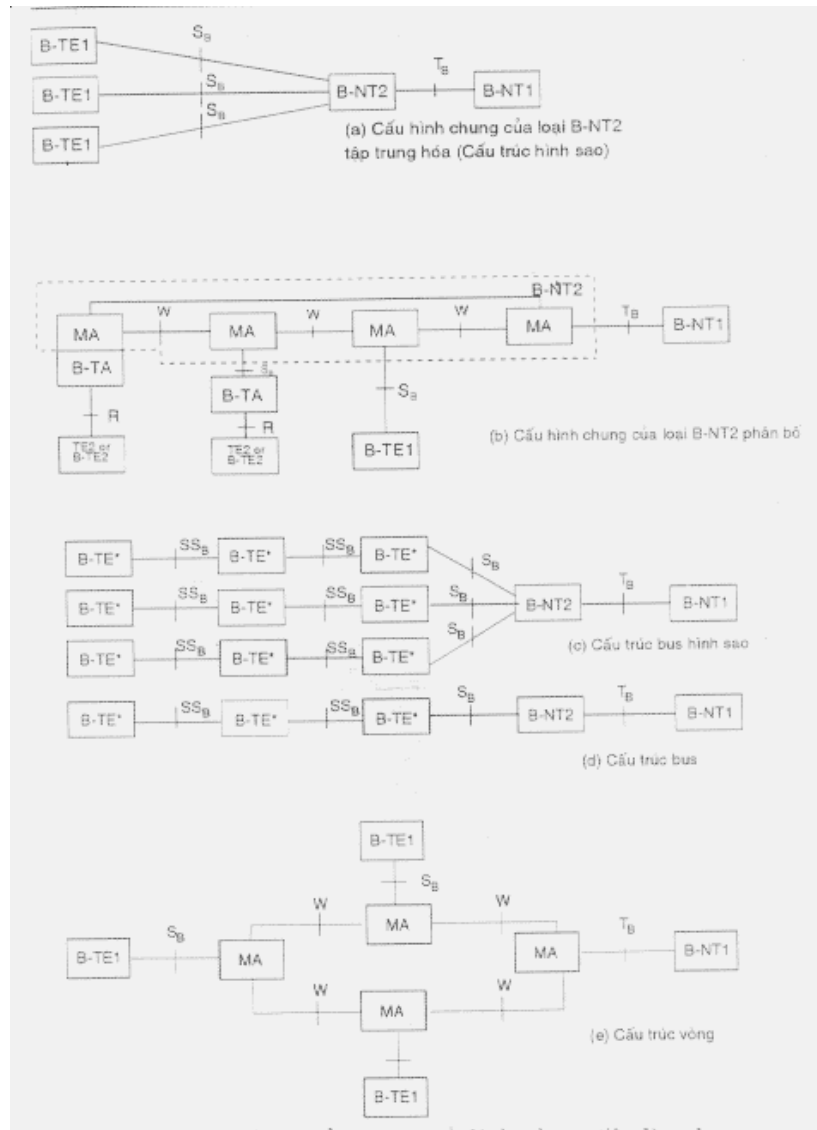
(a) Cấu hình chung của loại B-NT2 tập trung hoá (Cấu trúc hình sao)

(b) Cấu hình chung của loại B-NT2 phân bố

(c) Cấu trúc bus hình sao

(d) Cấu trúc bus

(e) Cấu trúc vòng



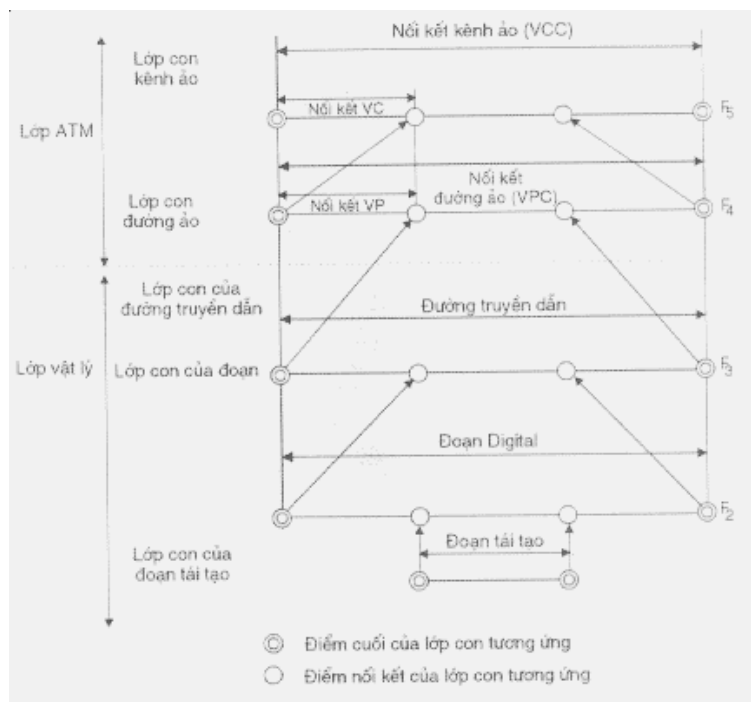
Hình 1.78. Cấu trúc tổng quan và vật lý cho phương tiện dùng chung.

1.7.11 Giao diện mạng của B-ISDN

Nếu cần nhắc rằng B-ISDN là mạng chuyển tải của ATM, thì có thể đưa ra khái niệm phân lớp của mạng. Có nghĩa là, mạng chuyển tải được phân lớp thành mạng lớp ATM và mạng lớp vật lý. Mạng lớp ATM lại được chia nhỏ thành lớp con của kênh ảo và lớp con của đường ảo.

Điểm cuối của lớp con tương ứng

Điểm nối kết của lớp con tương ứng



Hình 1.79. Mối quan hệ giữa các mạng phân lớp của B-ISDN

Cũng như vậy, mạng của lớp vật lý được chia nhỏ thành lớp con của đường truyền dẫn, lớp con của đoạn digital và lớp con của đoạn tái tạo. Khái niệm các mạng phân lớp này đều được áp dụng trong trường hợp mạng dựa trên tế bào hoặc mạng dựa trên SDH. Mối quan hệ giữa các lớp mạng của B-ISDN được trình bày trên hình 1.79. Trong lớp con của kênh ảo có cung cấp kết nối kênh ảo (VCC - Virtual Channel Connection) để chuyển giao thông tin giữa khách hàng - khách hàng giữa khách hàng - mạng và giữa mạng - mạng. Do vậy VCC được thiết lập giữa các điểm chuẩn Tb hoặc Sb và các tế bào liên quan đến cùng một kết nối VCC sẽ được chuyển giao qua cùng một kênh.

Trong lớp con của đường ảo có cung cấp nối kết đường ảo (VPC - Virtual Path Connection) để chuyển giao thông tin giữa khách hàng - khách hàng, giữa khách hàng - mạng và giữa mạng - mạng. Do vậy, VPC được cấu hình nhờ kết nối liên tục của các kênh kết nối VP, còn VPC, giữa khách hàng - khách hàng được thiết lập giữa các điểm chuẩn Tb hoặc Sb. Ngoài ra, các tế bào liên quan đến cùng một VPC sẽ được chuyển giao trên cùng một đường.

Mạng của lớp vật lý là một mạng truyền dẫn đồng bộ, được kết hợp với mạng của lớp phương tiện truyền dẫn: có nghĩa là lớp con của đường truyền dẫn chính là đường VC-4 trong trường hợp phân lớp dựa trên SDH; lớp con của đoạn digital và lớp con của đoạn tái tạo tương ứng là đoạn ghép kênh và đoạn tái tạo.

2. THÔNG TIN VÔ TUYẾN

2.1 NỀN TẢNG CỦA THÔNG TIN VÔ TUYẾN

Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Phương pháp thông tin là: phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ phía phát qua không gian và tách lấy tín hiệu gốc. Về lịch sử của thông tin vô tuyến, vào đầu thế kỷ này Marconi thành công trong việc liên lạc vô tuyến qua Đại Tây dương, Kenelly và Heaviside phát hiện một yếu tố là tầng điện ly hiện diện ở tầng phía trên của khí quyển có thể dùng làm vật phản xạ sóng điện từ. Những yếu tố đó đã mở ra một kỷ nguyên thông tin vô tuyến cao tần đại quy mô. Gần 40 năm sau Marconi, thông tin vô tuyến cao tần là phương thức thông tin vô tuyến duy nhất sử dụng phản xạ của tầng đối lưu, nhưng nó hầu như không đáp ứng nổi nhu cầu thông tin ngày càng gia tăng.

Chiến tranh Thế giới lần thứ hai là một bước ngoặt trong thông tin vô tuyến. Thông tin tầm nhìn thẳng - lĩnh vực thông tin sử dụng băng tần số cực cao (VHF) và đã được nghiên cứu liên tục sau chiến tranh thế giới - đã trở thành hiện thực nhờ sự phát triển các linh kiện điện tử dùng cho HF và UHF, chủ yếu là để phát triển ngành Radar. Với sự gia tăng không ngừng của lưu lượng truyền thông, tần số của thông tin vô tuyến đã vươn tới các băng tần siêu cao (SHF) và cực cao (EHF). Vào những năm 1960, phương pháp chuyển tiếp qua vệ tinh đã được thực hiện và phương pháp chuyển tiếp bằng tán xạ qua tầng đối lưu của khí quyển đã xuất hiện. Do những đặc tính ưu việt của mình, chẳng hạn như dung lượng lớn, phạm vi thu rộng, hiệu quả kinh tế cao, thông tin vô tuyến được sử dụng rất rộng rãi trong phát thanh truyền hình quảng bá, vô tuyến đạo hàng, hàng không, quân sự, quan sát khí tượng, liên lạc sóng ngắn nghiệp dư, thông tin vệ tinh - vũ trụ v.v... Tuy nhiên, can nhiễu với lĩnh vực thông tin khác là điều không tránh khỏi, bởi vì thông tin vô tuyến sử dụng chung phần không gian làm môi trường truyền dẫn.

Để đối phó với vấn đề này, một loạt các cuộc Hội nghị vô tuyến Quốc tế đã được tổ chức từ năm 1906. Tần số vô tuyến hiện nay đã được ấn định theo "Quy chế thông tin vô tuyến (RR) tại Hội nghị ITU ở Geneva năm 1959. Sau đó lần lượt là Hội nghị về phân bố lại dải tần số sóng ngắn để sử dụng vào năm 1967, Hội nghị về bổ sung quy chế tần số vô tuyến cho thông tin vũ trụ vào năm 1971, và Hội nghị về phân bố lại tần số vô tuyến của thông tin di động hàng hải cho mục đích kinh doanh vào năm 1974. Tại Hội nghị của ITU năm 1979, dải tần số vô tuyến phân bố đã được mở

rộng tới 9kHz - 400 Ghz và đã xem xét lại và bổ sung cho Quy chế thông tin vô tuyến điện (RR). Để giảm bớt can nhiễu của thông tin vô tuyến, ITU tiếp tục nghiên cứu những vấn đề sau đây để bổ sung vào sự sắp xếp chính xác khoảng cách giữa các sóng mang trong Quy chế thông tin vô tuyến:

- Dùng cách che chắn thích hợp trong khi lựa chọn trạm.
- Cải thiện hướng tính của anten
- Nhận dạng bằng sóng phân cực chéo.
- Tăng cường độ ghép kênh.
- Chấp nhận sử dụng phương pháp điều chế chống lại can nhiễu.

2.2 CÁC ĐẶC TÍNH CỦA SÓNG VÔ TUYẾN

Tần số sử dụng cho sóng điện từ như vai trò sóng mang trong thông tin vô tuyến được gọi riêng là "tần số vô tuyến" (RF). Tần số này chiếm một dải rất rộng từ VLF (tần số cực thấp) tới sóng milimét. Không thể lý giải đầy đủ sóng vô tuyến theo lý thuyết, bởi vì nó không chỉ bị ảnh hưởng bởi tầng đối lưu và tầng điện ly mà còn bởi các thiên thể, kể cả mặt trời.

Do vậy, việc đánh giá các trạng thái của các hành tinh, của tầng đối lưu và điện ly và việc dự báo đường truyền sóng vô tuyến cũng như khả năng liên lạc dựa trên nhiều dữ liệu trong quá khứ là hết sức quan trọng. Phần sau đây của chương trình này sẽ giúp bạn đọc hiểu được cơ chế truyền sóng vô tuyến theo tần số thông tin vô tuyến cùng những vấn đề khác, liên quan đến sóng vô tuyến.

2.2.1 Phân loại tần số vô tuyến

Trong thông tin vô tuyến, cơ chế truyền sóng vô tuyến và việc sử dụng thiết bị truyền thông phụ thuộc vào tần số vô tuyến sử dụng. Bảng 2.1 trình bày bảng tần số vô tuyến được phân loại theo tiêu chuẩn quốc tế hiện hành và theo cơ chế và phương thức sử dụng sóng vô tuyến.

Bảng 2.1. Phân loại, cơ chế và sử dụng sóng vô tuyến

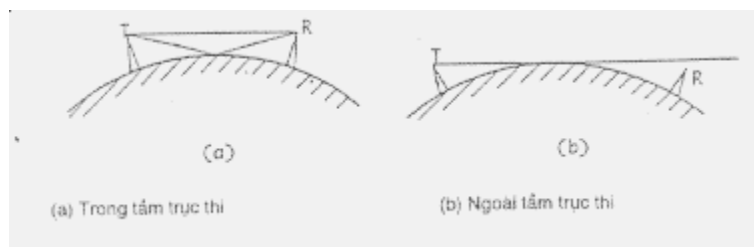
Tần số	Phân loại băng tần	Cơ chế truyền sóng vô tuyến	Cự ly thông tin và lĩnh vực sử dụng
3KHz~30 KHz	VLF	Sóng đất-điện ly	Thông tin đạo hàng quân sự khắp thế giới

30KHz~300KHz	LF	Sóng đất	1500Km đạo hàng vô tuyến
300KHz~3MHz	MF	Sóng đất (Cự ly ngắn) Sóng trời (Cự ly dài)	Phát thanh cố định Hàng không, đạo hàng, liên lạc nghiệp dư
3MHz~30MHz	HF	Sóng trời	3~6MHz : Thông tin liên tục địa 6~30Mhz : Thông tin di động Thông tin kinh doanh và nghiệp dư, dân sự quốc tế
30MHz~300MHz	VHF	Sóng trời Sóng đối lưu	Thông tin trực thi, VHF, FM Đa thông tin
300MHz~3GHz	UHF	Sóng trời Sóng đối lưu	Rađar, đa thông tin Thông tin di động
3GHz~30GHz	SHF, Viba	Sóng trời	Thông tin vệ tinh, thông tin cố định, Rađar
30GHz~300GH	EHF, Milimeter	Sóng trời	Thông tin cho tương lai

2.2.2 Đường truyền lan sóng vô tuyến

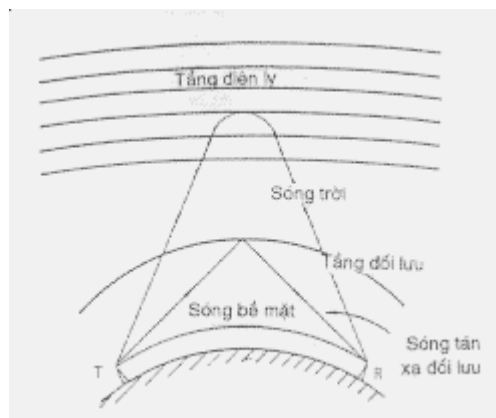
Sóng vô tuyến không truyền lan theo dạng lý tưởng khi chúng ở trong không gian do ảnh hưởng của mặt đất và tầng đối lưu. Hình 2.1 mô tả đường truyền sóng giữa các đầu phát T và đầu thu R và chỉ cho thấy còn có sóng phản xạ từ bề mặt đất để đạt tới trạm thu, ngoài sóng trực tiếp theo đường thẳng.

- (a) Trong tầm trực thi
- (b) Ngoài tầm trực thi



Hình 2.1. Đường đi của Sóng vô tuyến

Khi khoảng cách giữa trạm phát và trạm thu xa nhau hơn, thông tin bằng sóng đi thẳng trở nên không thể được do độ cong của bề mặt trái đất như trình bày trong hình 2.1(b) nhưng vẫn có thể có sóng vô tuyến truyền lan xuống mặt đất do có sóng bề mặt và sóng trời, nhờ hiện tượng khúc xạ (hình 2.2). Nói chung, sóng bề mặt, sóng trực tiếp và sóng phản xạ, trừ sóng trời, đều được gọi là sóng đất. Sóng trời là sóng điện từ bị thay đổi hành trình của mình tại tầng điện ly và quay trở về trái đất; tầng điện ly là nơi hội tụ của vô số điện tích, định hình tại độ cao 100-400Km. Ngoài sóng bề mặt và sóng trời còn có sóng tán xạ - đó là phản xạ do những sự biến đổi mãnh liệt của tầng đối lưu và điện ly hoặc do sóng điện từ va chạm với các vật chất, chẳng hạn như các sao băng, và bị tán xạ để rồi đạt tới đầu thu. Sóng tán xạ được sử dụng trong phương pháp chuyển tiếp qua tán xạ đối lưu.



Hình 2.2. Hành trình của sóng vô tuyến đi qua đường chân trời

1. Sự lan truyền của băng tần số thấp

Sự lan truyền của băng tần số thấp là nhờ vào sóng đất. Nó được thực hiện nhờ nhiễu xạ sóng điện từ. Do độ nhiễu xạ tỷ lệ nghịch với bước sóng cho nên tần số sử dụng càng cao, sóng đất càng yếu (để truyền lan tần số thấp). Hiện tượng nhiễu xạ có mối tương quan chặt chẽ với độ dẫn điện và hằng số điện môi của đất trong đường lan truyền. Vì cự ly truyền sóng trên mặt biển dài hơn so với mặt đất cho nên tần số thấp được sử dụng rộng rãi trong thông tin vô tuyến đạo hàng. Trong trường hợp tần số cực thấp, bước sóng lớn hơn nhiều so với chiều cao từ bề mặt trái đất lên tới tầng điện ly. Cho nên, mặt đất và tầng điện ly đóng vai trò như hai bức

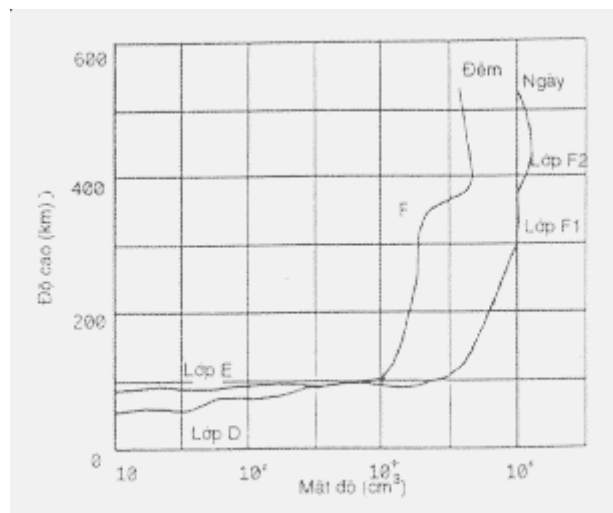
tường. Nó được gọi là chế độ ống dẫn sóng mặt đất - điện ly mà nhờ nó, có thể thông tin tới toàn thế giới. Băng tần số cực thấp được sử dụng chủ yếu cho thông tin hàng hải và thông tin đạo hàng.

2. Sự truyền lan của băng tần số cao

Thông tin cự ly xa bằng băng tần số cao được thực hiện nhờ sự phản xạ của sóng trời trên tầng điện ly. Trong phương thức thông tin này, mật độ thu sóng trời phụ thuộc vào tần số vô tuyến và trạng thái của tầng điện ly, trạng thái này thay đổi theo thời gian, theo ngày, theo mùa và theo điều kiện thời tiết. Cho nên việc dự báo trạng thái của tầng điện ly là vô cùng quan trọng đối với thông tin liên lạc sử dụng sóng trời.

(1) Tầng điện ly

Tầng điện ly hình thành tại độ cao 100Km - 400Km là do kết quả của việc ion hoá trạng thái của tầng đối lưu bằng các tia cực tím và tia X do mặt trời bức xạ. Tầng điện ly được phân chia thành một vài lớp có giá trị mật độ điện tử cực đại. Mỗi tầng được phân chia thành các lớp D, E, F theo độ cao của nó. Lớp F lại được phân chia thành lớp F1, F2. Hình 2.3 trình bày mật độ tính theo độ cao của các lớp ion điển hình.



Hình 2.3. Mật độ điện tử /ion của tầng điện ly - theo độ cao

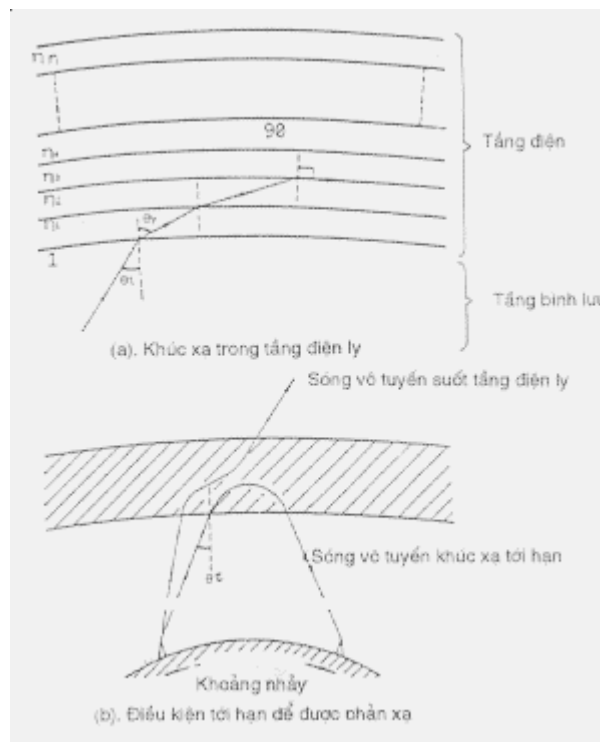
(2) Truyền sóng trong lớp Ion

Trong khi tầng điện ly có thể xem như một tấm dẫn điện phẳng trong việc truyền lan các tần số thấp thì lớp ion hoá giống như một tấm điện môi không lồ mà hệ số khúc xạ của nó biến đổi liên tục, vì sự biến đổi của mật độ ion theo bước sóng là không đáng kể trong băng tần số cao (bước sóng ngắn hơn). Hệ số khúc xạ hiệu dụng được xác định như sau:

Trong công thức này, N biểu thị cho số lượng ion trong trạng thái các điện tử tự do hoặc plasma, trên m³. Hình 2.4 trình bày đường đi của sóng

vô tuyến trong tầng điện ly. Góc tới q_i đi được xác định theo công thức sau:

Trong chiều tới thẳng đứng ($q_i = 0$), nếu giá trị cực đại của mật độ điện tử trong tầng điện ly là N_m , thì tần số cực đại phản xạ tại điểm này là $q N_m$, gọi là tần số cực trị cho tầng điện ly này.



Hình 2.4.- Cơ chế phản xạ của tầng điện ly

Nếu tần số cực trị cho biết trước thì tần số lớn nhất được phản xạ đối với góc kích thích có thể được quyết định. Tần số này gọi là Tần số khả dụng Cực đại (MUF) và được biểu thị bằng $MUF = f \cdot \sec q_i$. Hành trình vô tuyến của MUF là khoảng cách tối đa mà sóng trời có thể đạt tới và được gọi là khoảng nhảy. Vùng mà cả sóng trực tiếp lẫn sóng không gian đều không đạt tới được gọi là vùng nhảy. Khi sóng vô tuyến đi xuyên qua tầng điện ly thì nó sẽ bị suy giảm vì va chạm với các phân tử. Điều này chủ yếu xảy ra ở lớp D có mật độ điện tử cao hơn so với trong lớp E và F. Độ suy hao tỷ lệ thuận với $1/f^2$, do vậy, về mặt chất lượng thông tin, điều đáng mong muốn là chọn được tần số cao nhất để được sử dụng như sóng không gian.

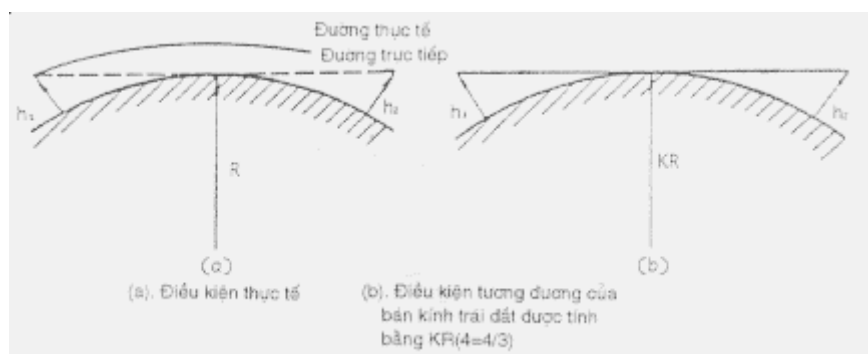
Bằng việc nghiên cứu sự biến đổi của MUF theo ngày và theo thời gian, người ta thường sử dụng tần số thấp hơn khoảng 15% so với giá trị dự kiến trung bình của MUF trong thông tin bằng sóng trời. Tần số thấp hơn này được gọi là tần số làm việc tối ưu (OWF). OWF thấp hơn MUF trong khoảng 90% tỷ lệ chiếm thời gian.

3) Truyền sóng của VHF và UHF.

Trừ một vài trường hợp đặc biệt, giới hạn trên mà sóng không gian truyền lan được là 30 MHz. Sóng không gian được sử dụng cho các tín hiệu lớn hơn VHF. Sự thay đổi hệ số khúc xạ theo độ cao của khí quyển gây ảnh hưởng đến sóng không gian. Khí quyển tiêu chuẩn là một khí quyển lý tưởng có một tỷ lệ biến đổi hệ số khúc xạ theo độ cao một cách đều đặn, bởi vì nó có một hệ số thay đổi cố định của áp suất khí quyển theo độ cao, nhiệt độ và độ ẩm. ITU-R quy định chỉ số khúc xạ của khí quyển tiêu chuẩn theo độ cao h Km như sau:

Vì có sự biến đổi hệ số khúc xạ một cách liên tục, cho nên đường đi thực tế của sóng không gian là khác với đường trực tiếp (thẳng). Để bù lại sự khác nhau này, cự ly thông tin cực đại thực tế được tính toán theo đường trực tiếp dựa trên quy định bán kính hiệu quả của trái đất KR ($K=4/3$ trong khí quyển tiêu chuẩn) (tham khảo Hình 2.5).

- a) Điều kiện thực tế
- b) Điều kiện tương đương của bán kính trái đất được tính bằng KR ($K=4/3$)



Hình 2.5. Khúc xạ của sóng vô tuyến trong khí quyển tiêu chuẩn

4) Sóng tán xạ đối lưu.

Việc lan truyền của sóng vô tuyến nhờ hiệu ứng tán xạ đối lưu của khu vực khí quyển rộng lớn trong tầng đối lưu được dùng cho băng tần trên VHF. Phương pháp này cho phép thông tin liên lạc cự ly xa ở các băng tần VHF, UHF, và SHF và phụ thuộc rất nhiều vào thông tin thực thi trước đây. Phương pháp này có nhiều ưu điểm của thông tin băng rộng và ghép kênh cũng như thông tin đồng thời cho một khu vực rộng. Mặt khác nó cũng đòi hỏi công suất phát lớn và máy thu có độ nhạy cao.

2.5. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

Gần đây, thông tin di động đã trở thành một ứng dụng trong lĩnh vực thông tin vô tuyến. Sự phát triển của thông tin di động được bắt đầu bằng

phát minh thí nghiệm về sóng điện từ của Hertz và điện báo vô tuyến của Marconi và vào thời kỳ đầu của phát minh thông tin vô tuyến, nó được sử dụng trong dịch vụ vận tải an toàn đường biển để điều khiển các tàu. Đối với thông tin vô tuyến mặt đất, sau chiến tranh thế giới thứ nhất, hệ thống điện thoại vô tuyến di động đã được lắp đặt và khai thác trong ngành cảnh sát của Mỹ. Trong dịch vụ thông tin di động hàng không - một hệ thống được khai thác ở các dải thông HF và VHF đã được thiết lập để kiểm soát bay. Hiện nay, hệ thống điện thoại xe cộ tự động và hệ thống điện thoại di động tàu bè đã được thiết lập để sử dụng trong thực tế. Người ta sử dụng chuông bỏ túi, điện thoại không dây, dải băng nghiệp dư các nhân (CB_ máy bộ đàm... và các dịch vụ thông tin vô tuyến di động khác nhau chẳng hạn như dịch vụ vệ tinh hàng hải, điện thoại trên tàu hoả máy bay đang được cung cấp. Tần số sử dụng lên đến VHF và UHF và trong tương lai không xa tần số cận vi ba (quasi microwave) (1-2 GHz) cũng sẽ được sử dụng. Trong mục này, chúng ta sẽ xem xét các dịch vụ thông tin di động khác nhau, sự phát triển của chúng trong tương lai, đặc biệt, thông tin di động mặt đất sẽ được đề cập đến một cách tỉ mỉ hơn.

2.5.1 Các loại và các đặc tính của thông tin di động mặt đất.

1/ Thông tin di động mặt đất.

Thông tin di động mặt đất thường được phân nhóm thành hệ thống công cộng và dùng riêng... Hệ thống công cộng có nghĩa là hệ thống thông tin có thể truy nhập tới mạng điện thoại chuyên mạch công cộng (PPTN) - có điện thoại xe cộ, điện thoại không dây, chuông bỏ túi... Trong hệ thống dùng riêng cả 2 loại hệ thống. Hệ thống thứ nhất là hệ thống dịch vụ công cộng chẳng hạn như cảnh sát, cứu hoả, cấp cứu, điện lực và giao thông. Hệ thống thứ hai là dùng cho các cá nhân hay các công ty. ở đây, ngoài dịch vụ kinh doanh sử dụng sóng vô tuyến dành riêng, còn có hệ thống MCA hệ thống kinh tế trung nhập đa kênh, sử dụng các kênh vô tuyến trong thông tin vô tuyến nội bộ công ty và cá nhân chẳng hạn như máy bộ đàm và vô tuyến nghiệp dư. Ngoài những dịch vụ kể trên còn có các dịch vụ thông tin di động mặt đất khác mới xuất hiện như chuông bỏ túi có màn hiển hình, đầu cuối xa... Các đặc tính của thông tin di động được trình bày trong bảng 2.2.

Bảng 2.2 Các đặc tính của các dịch vụ thông tin di động mặt đất.

	Hệ thống công cộng			Hệ thống dành riêng				
	Âm thanh		Dữ liệu	Âm thanh				Dữ liệu
	Điện thoại xe cộ	Điện thoại	Chuông không dây	Doanh nghiệp	Vô tuyến tư nhân	MCA	Cá nhân	Đầu (truy nhập đa kênh)
Các dạng thông tin	Song công	Song công	Thông tin đơn hướng	Đơn công	Đơn công	Đơn công	Đơn công	Song công
Loại di động	Trang bị trên xe cộ	Bán cố định	Xách tay	Trang bị trên xe	Trang bị trên xe, xách tay	Trang bị trên xe	Trang bị trên xe, xách tay	Xách tay
Vùng di động	Hạn chế thành phố ngoại ô	Toàn quốc	Hạn hẹp	Toàn quốc	Toàn quốc	Hạn hẹp	Toàn quốc	Hạn hẹp (trong T.phố)
Vùng phục vụ của 1 điểm	5~10 Km	20 m	10~15 km	5~10km	0,5~1 km	20~30 km	5~10 km	250~500m
Người sử dụng	Phổ thông (chủ yếu cho bộ phận quản lý của chính phủ và công ty)	Phổ thông	Phổ thông (chủ yếu cho bộ phận quản lý, bác sĩ, cảnh sát)	Công ty	Phổ thông	Công ty	Phổ thông	Công ty
Những trở ngại trong xuyên âm	Nhỏ	Nhỏ	Nhỏ	Bình thường	Nghiêm trọng	Nhỏ	Bình thường	Nhỏ
Các dạng dịch vụ	Không dùng tay, điện thoại cầm tay cho hành khách, điện thoại xe cộ	Điện thoại cầm tay	Tự động truy nhập băng rộng					

2/ Thông tin di động hàng hải

Thông tin di động hàng hải được phân thành hệ thống thông tin tàu thuyền giữa trạm gốc ở cảng và tàu đi dọc theo bờ biển và hệ thống thông tin vệ tinh hàng hải đến với các tàu ngoài khơi xa.

Thông tin điện thoại tàu thuyền được phát triển từ điện báo vô tuyến sử dụng băng sóng ngắn trung bình, còn hệ thống điện thoại tàu bè thực sự, sử dụng băng tần VHF là hệ thống điện thoại tàu bè của Great Lakes ở Mỹ năm 1952. ở Châu Âu, kênh thông tin hai hướng mở rộng được phát

triển theo các kiểu của Mỹ. Các nước ở vùng biển Bắc bắt đầu khai thác hệ thống này năm 1956, nhưng hệ thống này thuộc kiểu truy nhập khai thác nhân công với băng tần 150 MHz.

Sau đó, ITU-R đã khuyến nghị kiểu truy nhập tự động và bây giờ hệ thống 450 MHz NMT được khai thác ở phía Bắc và kiểu tự động băng tần 250 MHz được sử dụng ở Nhật.

Trong thời kỳ đầu của thông tin vệ tinh hàng hải, hệ thống MARISATA được khai thác như là một hệ thống nội bộ công ty và theo đó INMARSAT được thiết lập và khai thác vào năm 1979 và rất nhiều dịch vụ như điện thoại, telex, dữ liệu, và cứu hộ hàng hải đã được cung cấp.

Hệ thống giải pháp tổng thể GMDSS (Hệ thống cứu nạn và an toàn hàng hải toàn cầu đang được phát triển và sẽ được sử dụng.

3/ Thông tin di động hàng không.

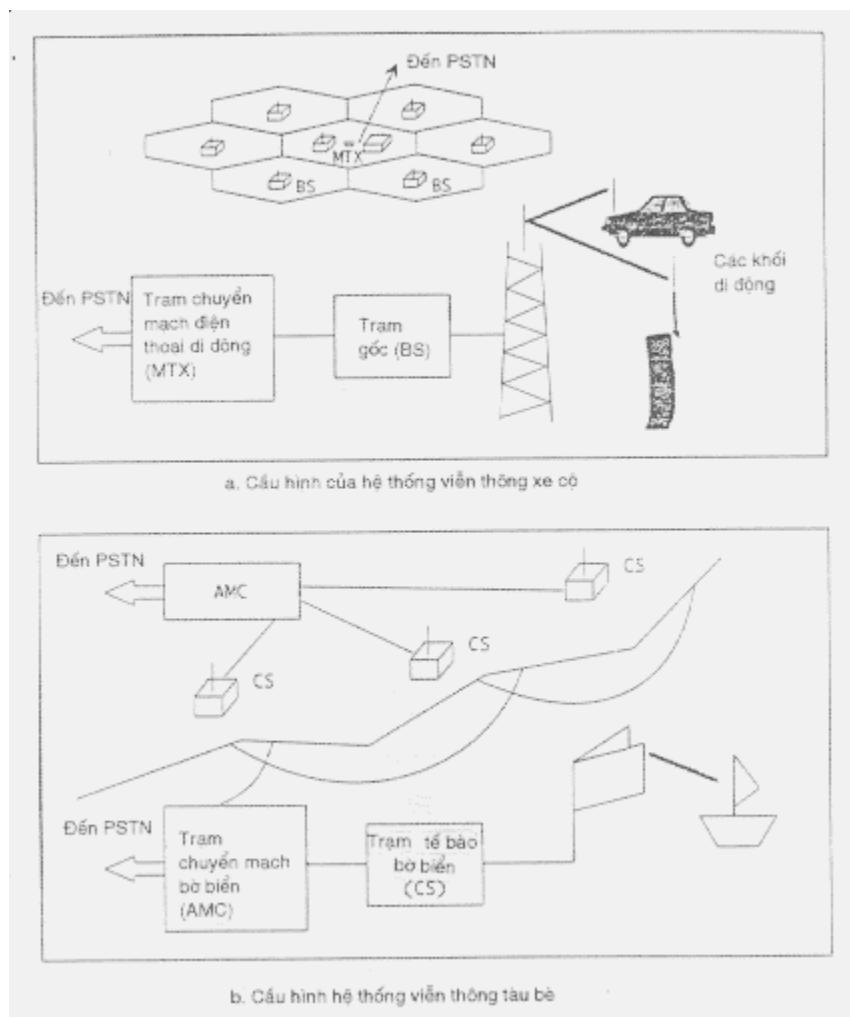
Trong thông tin di động hàng không có dịch vụ điện thoại vô tuyến sân bay để kiểm soát bay và hệ thống điện thoại công cộng hàng không cho hành khách. Dịch vụ điện thoại công cộng hàng không kiểu thông tin trực tiếp giữa đài mặt đất và máy bay - được sử dụng một phần ở Mỹ, Nhật và một số nước khác. Các kiểu chủ yếu của nó là ARINC và Airfone - là những kiểu được phát triển ở Mỹ. Băng tần là 800 - 900 MHz - dùng chung với băng tần của thông tin di động mặt đất. Điều chế ở đây là SSB. Về truy nhập cuộc gọi, loại thứ nhất là chuyển vùng thông tin và loại sau là kiểu vùng thông tin phụ thuộc.

Theo sự phát triển của kỹ thuật thông tin vệ tinh di động hàng không đang được xúc tiến một cách tích cực việc sử dụng dịch vụ điện thoại công cộng hàng không thực sự sẽ được mở rộng cho các đường bay quốc tế sau những năm 1990.

2.5.2 Cấu hình của hệ thống thông tin di động

Cấu hình của hệ thống thông tin di động có thể khác nhau tùy theo các dạng dịch vụ và thường bao gồm tổng đài chuyển mạch điện thoại di động, trạm gốc di động và các đầu cuối điện thoại vô tuyến. Các mạng cơ bản tiêu biểu của các hệ thống điện thoại xe cộ và tàu bè được mô tả trong hình 2.32.

Trong đó, vùng bao phủ của một trạm gốc là một vùng thì nhiều vùng tạo nên một trạm chuyển mạch và biên giới vào một trạm chuyển mạch có thể xử lý sẽ là một vùng lưu lượng... Toàn bộ vùng phục vụ được hình thành bởi vùng lưu lượng này.



Hình 2.32 Cấu hình của hệ thống viễn thông xe cộ và tàu bè

1/ Trạm chuyển mạch viễn thông.

Trạm chuyển mạch liên kết mạng thông tin di động với PSTN và hệ thống chuyển mạch ở trạm chuyển mạch là dạng tự động và điều khiển theo chương trình lưu trữ. Các chức năng chính của nó là đấu nối các thuê bao di động với nhau và với các thuê bao của PSTN. Vì vậy MTX cần phải có các chức năng khác với hệ thống chuyển mạch PSTN, chẳng hạn như chuyển vùng tìm kiếm vị trí và đăng ký.

Chuyển vùng nghĩa là trong quá trình cuối gọi, nếu máy di động di chuyển khỏi vùng phục vụ của một khu vực cụ thể thì hệ thống sẽ chuyển cuộc gọi này sang một kênh tần số mới ở một khu vực tế bào mới mà không làm gián đoạn cuộc gọi. Điều này được thực hiện bằng một hệ thống tính toán phức tạp, một hệ thống nhạy cảm và điều khiển chính xác. Phương pháp chung ở đây là bằng việc giám sát chất lượng tín hiệu (mức) của từng kênh thu được từ các trạm gốc khác, khi chất lượng tín hiệu bắt đầu giảm dưới mức quy định thì khu vực tế bào hiện tại sẽ chuyển tín hiệu báo động cho trạm chuyển mạch sau đó trạm chuyển mạch sẽ yêu

cầu đo chất lượng tín hiệu của kênh đi tới trạm góc biên cạnh để xác định xem vùng nào xử lý cuộc gọi và sau đó dựa vào kết quả này chọn ra vùng tối ưu. Việc đăng ký đơn vị là khi thuê bao di động dịch chuyển từ nhà đến vùng lưu lượng khác, trạm nhà sẽ làm cho trạm đã dịch chuyển phát hiện ra thuê bao di động và hệ thống ở nhà sẽ lưu trữ lại các thông tin đăng ký để đầu nối cuộc gọi. Và trạm chuyển mạch cần phải có chức năng là tất cả các thông tin dịch vụ khác được lưu trữ trong hệ thống chuyển mạch để đầu nối các thuê bao di động với nhau và các thuê bao PSTN.

2/ Trạm gốc.

Trạm gốc dùng để nối trạm chuyển mạch viễn thông di động và mạng di động và nó bao gồm thiết bị thu phát, ăngten và thiết bị điều khiển. Chức năng chính của nó là điều khiển và quản lý vùng đã được phân định bằng cách chuyển các tín hiệu gọi đến/gọi đi gán kênh, giám sát kênh và tự chẩn sai. Để giảm tối thiểu can nhiễu của các vùng bên cạnh thì các yếu tố như phân bổ tần số và phân bổ mã vùng rất quan trọng. Những điều này được nhắc đến trong phần hệ thống điện thoại di động.

3/ Máy di động của điện thoại vô tuyến.

Máy tự động nghĩa là thiết bị thông tin được trang bị để di động như là xe cộ, tàu bè, máy bay và chúng bao gồm điện thoại cầm tay, chuông bỏ túi và điện thoại vô tuyến xách tay.

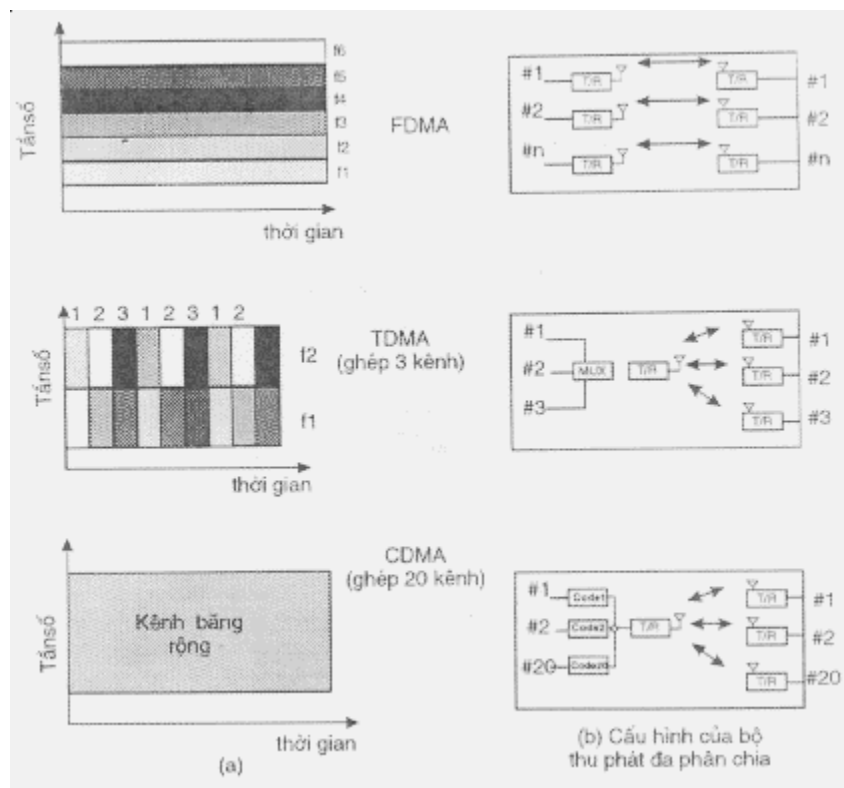
2.5.3 Phương pháp truy nhập kênh

Trong thông tin di động, cần phải điều tiết càng nhiều người sử dụng càng tốt trên các nguồn tần số giới hạn. Truy nhập kênh được phân loại thành kiểu chiếm dụng kênh và phân chia kênh. Kiểu chiếm dụng kênh là truy nhập tốt đối với thông tin liên tục như điện thoại. Có đa truy nhập phân chia theo tần số trong hệ thống tế bào tương tự, đa truy nhập phân chia theo thời gian đủ sử dụng trong hệ thống tế bào số, và đa truy nhập phân chia theo mã.

Kiểu chia kênh được gọi là truy nhập ngẫu nhiên vì nó cho phép có va chạm và người sử dụng có thể chuyển một cách độc lập tín hiệu gốc một cách ngẫu nhiên. Có các loại truy nhập ALOHA, ICMA (đa truy nhập chuyển tín hiệu rời) và CSMA (đa truy nhập nhạy cảm sóng mang). Trong hệ thống tế bào, khi máy di động tiến hành cuộc gọi và chuyển tín hiệu điều khiển để yêu cầu kênh tới trạm gốc thì truy nhập ngẫu nhiên được sử dụng.

1/ FDMA,/TDMA/CDMA

(Hình 2.3.3) miêu tả FDMA, TDMA và CDMA sử dụng thời gian và tần số như thế nào và thiết bị thu phát của chúng được cấu tạo như thế nào. ở FDMA, khi yêu cầu một cuộc gọi thì một kênh đa vô tuyến được chỉ định. Trong TDMA thì kênh vô tuyến được chia lại theo những khe thời gian tuần hoàn và khi yêu cầu một cuộc gọi thì nó sẽ chỉ định khe nào của một kênh vô tuyến nào đó sẽ được sử dụng.

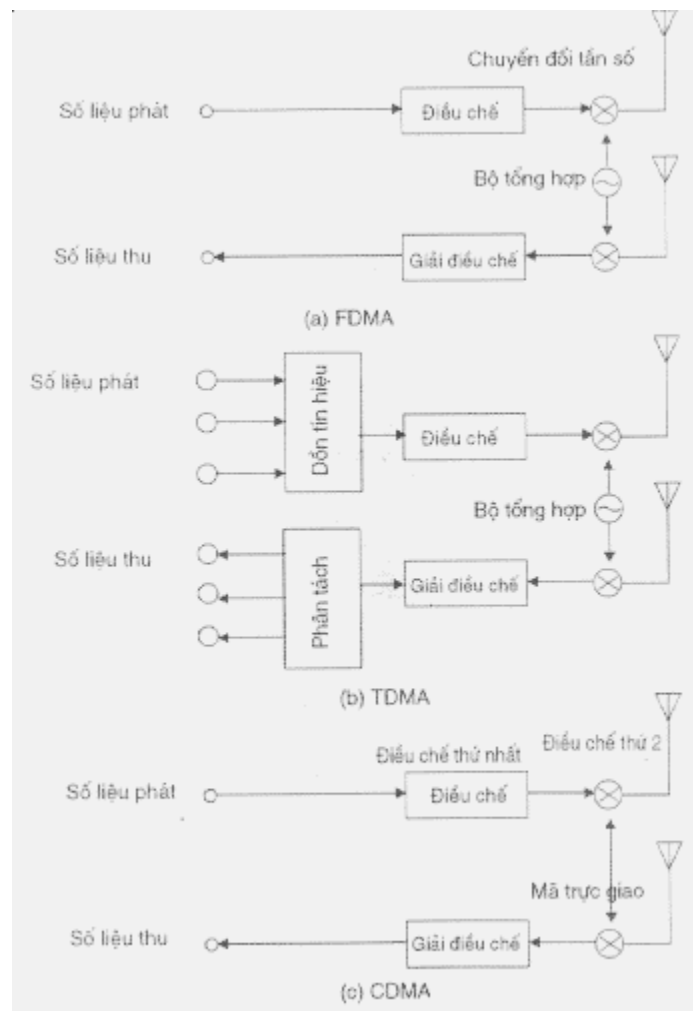


Hình 2.33. So sánh về tần số, thời gian và cấu hình thu phát của FDMA, TDMA và CDMA

Trong các kiểu truy nhập này thì không có va chạm bởi vì mỗi một kênh vô tuyến và một khe bị chiếm bởi một trạm vô tuyến.

Mặt khác đối với CDMA thì kênh vô tuyến băng rộng được nhiều người sử dụng chung, nhưng mỗi người sử dụng thì tiến hành thông tin nhận dạng mã bằng cách sử dụng mã khuếch tán trong trực giao.

<Hình 2.34> Miêu tả sơ đồ khối máy thu phát ở trạm gốc. Trong FDMA và CDMA thì sơ đồ máy thu phát di động giống như ở trạm gốc như được trình bày ở hình 2.33(b). Trong TDMA thì trạm di động cần phải có chức năng phát và thu tín hiệu theo khe thời gian được gán bởi vì nó không có chứa chức năng đa phân chia. Trong FDMA và TDMA. Để tạo ra tần số kênh băng hẹp được góC thì phải sử dụng bộ tổng hợp như được trình bày trong phần (a), (b) của hình 2.34.



Hình 2.34 Cầu hình của hệ thống thu phát (trạm gốc)

Mặt khác trong CDMA thì sóng đã được điều chế thứ nhất của số liệu phát được điều chế trực giao thứ hai bằng mã khuếch tán. Tỷ lệ dải thông giữa sóng điều chế lần thứ hai và sóng điều chế lần thứ nhất gọi là hiệu quả khuếch tán. Nếu khuếch tán ngược bằng mã khuếch tán này thì chúng ta lại nhận được sóng điều chế lần thứ nhất.

Ngược lại với trường hợp FDMA và TDMA trong đó tín hiệu là trực giao trong từng miền tần số và từng miền thời gian, để tránh sự va chạm, các tín hiệu gốc của khách hàng trong CDMA điểm đặc trưng của nó là tín hiệu được trực giao hoá ở miền mã.

2/ Truy nhập ngẫu nhiên.

Trong trường hợp truyền thông gói mà yêu cầu thông tin là ngẫu nhiên và khả năng tạo nhóm cao, mặc dù một kênh vô tuyến được dùng chung cho nhiều người sử dụng nhưng xác suất va chạm thấp. Bằng cách sử dụng truyền thông gói theo thống kê này, việc truy nhập để thực hiện ghép kênh được gọi là đa trung nhập thống kê.

Truy nhập ngẫu nhiên đơn giản nhất là ALOHA. Từ mỗi khi góc thông tin cần phát được tạo ra máy di động giữ góc thông tin này tới trạm gốc. Khi có xuất hiện lỗi trong góc thông tin này tới trạm gốc. Khi có xuất hiện lỗi trong góc thông tin thu được do va chạm thì trạm gốc yêu cầu phát trả lại cho máy di động. Chông ICMA phát hiện được khi nào đường thông đến trạm gốc không bị chiếm (chả có máy di động nào phát, và khi nào đường thông đến trạm gốc đang được sử dụng (một máy di động đang phát) và tránh được va chạm trong kênh vô tuyến từ trạm gốc xuống (từ trạm gốc đến máy di động).

3/ FDMA

Phương pháp đơn giản nhất về truy nhập kênh là đa truy nhập phân chia tần số. FDMA là thể hiện kênh băng hẹp mà đơn giản là bất kỳ đầu cuối nào cũng có một đường điện thoại theo mỗi kênh mà nó có thể truy nhập tới bất kỳ tần số nào. Đôi khi hệ thống này còn được gọi là mỗi kênh trên một sóng mang. Phân chia tần số ở đây là mỗi máy di động có thể sử dụng một đường được tạo ra bằng cách này (xem hình 2.35). Đa truy nhập phân chia tần số có nghĩa là nhiều khách hàng có thể sử dụng dải tần đã được gán cho họ mà không bị trùng nhờ việc chia phổ tần ra thành nhiều đoạn.

Ghép kênh phân chia tần số là: tín hiệu cần được phát tới một số khách hàng từ một máy phát sẽ được phát đi bằng cách phân chia các băng tần và máy thu sẽ chọn thông tin thuộc băng tần của nó. FDMA là phát tín hiệu tới một số máy thu. Do vậy, nếu sử dụng FDMA trong hệ thống tế bào thì FDMA phải là kênh nghịch (backward channel) FDM là kênh thuận (Forward channel). Nó được gọi là FDM/FDMA.



Hình 2.35 (truncated). 1 mạch trên một mạch RF

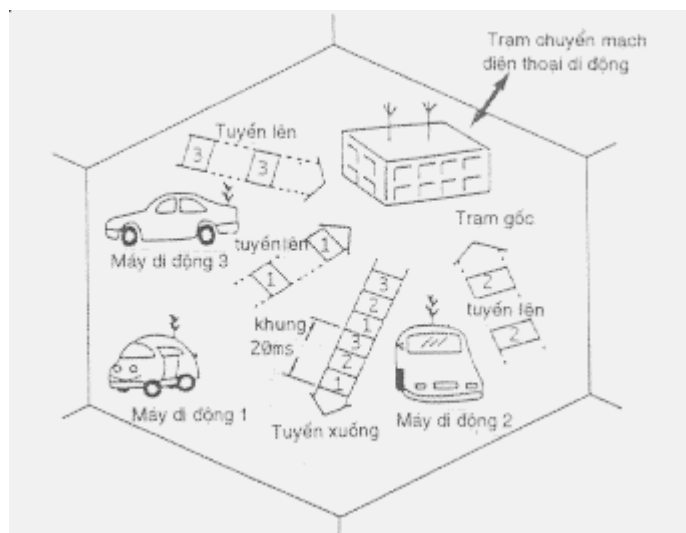
Những ưu điểm của đa truy nhập phân chia tần số là một trong những vấn đề khó khăn trong việc thực hiện hệ thống tế bào số đó là sự khuyếch tán trễ do thời gian đến bị trễ của sóng đa đường trong kênh tế bào, nó gây ra

nhieu ký hiệu (ISI - Intersymbol Interference) và đôi khi làm giảm chỉ tiêu của hệ thống tế bào. Vì vậy, để đối phó với ISI, cần phải sử dụng bộ cân bằng song đôi khi rất khó thực hiện. Tuy nhiên nếu chu kỳ ký hiệu của dữ liệu số càng lớn - tức là độ rộng băng tần của kênh càng nhỏ thì ISI càng không bị ảnh hưởng của khuếch tán trễ thường xuyên. Tương ứng, chúng ta đã biết là FDMA không cần đến bộ cân bằng trong kênh tế bào bởi vì chu kỳ của dữ liệu số lớn hơn đa truy nhập phân chia thời gian. Và trong FDMA, không cần đến đồng bộ mạng ban đầu và việc hồi phục định thời bit hay đồng bộ khung rất dễ dàng và phân cứng đơn giản trong việc thực hiện modem. Những yếu điểm của đa truy nhập phân chia tần số là: Cần có bộ lọc, bộ song công (duplexer) - là bộ phận chia tín hiệu gọi đi và gọi đến của đầu cuối thông qua ăngten khi thực hiện đầu cuối tế bào. Thông thường, do chênh lệch về công suất điện giữa đầu vào và đầu ra qua ăngten là lớn hơn 100dB nên rất khó phân chia tín hiệu. Vì vậy, bộ song công mà hiện nay đang dùng khó thực hiện chức năng này và âm lượng lớn. Vì vậy, chúng ta phải đưa tổn thất xen 3dB vào khi bộ song công cho tín hiệu đi qua. Nhiễu cùng kênh là một vấn đề nữa có thể phát sinh do việc phân chia nhỏ phổ tần số và do đó cần có băng tần bảo vệ giữa các kênh để tối thiểu hoá nhiễu này.

4/ TDMA

Thông tin di động số ở Châu Âu (GSM), Châu Mỹ (ADC) và ở Nhật (JDC) thường chấp nhận sử dụng TDMA. Sơ đồ theo khái niệm của TDMA được trình bày trong (Hình 2.36). Trong thông tin di động TDMA, trạm gốc phát tín hiệu TDM đến máy di động trong tế bào. Máy di động nhận một khe thời gian của mình trong số các tín hiệu TDM và gửi tín hiệu khối về trạm gốc một cách tuần tự.

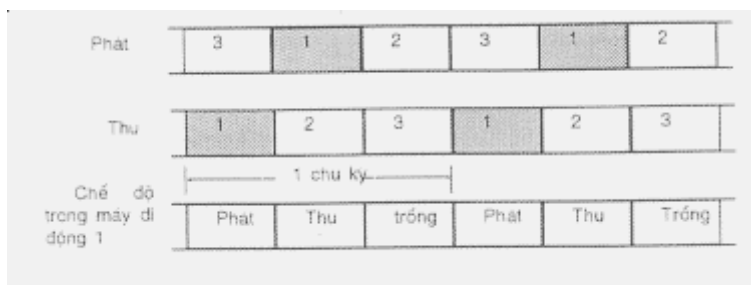
Các số máy di động liên lạc với các trạm gốc một cách đồng thời theo một kênh vô tuyến. Dưới đây, chúng ta miêu tả các đặc tính kỹ thuật của thông tin di động TDMA.



Hình 2.36 Sơ đồ khái niệm của thông tin di động TDMA

(1) Định thời phát và thu

Hình 2.37 Chỉ rõ việc định thời phát và thu tại trạm gốc và chế độ định thời tại máy di động trong trường hợp ba kênh TDMA, chu kỳ phát, thu, trống được lặp đi lặp lại trong máy di động. Do việc định phát và thu không trùng nhau nên không cần đến bộ lọc chọn lựa thu phát trong máy di động. Khoảng thời gian trống được sử dụng để đo mức thu của các trạm gốc lân cận.

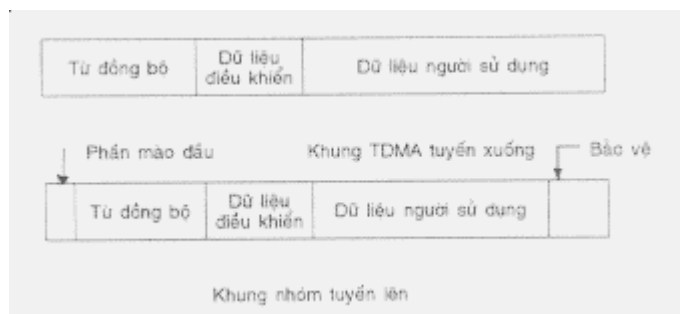


Hình 2.37 Định thời phát thu ở trạm gốc

2/ Cấu hình của khung

Cấu hình của khung được trình bày trong (Hình 2.38). Nhóm của tuyến lên (từ máy di động đến trạm gốc) bao gồm phần mào đầu, từ mã đồng bộ dữ liệu điều khiển, dữ liệu của người sử dụng và thời gian bảo vệ. Vì khung của tuyến xuống (từ trạm gốc đến máy di động) là tín hiệu liên tục nên không cần thiết phải có phần mào đầu và thời gian bảo vệ. Phần mào đầu là hệ thống mã của đồng bộ sóng mang và đồng bộ đồng hồ. Khi phát hiện trễ thì việc tái tạo sóng mang là không cần thiết và mã đồng bộ sóng mang là mã 1 bởi vì sóng thu phải là sóng chuẩn để phát hiện bằng cách tạo ra thời gian trễ mã 1).

Từ mã đồng bộ chỉ rõ điểm bắt đầu của dữ liệu điều khiển và dữ liệu người sử dụng trong thông tin.



Hình 2.38 Cấu hình của khung

3/ Điều chỉnh thời gian bảo vệ và định thời phát.

Khi một máy di động gửi chùm tín hiệu hướng lên để tạo định thời cho tín hiệu TDMA hướng xuống, đôi khi chùm này bị xung đột bởi vì cự ly giữa các máy di động tới trạm gốc là khác nhau. Chẳng hạn như khi khe 1 được gán cho một máy di động ở xa trạm gốc và máy di động gần nhất được gán khe 2 thì phần cuối của tín hiệu chùm sẽ va chạm với khe 2 bởi vì chùm tín hiệu của máy di động 1 đến chậm. Điều này như được trình bày trong hình <hình 2.38>, có thể tránh được bằng cách đưa vào sử dụng thời gian bảo vệ. Tình huống mà có thể tránh được xung đã được trình bày trong <Hình 2.39>. Khi bán kính tế bào là R thì thời gian bảo vệ (g) điển hình là $2R/C$ (giây) trong đó C là vận tốc ánh sáng. Khi $R=3\text{km}$ thì g là 20s. Nếu thời gian bảo vệ quá dài thì hiệu quả của khung [(độ dài của dữ liệu điều khiển + dữ liệu người sử dụng) độ dài khung] bị giảm.

Việc điều chỉnh đồng thời phát là phương pháp điều chỉnh định thời gian phát của máy di động theo cự ly từ trạm gốc để nhận được tín hiệu khởi của từng máy di động mà việc định thời nó được mô tả ở <Hình 2.37> vào không gây ra xung đột ở trạm gốc. Mặc dù hiệu quả sử dụng khung không giảm nó vẫn cần phải đo khoảng cách. Nó được chấp nhận sử dụng khi hệ thống có tốc độ bit cao, nơi không thể chấp nhận giảm hiệu quả khung dự có thời gian bảo vệ giống như hệ thống tế bào lớn.

4/ Thu tín hiệu nhóm.

Tuy nhiên, các tín hiệu nhóm từ các máy di động không xung đột với nhau do điều khiển định thời phát và thời gian bảo vệ và định thời đồng hồ của tín hiệu nhóm là nhập đồng bộ. Vì vậy, việc tái tạo lại đồng hồ nhóm của mỗi máy di động là cần thiết ở trạm gốc.

Vì tín hiệu nhóm được phát một cách tuần hoàn từ máy di động trong kênh truyền thông cho nên việc tái tạo đồng hồ mà không cần phải vì

phần mào đầu được thực hiện bằng cách duy trì gia của tín hiệu đồng hồ đã được tái tạo cho đến khi thu được tín hiệu nhóm tiếp theo và thực hiện phương thức tái tạo đồng hồ thông thường khi nhận được tín hiệu nhóm. Mặt khác, kênh điều khiển chung là truy nhập ngẫu nhiên và tín hiệu nhóm được bổ sung phần mào đầu để tái tạo đồng hồ. Để không làm giảm hiệu quả khung thì việc đồng bộ hoá đồng hồ cần phải được chèn vào 1 phần mào đầu ngắn với tốc độ cao. Nó có thể là đồng bộ tốc độ cao bằng cách đồng bộ hoá pha đầu tiên của đồng hồ tái tạo với tín hiệu nhận được.

(5) Giám sát mức thu ở trạm gốc bên cạnh sự điều khiển chuyển vùng để làm cho cuộc gọi được liên tục bằng cách phát hiện ra bào đòi dịch chuyển và chuyển tế bào này sang kênh vô tuyến khi máy di động đang gọi tới tế bào đã di chuyển là một kỹ thuật điều khiển quan trọng khi cường độ trường của tín hiệu thu được tại trạm gốc bị giảm (trong hệ thống tế bào tương tự) các trạm gốc trong tế bào bên cạnh sẽ đo cường độ tín hiệu của máy di động ngay lập tức. Cường độ tín hiệu mạnh nhất của tế bào trạm gốc được nhằm vào tế bào đã dịch chuyển và kênh vô tuyến của trạm gốc này được gán cho máy di động. Tuy nhiên sự phát hiện tế bào dịch chuyển này đã được sử dụng trong FDMA. Nếu số người sử dụng tăng lên thì quá trình điều khiển chuyển vùng sẽ rất lớn ở trạm gốc. Trong TDMA ngoài khe phát và thu còn có một khe trống. Nên nó được sử dụng thì quá trình điều khiển của trạm gốc sẽ được đơn giản hoá rất nhiều bởi vì có thể đo cường độ tín hiệu từ trạm gốc gần đó và nó được đánh giá là tế bào đã dịch chuyển.

5/ CDMA

Trước đây rất lâu, do những đặc tính của hệ thống thông tin trại phổ là rất mạnh về mặt chống nhiễu và có lợi thế cho thông tin bí mật đường dài, cho nên nó đã được sử dụng trong thông tin quân sự. Đầu những năm 1980 do công nghệ bán dẫn VLSI và nhờ sự phát triển của kỹ thuật thông tin đó truy nhập phân chia theo mỗi trong đó nó ghép kênh bằng việc điều chế dãy trực tiếp đã được thương mại hoá trong các hệ thống thu GPS và Omni-Tracs. Cũng theo cách như vậy, CDMA đã nổi lên như một hệ thống thông tin di động đôi kênh từ cuối những năm 80.

Trong bối cảnh này trước hết, nguyên lý cơ bản, được xuất phát từ lý thuyết của Shannon, trong đó dung lượng thông tin có thể đạt rất lớn theo công thức sau; mặc dầu độ rộng của băng tần sử dụng (w) lớn thay cho việc tỷ số tín hiệu trên tạp âm (S/N) nhỏ hơn 1.

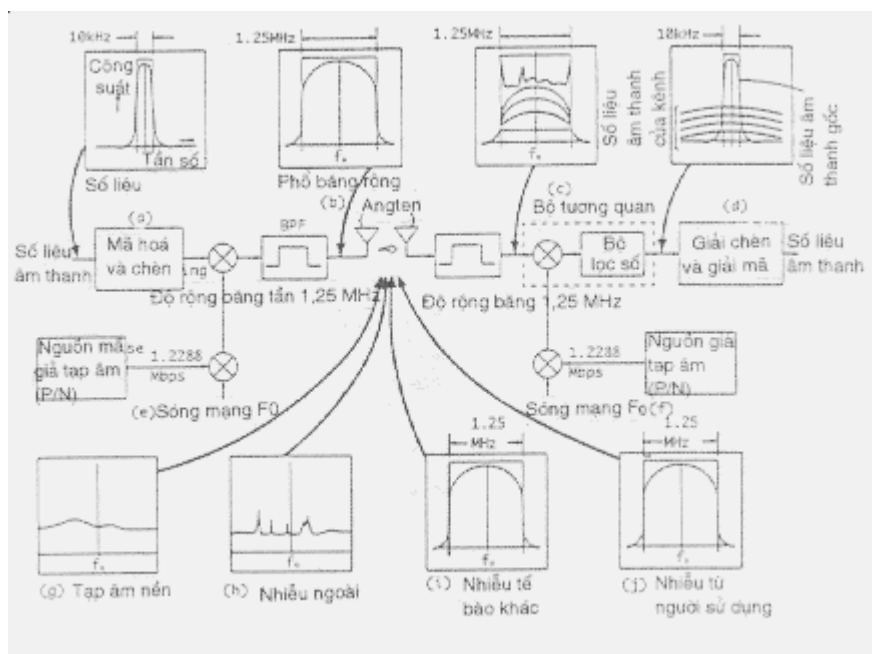
$$C = W \log_2 (1+S/N) \text{ [bps]} \quad (2.40)$$

$$= 1.44W \log_2 (1+S/N)$$

Trong đó nếu S/N nếu 0,1 thì C sẽ là

$$C = 1.44 W (S/N) (2/41)$$

Vì vậy, khi $W > S/N$ thì C có thể lớn vô hạn, nếu nhiều người sử dụng phát và thu dựa nhau theo một mã khác nhau thì có thể truy nhập lựa chọn 1-1 giữa tần số phát và thu.



Hình 2.40 Nguyên lý của hệ thống CDMA

Ở đây, để hiểu một cách đơn giản quá trình mã hoá phổ khuếch tán giữa phát và thu của hệ thống CDMA, nguyên lý của nó được trình bày trong hình 2.40. Cụ thể là ở phía phát, thì đối tượng để mã hoá và chèn dữ liệu âm thanh đã được số hoá (9,6 Kbps) được ghép kênh thành tín hiệu điều chế nhờ mã giả tạp âm 1,2288Mbps (9,6kbps x 128) với tần số sóng mang F_0 . Nó được bức xạ qua ăngten rằng cách được ghim trong bộ lọc băng thông có đồng băng là 1,25MHz. Mặt khác, ở phía thu thì tín hiệu thu từ ăngten đi qua bộ lọc băng thông có độ dải thông là 1,25MHz và được điều chế với sóng mang giống như ở phần phát bằng bộ mã hoá giả tạp âm 1,2288 Mbps, cộng với bộ tương quan và sau đó số liệu âm thanh nguyên thủy và giả tạp âm được lọc bằng bộ lọc số. Và số liệu âm thanh có thể được tái tạo bằng cách giải chèn và giải mã.

Đồng thời số liệu âm thanh của các kênh khác cũng như tạp âm và nhiễu vì số liệu âm thanh gốc có thể được phân chia và nhận được như trong hình 2.40. Điều đó có nghĩa là số liệu âm thanh giống như (a) được bức xạ cùng với (c) với và mỗi tín hiệu băng đã được khuếch tán từ bộ ghép kênh giống như (b) được bức xạ từ ăngten ra không trung với cường độ chỉ khuếch tán trong độ rộng băng 1,25 MHz. ở ăngten thu có thể thu được tạp âm nền (g), nhiễu bên ngoài (h), nhiễu của tế bào khác (i), tạp âm từ người sử dụng khác (j) mà nó được phát ở chỗ khác, cũng như sóng thu

mong đợi. Nhóm sóng vô tuyến này được lọc trong bộ lọc có độ rộng băng là $f_0 + (1,25/x)$ MHz và được cộng vào với bộ tương quan có $f_0 = 91,2288/x$ Mbps của được tạo ra ở phía thu.

Khi đi qua bộ lọc, (g), (h), (i), (j) sẽ trở thành băng khuếch tán trong phạm vi 1,25MHz. Tín hiệu khuếch tán mong muốn (b) bị co lại trong phạm vi dải 10KHz, nhưng nó chia sẻ với tín hiệu mong muốn ở (d) và tín hiệu khuếch tán không cần thiết sự phân bố cường độ của chúng (năng lượng điện) vẫn giữ nguyên như là cường độ tạp âm ở độ rộng băng 10KHz giống như (d), vì vậy (C/I) của tín hiệu mong đợi (c) trở nên tốt như là hiệu quả khuếch tán (128 lần).

Để hiểu được thuật ngữ khuếch tán này một cách dễ dàng, công thức đơn giản được trình bày như sau. Đầu tiên nếu số liệu âm thanh 9,6kbps được điều chế lần thứ nhất ở phần phát là $a(t)$, hệ thống PN là $C(t)$, sóng được phát là $y(t)$ thì khi đó chúng ta có thể nhận được công thức liên quan như sau:

$$Y(t) = a(t) \times c(t) \quad (2.42)$$

Nếu tín hiệu không giảm và không có can nhiễu hay tạp âm thì $y(t)$ thể hiện tín hiệu thu như nó vốn có. Trong trường hợp khuếch tán ngược do nó được nhân với cùng một trong của phần phát nên đầu ra khuếch tán ngược $z(t)$ là:

$$Z(t) = Y(t) \times c(t) = a(t) \times \{c(t)\}^2 \quad (2.43)$$

Trong đó, mặc dù $c(t)$ là số ngẫu nhiên thì giá trị của nó chỉ giới hạn trong 1 với bình phương của $c(t)$ bao giờ cũng = 1. Cho nên $J(t)$ giống như được trình bày dưới đây:

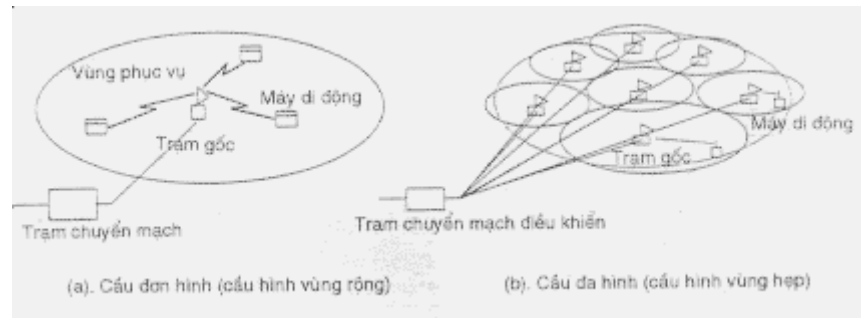
$$z(t) = a(t) \quad (2.44)$$

Tương tự như vậy ta có thể biết rằng sóng hoàn toàn giống như vậy có thể được tạo ra tại cùng một thời điểm ở phía thu. ở đây nếu hệ thống PN là 1 số ngẫu nhiên bên trong thì đó là một trường hợp tốt. Nhưng nếu là như vậy thì không thể tạo ra được một cách đồng thời một hệ thống hoàn toàn giống như vậy. Vì vậy phải sử dụng số giả định.

2.5.4. Cấu hình tế bào

1/ Khái niệm về hệ thống tế bào.

Do nguồn tần số giới hạn của thông tin vô tuyến điều quan trọng là cần phải tận dụng tần số một cách tốt nhất. Vì vậy khi chúng ta thiết lập một hệ thống viễn thông di động, vấn đề cốt lõi là phải sử dụng lại cùng 1 tần số ở địa điểm cách xa nơi sử dụng cùng tần số này.



Hình 2.41 Cấu hình vùng

Trong số các dạng truyền thông của thông tin di động thì có những dạng mà các máy di động liên lạc với nhau không cần trạm gốc giống như thiết bị thu phát và có những dạng mà các máy di động liên lạc với nhau thông qua trạm gốc như điện thoại trên tắc xi và trên xe cộ. Đối với loại thứ I thì bản thân người sử dụng kiểm tra xem có nhiễu không, sau đó mới liên lạc. Có thể sử dụng lại tần số nhưng hiệu quả thì thấp. Mặt khác đối với dạng thông tin thông qua trạm gốc có thể sử dụng kế hoạch tần số lặp lại một cách rất hiệu quả bằng cách phân bổ tần số ở trạm gốc. Tuy nhiên trong trường hợp hệ thống viễn thông di động có trạm gốc thì nó có 2 loại: loại thứ I là trạm bao phủ khu vực phục vụ giống như là liên lạc vô tuyến tắc xi, loại thứ II là đa trạm gốc bao phủ khu vực phục vụ như là hệ thống điện thoại xe cộ. Vùng là một miền mà sóng vô tuyến có thể đến được trạm gốc và loại thứ nhất là loại vùng đơn, loại thứ II là loại đa vùng.

Vùng đơn được gọi là vùng lớn bởi vì 1 trạm gốc bao phủ một khu vực phục vụ lớn. Có thông tin vô tuyến tắc xi, hệ thống nhắn tin và MCA (TRS). Dạng này có cấu hình đơn giản được nối với máy di động, các thiết bị phát/thu ở trạm gốc, tổng đài hay hệ thống chuyển mạch. Nhưng để duy trì được vùng phục vụ lớn thì công suất phát của máy di động của trạm gốc cần phải lớn. Vì vậy, nếu cự ly không đủ lớn thì không thể sử dụng ăng ten một tần số. Và nếu so sánh với dạng đa vùng thì đơn vùng không sử dụng lại tần số theo địa lý vì vậy hệ số sử dụng tần số thấp hơn đối với đa vùng. Sở dĩ gọi là vùng nhỏ bởi vì vùng của trạm gốc nhỏ hơn so với vùng của trạm gốc của đơn vùng trong đó vùng phục vụ tương ứng với vùng này. Vùng nhỏ có các đặc tính sau nếu so sánh với vùng lớn.

1/ Hiệu quả sử dụng tần số tốt hơn bởi vì một tần số có thể sử dụng ở nhiều vùng khác nhau có cự ly tương đối xa nhau đơn để tránh nhiễu trong khu vực phục vụ. Trông càng nhỏ thì tỷ lệ sử dụng lại tần số càng lớn.

2/ Chất lượng tốt hơn bởi vì vùng phục vụ bao gồm nhiều vùng nhỏ liên tục. Tương đối dễ đáp ứng được yêu cầu về cự ly khu vực phục vụ, cấu hình v.v...

3/ Công suất phát có thể thấp hơn. Cần phải giám sát trạng thái và điều khiển trung nhập bằng cách trao đổi thông tin giữa nhiều trạm gốc để đảm bảo hiệu quả và tính liên tục của một gốc. Cấu hình của hệ thống thì phức tạp. Mặc dù cấu hình của vùng nhỏ phức tạp nhưng nó có thể bao phủ 1 khu vực phục vụ rộng lớn và thực hiện được một hệ thống lớn có hiệu quả tần số cao.

Vì vậy nó được sử dụng trong hệ thống điện thoại, xe cộ và hệ thống điện thoại di động. Trong cấu hình của vùng nhỏ thì khu vực phục vụ giống nhiều vùng và mỗi vùng trông như một tế bào và nếu trạm gốc là lỗi thì nó được gọi là hệ thống tổ ong (collular). Mỗi vùng được gọi là một tế bào. Trong hệ thống tổ ong cần phải xác định số lượng và độ lớn của tế bào bằng xem xét địa hình, sự lan truyền sóng vô tuyến lưu lượng v.v... Đặc biệt chúng ta cần phải nghiên cứu nên bố trí trạm gốc như thế nào để loại trừ những lỗ hổng của khu vực phục vụ và cần nâng cao hiệu quả sử dụng tần số như thế nào. Việc nghiên cứu này được gọi là phân bố tế bào.

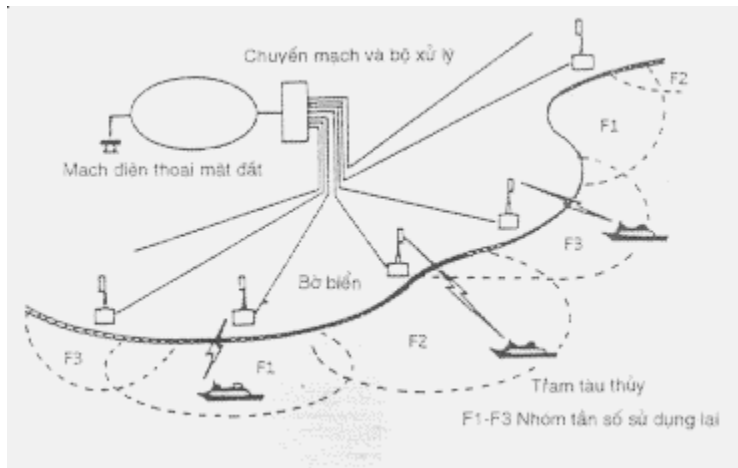
2/ Phân bố tế bào.

1/ Phân bố tế bào theo kiểu tuyến tính đa theo kiểu địa hình khi phân bố tế bào được bố trí theo kiểu tuyến tính do khu vực phục vụ nằm trên bờ, dọc theo bờ biển hay dọc theo đường trục giữa các thành phố lớn cách nhau vài chục kilomet thì tế bào được bố trí theo hàng dọc và sử dụng lại tần số sau mỗi vòng. Chẳng hạn, 3 tế bào sử dụng lại cuộc gọi trên tàu ở cảng, cuộc gọi trên tàu hoả và cuộc gọi trên máy bay. <Hình 2.42> miêu tả sự lặp lại của 3 tế bào trên sự phân bố tế bào kiểu tuyến tính.

Khi khu vực phục vụ có kiểu địa hình (mặt phẳng) giống như các cuộc gọi của các xe cộ thì rất nhiều tế bào được phân bố một cách phức tạp theo mô hình tế bào lặp lại trên khu vực phục vụ không có chỗ hở.

Phân bố tế bào theo địa hình như sau:

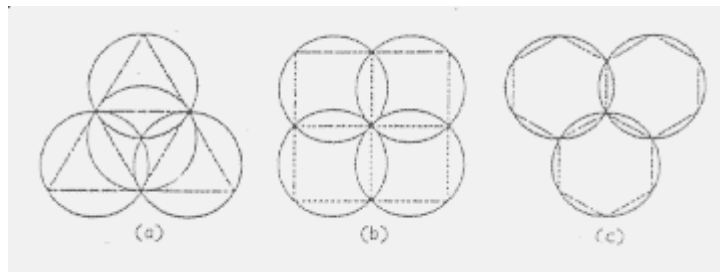
Mặc dù hình dạng tế bào thực tế phức tạp do sự lan truyền vô tuyến chịu ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên và địa lý, tế bào sẽ được mô hình hoá và các vị trí tế bào được phân bố đều đặn trên vùng phục vụ ở đó.



Hình 2.42 Ví dụ kiểu tuyến tính lặp lại ba tế bào

2/ Hệ dạng tế bào

Nếu ăngten đa hướng phát sóng vô tuyến trên khu vực mặt bằng thì vùng bao phủ có dạng hình tròn. Khu vực tế bào được xác định bằng các điểm có cùng vị trí mức thu trung bình giữa các vị trí tế bào trong khu vực lan truyền sóng vô tuyến và có dạng hình đa giác. Có 3 phương pháp để bao phủ kín khu vực bằng các tế bào hình dạng đa giác có kích thước như nhau (hình 2.43).



Hình 2.43 Hình dạng tế bào

Bảng 2.3 Khoảng cách tâm giữa các tế bào

Kiểu tế bào đơn vị	Khoảng cách tâm giữa các tế bào kề nhau
Tam giác đều (a)	R
Hình vuông (b)	$\sqrt{2} R$
Lục giác đều (c)	$\sqrt{3} R$

Hình vẽ

(a) Trường hợp tế bào hình tam giác đều

(b) Trường hợp tế bào hình vuông

(c) Trường hợp tế bào hình lục giác

Đường nối tâm của khu vực gốc lên nhau sẽ có hình tam giác đều, hình vuông hay hình lục giác đều. Không có bất kỳ hình dạng tế bào đa giác phân bố đều nào khác ngoài các hình trên. Chúng được gọi là kiểu tế bào tam giác đều kiểu tế bào hình vuông và kiểu tế bào lục giác đều. Mỗi kiểu tế bào có những đặc tính riêng của mình.

a. Cụ ly tế bào: Khi bao phủ khu vực với mỗi dạng tế bào thì khoảng cách tâm sẽ như ở trong <bảng 2.3>. Khoảng cách tâm của dạng lục giác đều là lớn nhất.

Bảng 2.4 Khu vực tế bào đơn vị là khu vực gốc lên nhau

Kiểu tế bào đơn vị	Khu vực tế bào đơn vị	Khu vực chống lán
Tam giác đều	3 $\sqrt{3} R^2$ 1.3R ²	(2 - 3 $\sqrt{3}$)R ² 1.2R ²
	4	2
Hình vuông	2R ²	(2 - 4)R ² 0.73R ²
Lục giác đều	3 $\sqrt{3} R^2$ 0.26R ²	(2 - 3 $\sqrt{3}$)R ² 0.35R ²
	2	

R: Độ rộng của tế bào chống lán

Hình vẽ

Bảng 2.5 Độ rộng của tế bào chống lán

Kiểu tế bào đơn vị	Độ rộng của tế bào chống lán
Tam giác đều	R
Hình vuông	(2 - $\sqrt{2}$) R 0.59R
Lục giác đều	(2 - $\sqrt{3}$) R 0.27R

R : Bán kính

Hình vẽ

b. Khu vực tế bào và khu vực chống lán: Khi các tế bào phân chia khu vực thành các tế bào đơn vị có cùng kích thước và khu vực chống lán sẽ khác nhau tùy theo từng kiểu tế bào như <Bảng 2.4>. Khu vực tế bào đơn vị là một khu vực được bao phủ bởi tam giác đều tối thiểu hoá số lượng tế bào để bao phủ một khu vực. Độ rộng của tế bào chống lán được trình bày trong <bảng 2.5>.

c. Số lượng tần số cần thiết tối thiểu: Do không thể sử dụng cùng một tần số vì nhiễu với các tế bào bên cạnh, cho nên số lượng tần số cần thiết tối thiểu được trình bày trong <bảng 2.6>.

Bảng 2.6 Số lượng tần số cần thiết tối thiểu.

Dạng tế bào đơn vị	Số lượng tần số cần thiết tối thiểu
Tam giác đều	6
Hình vuông	4
Lục giác đều	3

Mỗi dạng có những đặc tính riêng của nó. Dạng tam giác đều là không thích hợp trừ trường hợp đặc biệt và dạng tế bào lục giác đều là hiệu quả nhất.