

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



# MẠNG TRUY NHẬP

*(Dùng cho sinh viên hệ đào tạo đại học từ xa)*

Lưu hành nội bộ

HÀ NỘI - 2007

# MẠNG TRUY NHẬP

cuu duong than cong . com

Biên soạn :    THS. LÊ DUY KHÁNH

cuu duong than cong . com

# MỤC LỤC

Mục lục	Trang
Lời nói đầu	vii
<b>Chương 1: Giới thiệu chung về mạng truy nhập</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Mạng truy nhập</b>	<b>2</b>
1.1.1 Sự ra đời	2
1.1.2 Khái niệm mạng truy nhập	2
1.1.3 Hướng phát triển mạng truy nhập	3
<b>1.2 Phân loại mạng truy nhập</b>	<b>3</b>
1.2.1 Truy nhập băng hẹp	3
1.2.2 Truy nhập băng rộng	4
<b>1.3 Giao diện mạng truy nhập</b>	<b>5</b>
1.3.1 UNI (User Network Interface)	5
1.3.2 SNI (Service Network Interface)	5
<b>1.4 Cấp nguồn cho mạng truy nhập</b>	<b>5</b>
1.4.1 Sự cân bằng truyền thống	5
1.4.2 Những vấn đề trong công nghệ mới	6
1.4.3 Dự phòng accu	7
<b>1.5 Mạch vòng nội bộ</b>	<b>8</b>
1.5.1 Định nghĩa mạch vòng nội bộ	8
1.5.2 Các ví dụ về mạch vòng nội bộ	8
<b>1.6 Công trình ngoại vi</b>	<b>9</b>
1.6.1 Phân loại	9
1.6.2 Những yêu cầu đối với công trình ngoại vi	10
1.6.3 Các vấn đề quan tâm khi thiết kế đường dây thuê bao bằng cáp kim loại	10
1.6.3.1 Đối với cáp treo	10
1.6.3.2 Đối với cáp ngầm	13
<b>1.7 Các dịch vụ được mạng truy nhập hỗ trợ</b>	<b>14</b>
1.7.1 Giới thiệu	14
1.7.2 VoD	15
1.7.3 Video trên ATM	17
1.7.4 Quảng cáo theo nhu cầu mua bán từ xa	17
1.7.5 Các dịch vụ internet	18
1.7.6 Học từ xa	18
1.7.7 Các dịch vụ cảnh báo	19
1.7.8 Các dịch vụ trang vàng	19
1.7.9 Các dịch vụ cho nhu cầu thiết yếu	20
<b>1.8 Các tiêu chuẩn</b>	<b>20</b>
1.8.1 ADSL/VDSL	20
1.8.2 Cable Modem/HFC	21
1.8.3 DOCIS	21
1.8.4 IEEE 802.14	21

1.8.5	CableLabs	21
1.8.6	ATM forum	22
<b>Chương 2: Cáp và kỹ thuật lắp đặt cáp thông tin</b>		<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Cáp kim loại đối xứng</b>	<b>24</b>
2.1.1	Kết cấu cáp đối xứng	24
2.1.1.1	Kết cấu dây dẫn	24
2.1.1.2	Chất cách điện	25
2.1.1.3	Vỏ chống ẩm và gia cường	25
2.1.1.4	Màng bao che	26
2.1.1.5	Những quy luật xếp đặt bó dây ruột cáp	27
2.1.2	Xoắn dây trong cáp đồng	28
2.1.2.1	Đôi dây xoắn nguyên bản	28
2.1.2.2	Hệ số xoắn	29
2.1.2.3	Bước cân bằng	29
2.1.3	Các tham số truyền dẫn của mạch dây cáp	30
2.1.3.1	Sơ đồ tương đương của mạch dây cáp	30
2.1.3.2	Mạch dây đồng nhất và không đồng nhất	31
2.1.3.3	Cơ sở của phương trình mạch dây đồng nhất	31
2.1.3.4	Những hiện tượng hiệu ứng khi truyền dòng điện cao tần	34
2.1.3.5	Điện trở	35
2.1.3.6	Độ tự cảm	36
2.1.3.7	Điện dung	37
2.1.3.8	Điện dẫn cách điện	38
2.1.3.9	Trở kháng đặc tính	38
2.1.3.10	Suy giảm tín hiệu	39
2.1.3.11	Suy hao đội hay suy hao phản hồi	39
2.1.3.12	Tốc độ truyền dẫn số	39
2.1.3.13	Xuyên kênh	39
2.1.4	Phân loại cáp	40
2.1.4.1	Cáp UTP	40
2.1.4.2	Cáp ScTP	42
2.1.4.3	Cáp STP	43
2.1.5	Các đầu kết nối cáp	43
2.1.5.1	Đầu nối UTP	43
2.1.5.2	Đầu nối ScTP	45
2.1.5.3	Đầu nối STP	45
2.1.5.4	Đầu nối STP-A	45
2.1.6	Kết cuối cáp	46
2.1.6.1	Các bước tiền xác định	46
2.1.6.2	Kết cuối IDC cáp đồng xoắn đôi	46
2.1.7	Đo thử cáp	48
2.1.7.1	Giới thiệu	48
2.1.7.2	Mô tả các loại lỗi cáp	49
2.1.7.3	Các phép đo thử cáp	50
2.1.7.4	Các phép đo dùng phương pháp TDR	53

<b>2.2</b>	<b>Cáp đồng trục</b>	56
2.2.1	Cấu trúc	56
2.2.2	Các công thức tính toán	57
2.2.3	Các đặc tính kỹ thuật	59
2.2.4	Đầu nối cáp đồng trục	59
2.2.5	Kết cuối cáp	61
2.2.5.1	<i>Các bước thực hiện chung</i>	61
2.2.5.2	<i>Một ví dụ kết cuối cáp đồng trục vào đầu nối loại F</i>	61
2.2.6	Đo thử cáp đồng trục 50-Ohm và 75-Ohm	63
<b>2.3</b>	<b>Cáp quang</b>	64
2.3.1	Lịch sử	64
2.3.2	Cấu trúc	64
2.3.3	Tán sắc trong sợi quang	67
2.3.4	Đầu nối cáp quang	68
2.3.5	Nối sợi quang	69
2.3.6	Đo thử	70
<b>2.4</b>	<b>Cấu trúc các hệ thống cáp</b>	72
2.4.1	Giới thiệu	72
2.4.2	Entrance facilities	73
2.4.3	Backbone cables	75
2.4.4	Horizontal cables	76
2.4.5	Work Areas	78
2.4.6	Equipment Rooms	78
2.4.7	Telecommunications closets	79
2.4.8	Cross-Connections	80
2.4.9	Topologies	81
<b>Chương 3:</b>	<b>Các công nghệ truy nhập</b>	<b>87</b>
<b>3.1</b>	<b>Truy nhập bằng quay số</b>	<b>88</b>
<b>3.2</b>	<b>ISDN</b>	<b>89</b>
3.2.1	Giới thiệu	89
3.2.2	Thiết bị ISDN	89
3.2.2.1	<i>TA</i>	90
3.2.2.2	<i>Dtel</i>	90
3.2.3	Cấu hình ISDN	91
3.2.4	Các điểm tham chiếu	92
<b>3.3</b>	<b>Giao diện V5</b>	<b>92</b>
3.3.1	Mô hình truy nhập V5	92
3.3.2	Kiến trúc dịch vụ trong giao diện V5	93
3.3.3	Giao diện V5.1	94
3.3.4	Giao diện V5.2	95
3.3.5	Một số điểm khác nhau giữa V5.1 và V5.2	95
3.3.6	Chồng giao thức V.5	96
3.3.6.1	<i>Nguyên lý cơ bản</i>	96

3.3.6.2	Cấu trúc khung của tín hiệu 2M	97
3.3.6.3	Các giao thức V5	98
<b>3.4</b>	<b>x.DSL</b>	107
3.4.1	Giới thiệu	107
3.4.2	Tốc độ, phạm vi bao phủ, và giới hạn thiết kế của DSL	107
3.4.3	Các loại DSL	109
3.4.4	Các thành phần của hệ thống DSL	110
3.4.5	Tương thích phổ của các hệ thống DSL	113
3.4.5.1	Định nghĩa	113
3.4.5.2	Giới thiệu	113
3.4.5.3	ISDN	113
3.4.5.4	HDSL	115
3.4.5.5	SDSL	116
3.4.5.6	CAP RADSL	117
3.4.5.7	DMT ADSL	118
3.4.5.8	Tương thích phổ của CAP RADSL với DMT ADSL	120
3.4.6	Điều chế DMT	122
3.4.7	Điều chế CAP/QAM	124
3.4.8	Đo thử DSL	125
3.4.9	Lắp đặt DSL	127
3.4.9.1	Đầu chuyển tại dàn MDF	127
3.4.9.2	Những yếu tố cần lưu ý khi chọn đường dây ADSL	127
3.4.9.3	Lắp đặt tại nhà thuê bao	128
<b>3.5</b>	<b>HFC và Cable modem</b>	130
3.5.1	Mạng HFC	130
3.5.2	Truyền dẫn trên mạng HFC	131
3.5.3	IEEE 802.14	131
3.5.4	Khả năng băng thông	132
3.5.5	Cable modem	133
3.5.5.1	Giới thiệu cable modem	133
3.5.5.2	Mô hình kiến trúc phân lớp cable modem	138
3.5.5.3	Phổ cable modem	138
3.5.5.4	Ảnh xạ phổ của cable modem	139
3.5.6	POTS trên HFC	139
3.5.7	An toàn trong môi trường HFC	140
3.5.7.1	Giới thiệu	140
3.5.7.2	An toàn và bí mật trong mạng HFC	141
<b>3.6</b>	<b>Truy nhập quang</b>	143
3.6.1	Giới thiệu	143
3.6.2	Cấu trúc mạng truy nhập quang	144

3.6.2.1	Cấu hình tham chiếu	144
3.6.2.2	Các khối chức năng	145
3.6.3	Topology và các áp dụng của truy nhập quang	147
3.6.3.1	<i>Aggregated Point to Point Using a Single Channel per Optical Fiber</i>	147
3.6.3.2	<i>Aggregated Multichannel Point to Point</i>	148
3.6.3.3	<i>Spatially Distributed WDM</i>	148
3.6.3.4	<i>Arbitrary Mesh</i>	148
3.6.3.5	<i>Link Protection</i>	149
3.7	<b>Truy nhập vô tuyến cố định (FWA)</b>	149
3.7.1	Định nghĩa	149
3.7.2	Các phương thức ứng dụng FWA	150
3.7.3	Phân loại FWA	150
3.7.3.1	<i>Dùng toàn bộ FWA</i>	150
3.7.3.2	<i>Dùng FWA thay thế đoạn B và C</i>	151
3.7.3.3	<i>Dùng FWA thay thế đoạn C</i>	151
3.7.4	Cấu hình cơ bản FWA	151
3.7.4.1	<i>Áp dụng công nghệ chuyên dùng</i>	151
3.7.4.2	<i>Áp dụng công nghệ viba điểm-đa điểm</i>	152
3.7.5	Chỉ tiêu kỹ thuật của FWA	153
3.7.5.1	<i>Sử dụng tần số</i>	153
3.7.5.2	<i>Sắp xếp tần số</i>	153
3.7.5.3	<i>Phạm vi phủ sóng</i>	154
3.7.5.4	<i>Dung lượng và dịch vụ</i>	154
3.7.5.5	<i>Tán xạ</i>	154
3.8	<b>VSAT</b>	155
3.8.1	Giới thiệu	155
3.8.2	Cấu trúc cơ bản của VSAT	155
3.8.3	Kỹ thuật truyền dẫn của VSAT	156
3.8.3.1	<i>Mã hóa nguồn tin</i>	156
3.8.3.2	<i>Mã hóa kênh và sửa sai</i>	156
3.8.3.3	<i>Điều chế và giải điều chế</i>	156
3.8.4	Topology của VSAT	156
3.8.4.1	<i>Star Topology</i>	156
3.8.4.2	<i>Mesh Topology</i>	157
3.8.5	Công nghệ truy nhập của VSAT	157
3.8.6	Các ứng dụng VSAT trên thế giới	157
3.8.6.1	<i>VSAT IP tại Việt Nam</i>	158
3.8.6.2	<i>VSAT for the World Bank and Africa Virtual University (AVU)</i>	158
3.9	<b>Hệ thống thông tin vệ tinh di động và không dây</b>	159
3.9.1	Giới thiệu	159

3.9.2	Quỹ đạo	160
3.9.3	Các hệ thống vệ tinh di động	160
3.9.3.1	<i>INMARSAT</i>	160
3.9.3.2	<i>MSAT</i>	162
3.9.3.3	<i>ARIES</i>	163
3.9.3.4	<i>ELLIPSO</i>	163
3.9.3.5	<i>IRIDIUM</i>	164
3.9.3.6	<i>ORBCOMM</i>	164
3.9.3.7	<i>GLOBALSTAR</i>	165
3.9.4	Các băng tần trong hệ thống thông tin vệ tinh di động	167
3.9.5	LMDS	168
3.9.5.1	<i>Giới thiệu</i>	168
3.9.5.2	<i>Kiến trúc LMDS</i>	169
<b>Từ viết tắt</b>		170
<b>Tài liệu tham khảo</b>		177

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Km10 Đường Nguyễn Trãi, Hà Đông-Hà Tây  
 Tel: (04) 5541221; Fax: (04) 5540567  
 Website: <http://www.e-ptit.edu.vn>; E-mail: [dhtr@e-ptit.edu.vn](mailto:dhtr@e-ptit.edu.vn)

cuu duong than cong . com



cuu duong than cong . com



## LỜI NÓI ĐẦU

Bài giảng **Mạng truy nhập** được biên soạn nhằm giảng dạy cho các sinh viên theo học hệ đào tạo từ xa tại Học viện công nghệ bưu chính viễn thông. Nội dung Bài giảng này có ba chương:

Chương 1: **Giới thiệu chung về mạng truy nhập**: Giúp cho sinh viên nắm được khái niệm về mạng truy nhập, phân loại mạng truy nhập, xu hướng phát triển mạng truy nhập, các cơ sở hạ tầng để xây dựng mạng truy nhập, các dịch vụ mạng truy nhập hỗ trợ và một số nội dung cần thiết để dễ dàng tiếp cận hai chương sau.

Chương 2: **Cáp và kỹ thuật lắp đặt cáp thông tin**: Nội dung chương này rất rộng, chủ yếu trình bày để sinh viên nắm được các vấn đề:

- Cấu trúc, các thông số kỹ thuật, đo thử, và nguyên lý hoạt động cơ bản của các loại cáp đồng xoắn đôi, cáp đồng trục và cáp quang.
- Cấu tạo, các thông số kỹ thuật, đo thử của các loại đầu nối cáp đồng xoắn đôi, cáp đồng trục và cáp quang.
- Cấu trúc mạng cáp của các hệ thống mạng điện thoại, mạng máy tính.
- Yêu cầu kỹ thuật cơ bản của các mạng điện thoại và mạng máy tính có phạm vi hoạt động vừa và nhỏ để có thể thi công lắp đặt mạng cáp và thiết bị cho hai mạng này.

Chương 3: **Các công nghệ truy nhập**: Có thể nói mỗi công nghệ truy nhập là một môn học mà sinh viên học ngành kỹ thuật viễn thông cần được trang bị. Ví dụ: đối với mạng băng hẹp có công nghệ truy nhập điện thoại truyền thống, với mạng băng rộng hữu tuyến có truy nhập ISDN, x.DSL, HFC, PLC, với mạng băng rộng vô tuyến có hệ thống thông tin vệ tinh cố định VSAT và các hệ thống thông tin vệ tinh di động: GEO, LEO, MEO. Nội dung chương này trình bày các công nghệ nêu ra ở trên.

Bài giảng **Mạng truy nhập** cũng được dùng làm tài liệu tham khảo cho các hệ khác trong Học viện công nghệ bưu chính viễn thông.

Bài giảng này không tránh khỏi những chỗ thiếu sót, rất mong sự đóng góp của đồng nghiệp và bạn đọc.

Người biên soạn chân thành cảm ơn tác giả của các tài liệu và kiến thức tham khảo cũng như các hỗ trợ khác để biên soạn bài giảng này./.

TP. Hồ chí Minh, ngày 08 tháng 5, năm 2007  
Lê Duy Khánh.

# Chương 1

## GIỚI THIỆU CHUNG VỀ MẠNG TRUY NHẬP

### GIỚI THIỆU

Mạng truy nhập là phần mạng nằm ở dậm cuối cùng của mạng thông tin liên lạc. Sự ra đời và phát triển của nó nhằm phục vụ cho nhu cầu sử dụng thông tin liên lạc của con người ngày càng phong phú hơn. Từ điện thoại truyền thống, fax, cho đến các dịch vụ mạng tính tương tác hơn như điện thoại hội nghị truyền hình, học tập từ xa, xem truyền hình theo yêu cầu, internet, ...

Như vậy mạng truy nhập đã trở nên đa dạng từ băng hẹp như truy nhập quay số theo kiểu truyền thống và ISDN cho đến băng rộng như x.DSL, HFC và Cable modems, PLC, cáp quang, hệ thống thông tin vệ tinh, ...

## 1.1 MẠNG TRUY NHẬP

### 1.1.1 Sự ra đời

Mạng viễn thông hiện nay được phát triển theo hướng hoàn toàn số hóa đa phương tiện và internet. Điều này làm cho việc tìm kiếm phương án giải quyết truy nhập băng rộng có giá thành thấp, chất lượng cao đã trở nên rất cấp thiết.

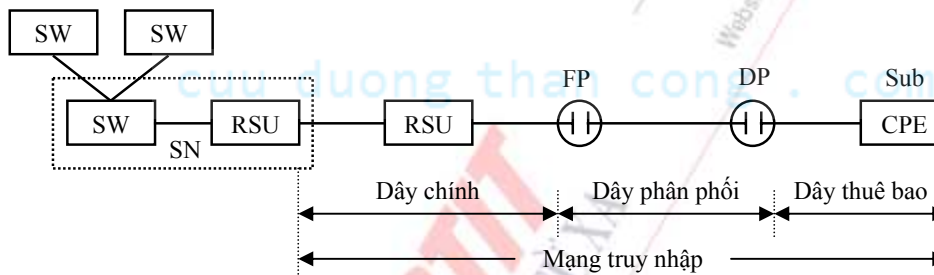
Cùng với sự phát triển của xã hội thông tin, nhu cầu sử dụng dịch vụ viễn thông ngày càng tăng, từ dịch vụ điện thoại đến dịch vụ số liệu, hình ảnh, đa phương tiện. Việc tích hợp các dịch vụ này vào cùng một mạng sao cho mạng viễn thông trở nên đơn giản hơn đang trở thành vấn đề nóng bỏng của ngành viễn thông quốc tế.

### 1.1.2 Khái niệm mạng truy nhập

Mạng truy nhập ở vị trí cuối của mạng viễn thông, trực tiếp đầu nối với thuê bao, bao gồm tất cả các thiết bị và đường dây được lắp đặt giữa trạm chuyển mạch nội hạt với thiết bị đầu cuối của thuê bao. Có thể hiểu khái niệm về mạng truy nhập theo các nội dung sau đây:

Mạng truy nhập (AN) là phần mạng giữa SNI và UNI, có nhiệm vụ truyền tải các tín hiệu đến thuê bao.

Mô hình tham chiếu vật lý của mạng truy nhập được mô tả qua hình sau:



Hình 1.1: Mô hình tham chiếu mạng truy nhập

Phạm vi của mạng truy nhập được chia ra thành ba phần: SNI nối đến nút dịch vụ; UNI nối đến thuê bao; và Q3 nối đến TMN.

Căn cứ vào phạm vi của mạng truy nhập mà mạng này có các đặc điểm như sau:

- ❖ Thực hiện chức năng ghép kênh, nối chéo, và truyền dẫn. Mạng truy nhập không thực hiện chức năng chuyển mạch.
- ❖ Cung cấp đa dịch vụ: chuyển mạch, số liệu, hình ảnh, thuê kênh, ...
- ❖ Đường kính mạng tương đối nhỏ: trong nội thành khoảng vài km, ngoại thành khoảng từ vài km đến hơn 10 km.
- ❖ Giá thành đầu tư mạng phụ thuộc vào thuê bao: bởi vì thuê bao ở gần nút dịch vụ cần ít cáp truyền dẫn hơn so với thuê bao ở xa nút dịch vụ. Sự chênh lệch giá thành đầu tư có thể lên đến 10 lần.

- ❖ Thi công đường dây khó khăn: Việc xây dựng mạng cáp nội hạt là phức tạp, nhất là trong khu vực nội thành. Cần phải quan tâm đến nhiều vấn đề: mỹ quan, các công trình khác như nhà ở, điện, nước, đường sá, ...
- ❖ Khả năng tiếp cận cáp quang của thuê bao: ONU đặt càng gần nhà thuê bao thì đoạn cáp đồng nối đến nhà thuê bao càng ngắn.
- ❖ Khả năng thích ứng đối với môi trường: ONU của mạng truy nhập có thể thích ứng cho hoàn cảnh môi trường khắc nghiệt, có thể đặt ngoài trời. Tuy nhiên môi trường càng khắc nghiệt thì yêu cầu đối với thiết bị càng cao. Sự biến thiên tính năng của các linh kiện điện tử và linh kiện quang theo nhiệt độ tuân theo hàm mũ, do đó tính năng các linh kiện trong thiết bị mạng truy nhập xấu đi nhanh gấp 10 lần thiết bị thông thường.

### 1.1.3 Hướng phát triển mạng truy nhập

Có thể đưa ra vài con số trong quá khứ để thấy sự quan tâm trong việc phát triển mạng truy nhập: Hãng Bell của Mỹ và nhiều công ty khác đã đầu tư 50-60 tỷ USD để đổi mới mạch vòng thuê bao cho hơn 10 triệu thuê bao. Công ty Future Vision xây dựng tại bang New Jersey một mạng bao gồm MPEG-2, ATM, PON và trong tháng 8 năm 1995 đã hoàn thành giai đoạn 1 thử nghiệm 200 hộ gia đình. Nhật Bản vào đầu năm 1995 đã đầu tư 20 tỷ USD để xây dựng toàn diện mạng truy nhập, đến năm 2000 đã có 10% khu vực thực hiện cáp quang đến tòa nhà, đến năm 2015 sẽ thực hiện cáp quang đến hộ gia đình. Tại Anh, Đức, Trung Quốc cũng có sự đầu tư đáng kể cho mạng truy nhập.

Đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người sử dụng, thì việc đầu tư mạng truy nhập của các nước nói chung và Việt Nam nói riêng cũng theo các định hướng sau đây:

- ❖ Băng rộng hóa mạng truy nhập.
- ❖ Cáp quang hóa mạng truy nhập.
- ❖ Đổi mới công nghệ cáp đồng.
- ❖ Mạng cáp quang thụ động lấy công nghệ ATM làm cơ sở.
- ❖ Truy nhập vô tuyến băng rộng.
- ❖ Công nghệ truy nhập SDH.
- ❖ Công nghệ SDV dựa trên FITL và ATM.

## 1.2 PHÂN LOẠI MẠNG TRUY NHẬP

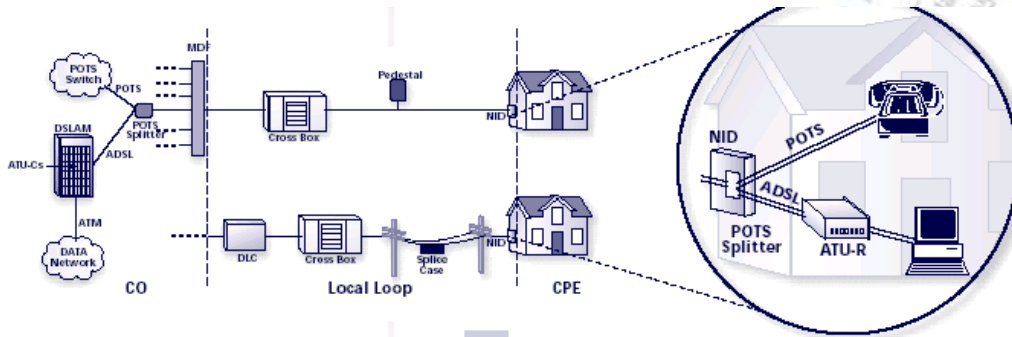
Sau đây là một số loại truy nhập được phân loại dựa trên băng thông.

### 1.2.1 Truy nhập băng hẹp

**Truy nhập băng quay số (Dial-up Access):** Đây là một loại truy nhập băng hẹp dựa trên phương thức quay số thông qua modem. Nếu áp dụng trên đường dây thuê bao truyền thống thì modem chỉ đạt được tốc độ tối đa 56 Kbps. Nếu áp dụng trên đường dây thuê ISDN-BA, có 2 kênh B với mỗi kênh băng 64 Kbps và một kênh D băng 16 Kbps nên còn gọi là truy nhập 2B+D.

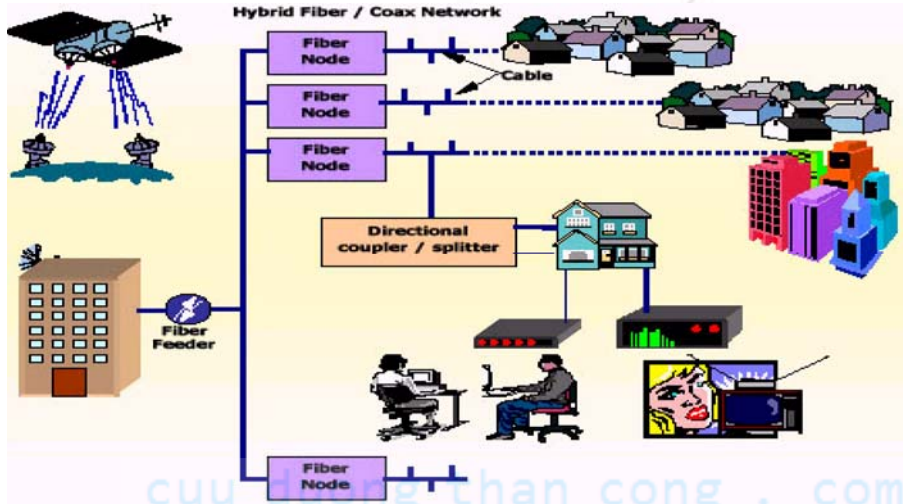
### 1.2.2 Truy nhập băng rộng

**Đường dây thuê bao số (DSL):** Với cùng đôi dây điện thoại truyền thống có thể được dùng để truyền dữ liệu tốc độ cao, như minh họa trong hình 1.2. Có một vài công nghệ cho DSL, khi mà người dùng có nhu cầu tốc độ đường xuống cao hơn tốc độ đường lên thì có hai loại DSL bất đối xứng : DSL và VDSL. Tùy thuộc vào chiều dài mạch vòng, các hệ thống DSL có thể đạt đến tốc độ từ 128Kbps đến 52Mbps.



Hình 1.2: Truy nhập ADSL

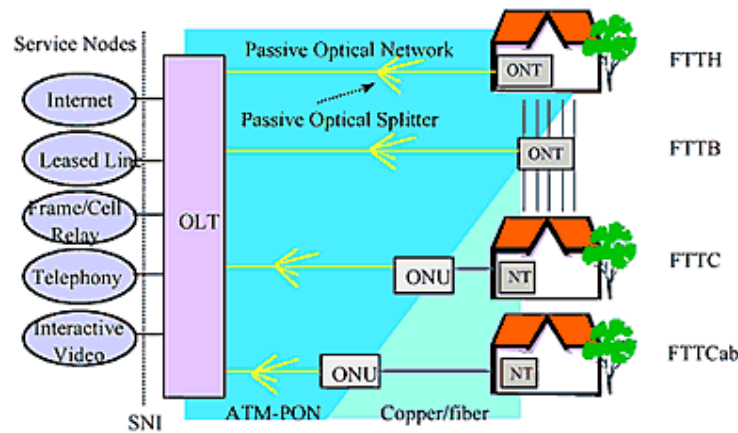
**Cable Modems:** Cable Modem là một loại modem cung cấp truy nhập dữ liệu được truyền trên hệ thống truyền hình cáp. Cable modem chủ yếu được dùng phân phối truy nhập internet băng rộng. Băng thông của dịch vụ cable Modem thương mại thông thường trong khoảng từ 3 Mbps đến 30 Mbps hoặc lớn hơn.



Hình 1.3: HFC với cable Modems

**Cáp quang:** Điều mong muốn của các công ty viễn thông là đưa cáp quang đến tận nhà của người sử dụng. Với SONET điểm nối điểm và các vòng ring, cáp quang sẽ bao phủ các khu dân cư, công sở để có thể phục vụ điện thoại, dữ liệu, hội nghị truyền hình, và các dịch vụ khác trong hiện tại, và cũng dễ dàng nâng cấp khi có yêu cầu băng thông lớn hơn trong tương lai. Với công nghệ APON như mô tả trong hình 1.4, sẽ đáp ứng yêu cầu đặt ra cũng như vấn đề về chi phí xây dựng mạng. Cấu trúc mạng GPON có băng thông 1,244 Gbps cho đường lên và 2,488 Gbps cho đường xuống.





Hình 1.4: Mạng APON

**Vô tuyến:** Các hệ thống vệ tinh có quỹ đạo thấp như Teledesic và Bridge có thể tải hàng chục Mbps đến đầu cuối người sử dụng, còn hệ thống LMDS băng thông đạt đến 1 Gbps ở tần số 28 GHz.

**Truy nhập qua đường dây điện:** Đường dây điện là một môi trường có nhiều nghiêm trọng, nhưng nó có khả năng truyền các dịch vụ viễn thông có tốc độ bit cao. Chúng được nối với đường dây điện trong nhà để kiến trúc nên một mạng truyền dẫn hoàn chỉnh. Các thiết bị đầu cuối được kết nối vào ổ cắm điện trong nhà để có thể truy nhập đến mạng băng rộng. Kiến trúc này kết hợp một cách hài hòa với các hệ thống tự động hóa trong nhà, cho phép điều khiển từ xa các thiết bị đặt tại nhà thông qua internet.

## 1.3 GIAO DIỆN MẠNG TRUY NHẬP

### 1.3.1 UNI

UNI là một điểm phân định ranh giới giữa nhà cung cấp dịch vụ và thuê bao. Ranh giới này thiết lập nên giao diện kỹ thuật và phân phối các hoạt động tương ứng. UNI có hai loại: độc lập và dùng chung. UNI dùng chung là chỉ một UNI có thể đảm nhiệm nhiều nút dịch vụ, mỗi truy nhập logic thông qua SNI khác nhau nối với nút dịch vụ khác nhau. Ví dụ, trong metro ethernet network, UNI là một liên kết ethernet hai chiều (bidirectional ethernet link).

### 1.3.2 SNI

Là giao diện phía dịch vụ của mạng truy nhập. SNI chủ yếu gồm giao diện tương tự (giao diện Z) và giao diện số (giao diện V). Để thích ứng với nhiều môi trường truyền dẫn trong mạng truy nhập, phối hợp với nhiều loại truy nhập và nhiều loại dịch vụ truy nhập, giao diện V đã phát triển thành giao diện V1 đến giao diện V5. Giao diện V5 là một loại giao diện thuê bao số tiêu chuẩn quốc tế của tổng đài chuyển mạch số nội hạt, nó có thể đồng thời hỗ trợ nhiều dịch vụ truy nhập thuê bao, có thể chia thành giao diện V5.1 và V5.2.

## 1.4 CẤP NGUỒN MẠNG TRUY NHẬP

### 1.4.1 Sự cân bằng truyền thống

Trong mạng PSTN truyền thống, máy điện thoại được cấp nguồn từ tổng đài. Nguồn cung cấp là một chiều (dc) trên cùng đôi dây đồng truyền tải tín hiệu thoại. Các đầu cuối thông thường không cần có sự cấp nguồn riêng, trừ những đầu cuối đặc biệt như máy fax.

Vấn đề quan trọng trong mạng PSTN là dù nguồn điện lưới bị sự cố thì mạng cũng phải hoạt động tiếp tục. Các dịch vụ trong mạng PSTN được thiết kế để hoạt động không phụ thuộc vào nguồn điện lưới của địa phương. Cũng chính vì tổng đài cấp nguồn cho đầu cuối, nên phạm vi phục vụ của tổng đài bị hạn chế, nếu sử dụng cáp có đường kính lớn thì khả năng đầu cuối kéo xa hơn, tuy nhiên nếu dùng cỡ dây lớn thì chi phí cao, nặng, chiếm nhiều không gian hơn.

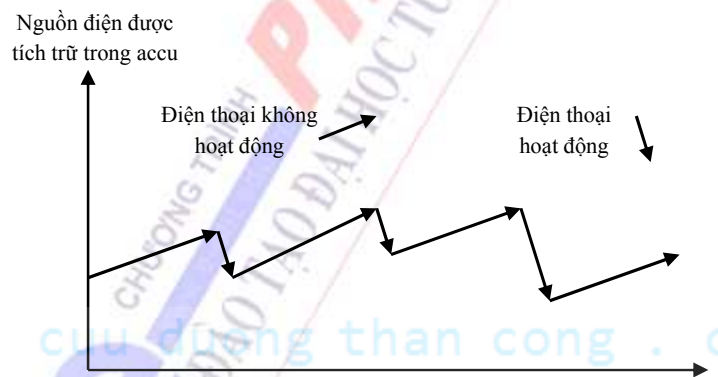
Như vậy trong mạng PSTN truyền thống, khoảng cách từ tổng đài đến máy đầu cuối bị giới hạn một cách tự nhiên sao cho phù hợp khả năng truyền dẫn nguồn đến đầu cuối. Tuy nhiên trong các công nghệ mới, giới hạn này không còn là tự nhiên, bởi vì khoảng cách từ tổng đài đến đầu cuối chỉ phụ thuộc vào việc tín hiệu có truyền đến được đầu cuối hay không, chứ không phụ thuộc vào việc cấp nguồn. Do đó sự cân bằng giữa vấn đề cấp nguồn và vùng phục vụ không còn nữa.

#### 1.4.2 Những vấn đề trong công nghệ mới

Một trong những thách thức đối với sự cân bằng trong phương án truyền thống dành cho điện thoại là việc tận dụng hết tiềm năng truyền tải thông tin của những đôi dây đồng hiện có. Những cố gắng triển khai ý đồ này hiện nay thể hiện rõ ràng nhất ở sự phát triển các hệ thống HDSL và ADSL, nhưng thách thức ban đầu lại đến từ công nghệ lợi dây.

Khi tất cả những đôi dây dự trữ trên đường cáp hiện có đã được sử dụng hết, thì việc lắp đặt một cáp đồng mới sẽ là tốn kém. Thậm chí còn có thể tốn kém hơn, nếu phải thực hiện việc này để đáp ứng một nhu cầu về dịch vụ đột xuất.

Các hệ thống lợi dây và các hệ thống ghép kênh, cả tập trung và phân tán, đều đã được phát minh ra để tận dụng những dung lượng truyền tải thông tin chưa được sử dụng của các đôi dây đồng. Các hệ thống lợi dây cần cấp nguồn cho các thiết bị điện tử tại đầu xa của đôi dây đồng. May thay, có thể tận dụng tính chất dồn cụm của nhu cầu về nguồn là chắc chắn nằm trong khả năng của nó, vì thời gian đường truyền không hoạt động thường nhiều hơn là hoạt động. Một accu có thể nạp lại được có thể dùng để bù nguồn cấp từ tổng đài khi đường truyền hoạt động.



Hình 1.5: Sử dụng một accu nạp lại được để bù sự tiêu hao nguồn

Trong thực tế, việc triển khai một accu nạp lại được theo cách như vậy tạo ra nhiều vấn đề, bởi vì khi sử dụng đường truyền ở cường độ cao, một khách hàng thương mại có thể làm phóng hết điện của accu. Ở một mức độ nào đó, điều này có thể được bù đắp nếu việc lắp đặt được thực hiện theo yêu cầu cụ thể, sao cho kết cuối sử dụng ở cường độ cao nhất được cấp nguồn bình thường với kết quả là chỉ cần một accu cho những kết cuối được sử dụng ở cường độ kém hơn. Nhưng cấp nguồn như thế sẽ không tin cậy, bởi vì thuê bao được tự do thay đổi việc sử dụng các

kết cuối đó. Ngoài ra, thời gian sử dụng của một accu nạp lại được là có hạn, kể cả trong điều kiện môi trường tốt tại nhà riêng của thuê bao, dẫn đến những chi phí bảo dưỡng lớn. Đặc biệt, nếu không có sự cảnh báo về sự ngừng hoạt động của một accu sẽ phát sinh việc bảo dưỡng ngoài kế hoạch khi accu gặp sự cố.

Đáng tiếc, không thể sử dụng một accu để đệm (bù) sự tiêu thụ nguồn cho những hệ thống lợi dây rất tiêu hao nguồn, các hệ thống HDSL và ADSL dung lượng cao hơn. Đó là vì nguồn trung bình cho những hệ thống này thường vượt quá khả năng có thể được cung cấp trên các đôi dây đồng. Vấn đề này không lớn như với các hệ thống vô tuyến và sợi quang, bởi vì việc truyền dẫn đủ nguồn tới các kết cuối ở xa bằng vô tuyến hoặc sợi quang là không khả thi. Dù vậy, các hệ thống dây đồng sử dụng một accu để bù sự tiêu thụ nguồn của các kết cuối ở xa, có thể không có ưu điểm lớn so với các hệ thống vô tuyến và sợi quang bởi chi phí bảo dưỡng và thay thế accu ở xa.

Thoạt nhìn thì vô tuyến dường như là phương tiện kém nhất cho việc cấp nguồn, vì không thể chuyển đi được một lượng nguồn điện lớn dọc một tuyến vô tuyến. Trái lại, các sợi quang có thể truyền được một lượng năng lượng có ích, và người ta đã cho rằng nó có thể đủ để cấp nguồn cho một máy đầu cuối đặc biệt công suất thấp. Người ta cũng cho rằng các tuyến cáp quang/dây đồng có thể được sử dụng để chuyển đi cả thông tin và nguồn. Nhưng không may, trong những khái niệm này đã có một số sai lầm. Mặc dù một lượng nguồn nhất định có thể được chuyển đi trên một sợi quang, nhưng hiệu suất biến đổi sang công suất điện thấp làm cho công suất phát cần thiết phải rất cao, mà điều này có thể làm nguy hiểm cho các hoạt động bảo dưỡng. Ngoài ra, cũng có thể cần tới một accu đệm, nhờ đó có thể giảm được công suất quang từ cực đỉnh xuống gần hơn giá trị trung bình, điều này lại gây ra vấn đề về bảo dưỡng accu. Hơn nữa, nếu những ưu điểm về chi phí của việc chia tách thụ động được tăng lên, thì công suất phát quang sẽ cần được tăng lên vượt qua giá trị yêu cầu cho hoạt động điểm nổi điểm, do các bộ chia quang gây ra việc giảm công suất thu. Khái niệm về một cấp lại cũng là sai lệch, bởi vì các hệ thống dây đồng thậm chí không thể cấp đủ nguồn tương xứng với dung lượng truyền tải thông tin của chính chúng, một dung lượng kém xa dung lượng truyền tải thông tin của một sợi quang liên đới.

Có một ứng dụng của việc dùng sợi quang để cấp nguồn, nhưng ứng dụng này lại có tính mâu thuẫn. Giới hạn trên đối với tốc độ dữ liệu của các hệ thống sợi quang có thể tăng nếu sử dụng các bộ khuếch đại quang để khuếch đại tín hiệu quang. Các bộ khuếch đại này có thể được cấp nguồn rất hiệu quả bằng sợi quang, bởi vì yêu cầu chủ yếu của chúng là nguồn quang, chứ không phải nguồn điện. Đây là sự mâu thuẫn, bởi vì việc sử dụng phù hợp nhất của nguồn quang là làm tăng dung lượng truyền tải thông tin của các hệ thống sợi quang, và vì thế làm trầm trọng hơn vấn đề cấp nguồn cho các kết cuối ở xa, bởi vì những kết cuối ở xa đó cần nhiều nguồn hơn, do dung lượng của hệ thống đã tăng lên.

### 1.4.3 Dự phòng accu

Nếu nguồn điện nội bộ trong một tổng đài bị sự cố, thì nguồn khẩn cấp thường được cung cấp bằng một máy phát điện dự phòng. Những máy phát điện này luôn có mặt sẵn sàng và có thể được bảo dưỡng trong một môi trường tốt, thường với sự có mặt của các nhân viên bảo dưỡng. Các máy phát điện công suất lớn có thể tạo ra nhiều năng lượng hơn so với những accu nạp lại được.



Trên thực tế thường không sử dụng các máy phát điện tại những đầu xa của các mạng truy nhập, dù là những máy phát điện có công suất nhỏ, bởi những khó khăn của việc thông gió và bảo dưỡng. Thông gió có thể là một vấn đề, bởi vì đầu xa đó có thể đặt trong một không gian kín, chẳng hạn một hộp ngầm. Bảo dưỡng cũng là một vấn đề bởi vì cần phải gọi một kỹ thuật viên bảo dưỡng tới các vị trí ở xa đã bị sự cố về nguồn.

Bởi vậy những accu nạp lại được là giải pháp hiển nhiên đối với vấn đề nguồn dự phòng tại các đầu xa của một mạng truy nhập. Những accu này có thể đảm bảo luôn được nạp đầy trong khi hoạt động bình thường, và được sử dụng để cấp nguồn cho mỗi đầu xa của một mạng truy nhập nếu nguồn cấp điện chính bị sự cố. Những accu không nạp lại được có thể được sử dụng làm giải pháp thay thế cho các accu nạp lại được cho hoạt động một lần. Giống như các máy phát điện dự phòng, đối với các accu không nạp lại được, cần có một nhân viên kỹ thuật đến để thay các accu đó sau khi chúng đã được sử dụng hết điện. Các accu không nạp lại được cũng có một tuổi thọ hạn chế và vì vậy sẽ cần được thay thế khi chúng quá hạn sử dụng, cho dù chúng vẫn chưa được sử dụng. Các accu nạp lại được được ưa chuộng bởi vì chúng có chi phí bảo dưỡng thấp hơn, do chúng không cần phải thay thế sau khi sử dụng.

Tuy nhiên, có một số vấn đề làm cho việc sử dụng các accu nạp lại được kém hấp dẫn đi. Có lẽ vấn đề rõ nhất về mặt vật lý là kích thước của những accu này. Những tham số xác định kích thước của những accu này là các yêu cầu về nguồn của các đầu xa và khoảng thời gian mà nguồn điện đó phải cung cấp được, cùng với cường độ nguồn, là tham số xác định mức độ hiệu quả mà các accu đó tích trữ nguồn.

Còn có những trở ngại về mặt môi trường đối với việc sử dụng các accu nạp lại được. Những trở ngại này có thể trở nên rõ rệt hơn theo thời gian do sự nhận thức ngày càng tăng về các vấn đề môi trường. Những accu axit chì, như loại sử dụng trong các xe hơi, là loại accu nạp lại được phổ biến nhất. Chì trong các accu này gây ra ô nhiễm cho môi trường, và có một yêu cầu là những accu cũ phải được thu hồi và hủy bỏ một cách an toàn.

## 1.5 MẠCH VÒNG NỘI BỘ

### 1.5.1 Định nghĩa mạch vòng nội bộ

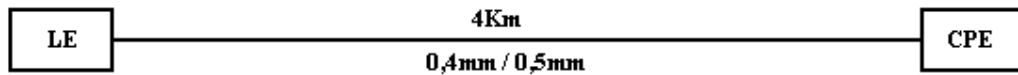
Trong viễn thông, mạch vòng nội bộ (local loop) là một mạch dây kết nối từ thiết bị tài sản khách hàng đến biên của nhà cung cấp dịch vụ viễn thông. Trong mạng PSTN, mạch vòng nội bộ là mạch dây cáp kết nối thiết bị đầu cuối đến tổng đài nội hạt. Mạch vòng nội bộ hỗ trợ các ứng dụng truyền thông số liệu, hoặc kết hợp truyền tiếng nói và số liệu như trong DSL.

Các kết nối mạch vòng nội bộ có thể được sử dụng trong các công nghệ: Tín hiệu thoại tương tự và báo hiệu trong POTS, ISDN, DSL.

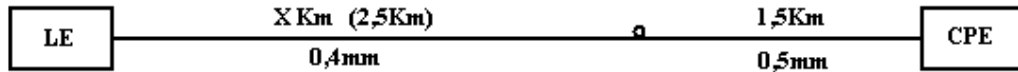
Các kết nối mạch vòng nội bộ còn hiện diện trong các công nghệ: PLC : Electric local loop, thông tin vệ tinh: Satellite local loop, Cablemodem: Cable local loop, và LMDS-WiMAX-GPRS: Wireless local loop.

### 1.5.2 Các ví dụ về mạch vòng nội bộ

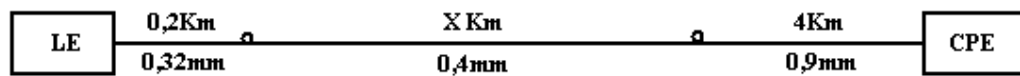
- ❖ Loại đơn giản nhất của mạch vòng nội bộ có khoảng cách từ 2 Km đến 4 Km với cỡ dây 0,4 mm hoặc 0,5 mm, sử dụng cáp đồng xoắn đôi.



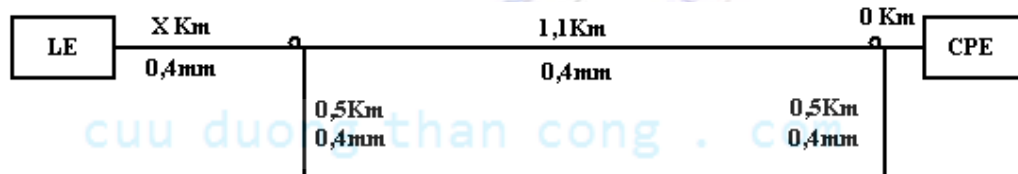
- ❖ Loại có áp dụng cỡ dây khác nhau, trong đó khoảng cách đạt đến 2,5 Km dùng dây 0,4 mm, tiếp theo 1,5 Km dùng dây 0,5 mm. Khoảng cách dùng dây 0,4 mm có thể thay đổi từ 1,5 Km đến 5,55 Km, và có thể mở rộng đến 6 Km.



- ❖ Loại mạch vòng dùng ba cỡ dây khác nhau : đoạn 0,2 Km tính từ tổng đài nội hạt dùng dây 0,32 mm (28 AWG) ; tiếp theo từ 1Km đến 5 Km dùng dây 0,4 mm ; và khoảng cách còn lại dùng dây 0,9 mm (10 AWG), khoảng này có thể là 4 Km tính đến CPE. Với loại mạch vòng này khi mở rộng đến hết khả năng không cần cuộn tải.



- ❖ Loại mạch vòng có cầu rẽ, trong cấu hình này chỉ dùng một cỡ dây là 0,4 mm. Tuy nhiên cho phép cầu rẽ có thể kéo dài đến 0,5 Km tính từ điểm rẽ.



## 1.6 CÔNG TRÌNH NGOẠI VI

### 1.6.1 Phân loại

Công trình ngoại vi có thể phân loại theo kiểu mạng, lắp đặt, và hệ thống truyền dẫn.

Phân loại theo kiểu mạng có các loại công trình sau đây:

**Công trình đường dây thuê bao:** là công trình nhờ đó thuê bao, phương tiện điện thoại công cộng, và thiết bị PBX được kết nối với thiết bị của tổng đài trung tâm. Cáp dùng cho đường dây thuê bao được gọi là cáp thuê bao và được phân thành cáp feeder và cáp phân phối. Cáp feeder là phần cáp thuê bao đi từ tổng đài đến điểm nối chéo CCP.

**Công trình cáp trung kế:** là công trình kết nối các tổng đài trung tâm với nhau.

**Công trình đường dây đường dài:** là công trình kết nối các tổng đài trung tâm đường dài với nhau. Thông thường, các loại cáp đồng trục, cáp quang, vô tuyến được sử dụng làm kết nối.

Phân loại theo lắp đặt, có các công trình như sau:

**Công trình đường dây trên không (cáp treo):** Mặc dù đường dây truyền dẫn trên không có những hạn chế cơ bản do bị ảnh hưởng của môi trường tự nhiên và nhân tạo, nó vẫn được sử dụng khá rộng rãi, đặc biệt là đường dây thuê bao. Sở dĩ như vậy là vì các công trình ngoại vi trên không thông thường rất kinh tế so với các công trình ngầm.

**Công trình ngầm (cáp ngầm):** Thông thường, khi cáp ngầm được chôn sâu dưới lòng đất trên 1 mét thì chống được những sự phá hoại của thiên nhiên và nhân tạo. Tuy nhiên, chi phí xây dựng đất hơn chi phí công trình trên cao. Đường truyền dẫn ngầm thường được sử dụng cho cáp đường dài, cáp trung kế và cáp feeder dùng cho thuê bao. Chúng được chôn trực tiếp hay đặt trong ống ngầm dưới lòng đất. Công trình ngầm làm đẹp cảnh quan đô thị và không chiếm dùng không gian bên trên, nên gần đây có xu hướng ngầm hóa các công trình ngoại vi cáp.

**Công trình đường dây dưới nước:** Các dây cáp được đặt dưới đáy hồ, sông, gọi là cáp dưới nước. Cáp đặt dưới đáy biển gọi là cáp biển. Cáp dưới nước và cáp biển có lớp vỏ bọc đặc biệt để chống lại các tác nhân gây nguy hại cho cáp như: thấm nước, ăn mòn, lực nén, ...

Phân loại theo hệ thống truyền dẫn, có các công trình như: truyền dẫn hữu tuyến, vô tuyến, và truyền dẫn quang.

### 1.6.2 Những yêu cầu đối với công trình ngoại vi

Công trình ngoại vi phải có những tính chất điện tốt để truyền các tín hiệu thông tin. Nó phải vững chắc dưới những điều kiện hủy hoại khác nhau của thời tiết, địa hình, và nhân tạo. Sau đây là các yêu cầu về điện và cơ đối với công trình ngoại vi.

- Điện trở cách điện.
- Sức bền điện môi.
- Điện trở dây dẫn.
- Suy hao truyền dẫn.
- Méo.
- Xuyên âm.
- Sự đồng nhất của các tính chất điện.
- Sức bền cơ học.
- Nghiên cứu những mối nguy hiểm và nhiễu loạn.
- Xem xét về bảo dưỡng.

### 1.6.3 Các vấn đề quan tâm khi thiết kế đường dây thuê bao bằng cáp kim loại

#### 1.6.3.1 Đối với cáp treo

**Lựa chọn tuyến:** Một tuyến cáp treo phải tính đến yếu tố kinh tế, sự tiện lợi công việc và tiện lợi bảo dưỡng như sau:

- Có lợi thế nhất cho việc phân phối và lắp đặt dây tách ra.
- Có độ dài đường dây ngắn nhất.
- Dọc theo tuyến cáp không có sự thay đổi dự kiến hay bãi bỏ đường sá theo kế hoạch phát triển đô thị.
- Không động đến các đường sá, giao thông và các kết cấu do người khác quản lý điều hành.

**Xác định vùng đơn vị và vùng phân phối:** Vùng đơn vị là vùng có tuyến cáp dự toán nhu cầu trong 10 năm cho đường dây chính phân phối cố định, có cân nhắc đến thay đổi đường sá, nhà cửa, ....

Một vùng đơn vị được phân chia thành các vùng phân phối, trong mỗi vùng phân phối có một đường dây chính và các tuyến nhánh liên quan được hoạch định để phân phối. Các vùng phân phối được thiết lập sao cho sự phân phối được kinh tế nhất có cân nhắc đến các đường dây hiện hữu và các điều kiện đường sá.

**Dự báo nhu cầu:** Khi lập dự báo nhu cầu cần lưu ý đến các điểm sau đây:

- Nhu cầu đối với các đường dây cho thuê và các dịch vụ phi thoại có thể khác với nhu cầu được dự báo trong các khu trung tâm của thành phố lớn.
- Sự thu thập thông tin chưa đầy đủ từ các tổng đài điện thoại tại thời điểm dự báo nhu cầu và việc thiết kế đường dây thuê bao có thể dẫn tới các dự đoán không chính xác về những sự thay đổi trong những điều kiện tương lai của vùng này.
- Ngay cả trong các vùng mà tại đó các cột điện thoại đã được phân bố một cách đồng nhất, nhu cầu cho mỗi cột thực tế có thể thay đổi do sự khác nhau diện tích đất đai cho mỗi ngôi nhà.
- Khảo sát các điều kiện thực tế: đây là một chuỗi công việc để kiểm tra xem nhu cầu hiện tại đối với toàn bộ vùng phục vụ của một tổng đài được phân phối như thế nào trên các vùng phân phối cố định liên quan để dự báo nhu cầu cho tương lai. Tóm tắt các bước khảo sát thực tế như sau :

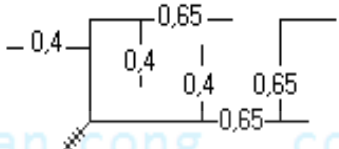
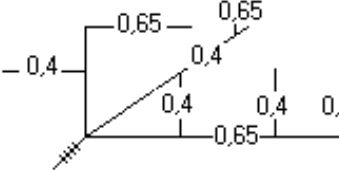
Bước 1: Thu thập và sắp xếp các tư liệu, số liệu và các tài liệu khác.

Bước 2: Khảo sát hiện trường.

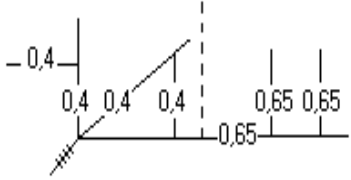
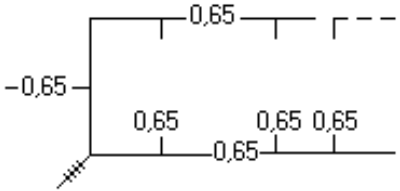
Bước 3: Dự báo nhu cầu.

**Xác định đường kính dây cáp:**

- Đường kính phải thỏa mãn suy hao đường dây, điện trở dc, và chất lượng truyền dẫn đã ghi rõ do tổng đài qui định. Các giá trị tương ứng của phần cáp ngầm dưới đất phải được trừ đi.
- Một số ví dụ thực tế về các phương pháp xác định đường kính dây cáp:

Mẫu	Mô tả	Ví dụ thực tế	Vùng có thể áp dụng
1	Chỉ có cáp của đường dây chính trong một vùng phân phối cố định được tiêu chuẩn hóa với một đường kính dây cáp để hỗ trợ cho thuê bao xa nhất trong vùng. Các đường kính dây của cáp nhánh được tính toán khi cần thiết.		Các vùng ngoại vi thành phố.
2	Đường kính dây được tính toán cho mỗi cáp trong một vùng phân phối cố định theo từng độ dài cáp riêng, hỗ trợ thuê bao xa nhất trong vùng. Các đường kính dây của cáp nhánh được tính toán khi cần thiết.		Các vùng trung tâm thành phố.



3	Một vùng phân phối cố định được chia ra thành một số khu vực nhỏ hơn theo đường kính dây cáp. Đường kính dây cáp được áp dụng một cách tự động cho các đường dây chính và nhánh trong mỗi khu vực. Cáp được tiêu chuẩn hóa trong mỗi vùng phân phối cố định theo đường kính dây dẫn nhằm hỗ trợ thuê bao xa nhất trong vùng.		Các vùng ngoại ô và trung tâm thành phố xen lẫn nhau.
4	Cáp được tiêu chuẩn hóa trong một vùng phân phối cố định theo đường kính dây để hỗ trợ thuê bao xa nhất trong vùng.		Các vùng ngoại vi thành phố (trong giai đoạn lắp đặt khối lượng lớn)

**Xác định loại cáp:** Cáp treo có nhiều loại khác nhau như : CCP-AP (các loại SS và round), CCP-CS, CCP-HS, CCP-ES. Bảng sau đây trình bày các tiêu chuẩn có thể áp dụng cho những loại cáp này.

Loại áp	Khu vực ứng dụng
Cáp CCP-AP	(1) Loại SS: tất cả các khu vực trừ khu vực dành cho cáp CCP-CS, CCP-HS và CCP-EC. (2) Loại round: các loại 0,4-400; 0,65-200; 0,9-100.
Cáp CCP-CS	Những khu vực dễ bị hư hỏng do chim, côn trùng, động vật, săn bắn, ...
Cáp CCP-HS	Những khu vực dễ bị hư hỏng do chim, côn trùng, động vật, săn bắn, ...
Cáp CCP-ES	Những khu vực cần có các biện pháp chống lại hiện tượng can nhiễu do cảm ứng.

**Xác định loại cột:** Lựa chọn loại cột cần xem xét đến yếu tố tiết kiệm, khả năng làm việc, và các yêu cầu xã hội. Tuy nhiên khi áp dụng loại nào thì nó cũng cần được xác định theo các yêu cầu sau đây:

- Phải dùng các cột thép nếu dự kiến phải thay thế trong tương lai gần do phải di chuyển hoặc vì bất kỳ lý do nào khác.
- Nếu đã qui định trong các cuộc thương lượng với những người ngoài cuộc (các khu đất tư nhân, đường sá hoặc cư dân địa phương) thì các loại cột quy định phải được sử dụng.
- Các cột đôi ngoại trừ các cột có nẹp, chỉ được dùng với các cột hợp quy cách.
- Các cột kinh tế nhất phải được dùng trong các trường hợp trên.

**Xác định vị trí cột:** Việc sử dụng riêng địa điểm để lắp đặt cột đã trở nên rất khó khăn do: giá đất tăng, quyền lợi của cư dân địa phương. Vị trí dựng cột có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng thi công và an toàn cho việc xây dựng và bảo dưỡng cột. Đôi khi chúng có thể gây phiền hà cho cư dân địa phương. Do vậy, các vị trí phải được lựa chọn cẩn thận, có lưu ý đến các điểm sau đây:

- Nếu cột cần phải xây dựng trên đường, phải điều tra xem liệu bề rộng đường có được dự kiến mở rộng hay không. Nếu sự mở rộng như vậy đã được quy hoạch thì kiểm tra xem đã được bao lâu rồi.

- Nếu cột cần được xây dựng tại nhà riêng của cư dân, thì bố trí vị trí cột trên vành đai của nhà riêng đó sau khi kiểm tra xem chủ nhà có kế hoạch mở rộng hoặc xây lại nhà, ...
- Trong các khu vực có tuyết hay nhiệt độ thấp cần chú ý đến các yếu tố do tuyết và nhiệt độ thấp gây hư hỏng cột.

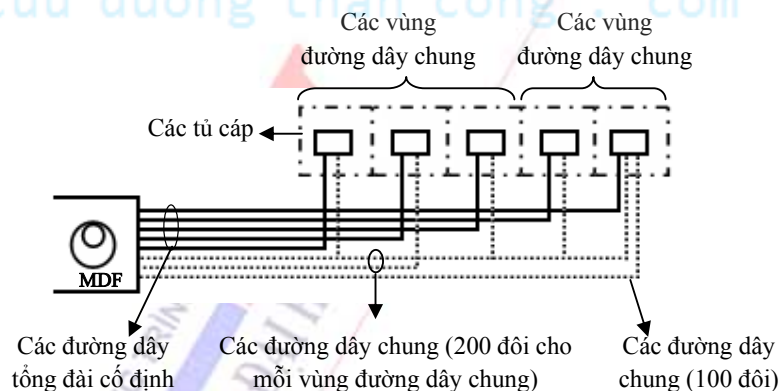
Trong trường hợp sử dụng chung cột với đường dây điện lực nó cho phép giảm đáng kể chi phí lắp đặt và bảo dưỡng cột, sử dụng hiệu quả đường sá, giảm thiểu các ảnh hưởng của cột đến giao thông và cải thiện mỹ quan đô thị. Việc sử dụng chung này còn có ý nghĩa ở những con đường hẹp, ở nơi mà chính quyền địa phương, bộ phận quản lý đường sá muốn cải thiện tình hình các cột chiếm cứ cả hai bên đường làm trở ngại giao thông.

#### 1.6.3.2 Đối với cáp ngầm

Các phương tiện đường dây thuê bao phải nối một cách hiệu quả các thuê bao phân tán trên khắp một vùng nào đó tới một tổng đài điện thoại đặt tại trung tâm, nó không giống như các đường trung kế nối hai điểm với nhau. Vì vậy, các phương tiện đường dây thuê bao nói chung có hai cấu hình: mạng đường trực gần tổng đài điện thoại được gọi là hệ thống đường dây feeder, và mạng nhánh gần các thuê bao gọi là hệ thống phân phối.

Mỗi hệ thống sử dụng một phương pháp phân phối cáp sao cho phù hợp với tính năng của nó. Đối với hệ thống đường dây feeder sử dụng phương pháp phân phối FD thay cho phương pháp phân phối feeder cổ điển. Đối với hệ thống phân phối thì dùng phương pháp phân phối tự do.

**Phương pháp phân phối cáp feeder cổ điển:**



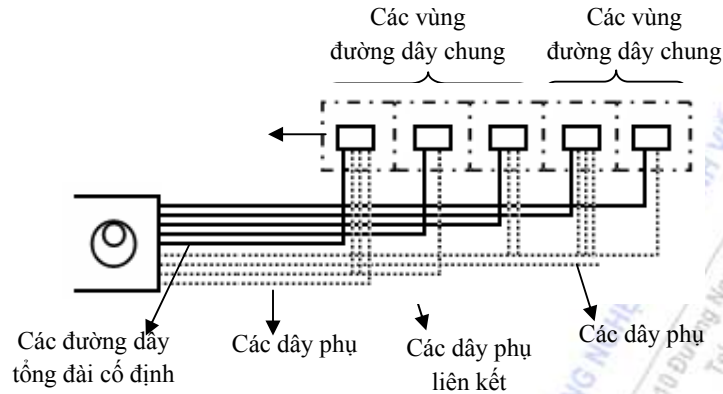
**Hình 1.6:** Phương pháp phân phối cáp feeder cổ điển

Phương pháp này có một số đặc điểm như sau:

- Một số vùng phân phối cố định lân cận nhau (trong vòng 2,5 Km) tạo thành một vùng đường dây chung được coi như một đơn vị.
- Một đường dây chung kết nối 200 đôi được lắp đặt để dùng chung giữa các vùng phân phối cố định trong phạm vi một vùng đường dây chung.
- Một đường dây dự phòng chung 100 đôi, thêm vào đường dây chung được dành riêng cho một cáp feeder, để đáp ứng nhu cầu đột xuất chưa được dự kiến trước.

- Một tủ cáp được đặt tại điểm feeder để hình thành nên một nhóm đường dây hoàn chỉnh tạo nên từ cáp feeder và cáp phân phối để ngăn chặn sự gia tăng của suy hao chèn vào (insertion loss) trong các đường dây chung đa kết nối.

#### Phương pháp phân phối cáp feeder FD



Hình 1.7: Phương pháp phân phối cáp feeder FD

Phương pháp này có một số đặc điểm như sau:

- Một dung lượng phụ được bổ sung để xử lý biến động nhu cầu dựa trên cơ sở nhu cầu tăng trưởng trong 2 năm (trước đây là 5 năm), một khoảng thời gian trung bình kể từ khi lập kế hoạch đến khi bắt đầu các dịch vụ.
- Các sợi cáp được chia sẻ một cách linh hoạt giữa các vùng phân phối chung thông qua phân phối liên kết bao gồm các dây phụ, và dây phụ không phải là dây đa kết nối.

Theo quy tắc chung, các tủ FD được trang bị đầy đủ các giao diện giữa mạng cáp feeder và cáp phân phối được đặt tại các điểm feeder để cải thiện khả năng thi công cho phân chia dây cáp và hoạt động bảo dưỡng.

#### Tính toán số lượng cáp

$$\text{Số lượng cáp quy hoạch cho mỗi đường kính dây} = \frac{n_{15} + \Delta n_{15}}{\partial N_{\max}}$$

Trong đó :  $n_{15}$  số lượng các chùm cáp cần cho nhu cầu trong thời gian 15 năm.

$\Delta n_{15}$  số lượng các chùm cáp tương ứng với các thay đổi nhu cầu có được từ sự gia tăng nhu cầu trong 15 năm.

$\partial$  hệ số thích hợp dây cáp.

$N_{\max}$  số cực đại của nhóm cáp có thể thích hợp trong một cáp.

## 1.7 CÁC DỊCH VỤ ĐƯỢC MẠNG TRUY NHẬP HỖ TRỢ

### 1.7.1 Giới thiệu

Sự xuất hiện các dịch vụ viễn thông mới có thể tương tự như sự xuất hiện các phần mềm ứng dụng sau khi máy tính cá nhân được sử dụng. Tuy nhiên, sự phát triển của các dịch vụ viễn thông đã đi sau sự phát triển của các phần mềm ứng dụng cho máy tính cá nhân.

Các dịch vụ viễn thông lúc đầu phát triển chậm trễ là do nghĩ rằng chúng phải được điều khiển tập trung bởi các nhà khai thác viễn thông. Nhiều dịch vụ viễn thông tiên tiến ban đầu dự định được cung cấp bởi nhà khai thác viễn thông thông qua các tổng đài số thì nay được cung cấp bởi chính các máy điện thoại.

Mặc dù khởi đầu có chậm trễ, nhưng sự phát triển của dịch vụ viễn thông đã rõ ràng. Dịch vụ phổ biến nhất cho khu vực dân cư rất có thể là giải trí video, với những hướng dẫn chương trình có tính tương tác và sự lựa chọn theo nhu cầu từ những thư viện giàu chương trình. Dịch vụ nhu cầu mua sắm tại nhà và các dịch vụ tài chính cũng đã hình thành.

Sự phát triển dịch vụ viễn thông có ý nghĩa xã hội nhất có thể là giao tiếp từ xa, điều khiển từ xa, đó là dịch vụ cho phép con người làm việc tại nhà, và internet - đó là dịch vụ cho phép con người truy nhập thông tin ở bất cứ đâu trên toàn cầu. Truyền thông đơn giản trên toàn cầu có thể được phục vụ tốt hơn bằng thư điện tử. Đây là một dịch vụ nhanh, đơn giản không cần thời gian thực.

### 1.7.2 VoD

Dường như sự không thỏa mãn đang ngày càng tăng đối với các dịch vụ được cung cấp bởi truyền hình CATV. Sự phổ biến của việc thuê video cho thấy hai điều là khách hàng (thuê bao) rất thích thú có nhiều dịch vụ và được điều khiển mạnh thông qua việc sắp lịch của họ hơn là được hỗ trợ bởi phía truyền hình cáp. Các dịch vụ video trong tương lai không chắc dựa trên kiểu phát quảng bá trên đất liền thông thường, vì phổ vô tuyến sẵn có là hạn chế và có thể tìm cách sử dụng tốt hơn nguồn tài nguyên hạn chế này. Tương lai của video dường như là cùng với các hệ thống vệ tinh hoặc với các mạng truy nhập có một cơ sở hạ tầng cố định, hơn là truyền hình quảng bá thông thường hoặc kiểu phân phối bằng cáp không tương tác thông thường.

VoD thực tế là một dịch vụ thuê video điện tử, nhưng có những ưu điểm là đưa ra yêu cầu ngay trên màn hình, có ngay tức thì, điều khiển giống như các đầu video (VCR), không có những khó khăn do những bộ phim nổi tiếng đều đang được cho mượn để chiếu. Việc sử dụng các tiêu chuẩn nén MPEG và truyền dẫn ADSL cho phép cung cấp các video chất lượng VCR trên hầu hết các đôi dây đồng hiện có. Dịch vụ chất lượng cao hơn có thể được cung cấp trên những đường ngắn hơn hoặc tuyến truyền dẫn được hỗ trợ bằng các nút tích cực. Việc sử dụng các đôi dây đồng cho VoD có thể là một chiến lược mở đầu hiệu quả, vì nó sử dụng cơ sở hạ tầng đang có. Nhưng nó chưa chắc là một giải pháp lâu dài bởi vì nó không cung cấp được chất lượng truyền dẫn tốt trên tất cả các đường truyền nếu không có các nút tích cực ở xa, mà những nút này sẽ gây tốn kém chi phí bảo dưỡng.

VoD có thể bao gồm các ứng dụng như sau:

**MoD (Movies on Demand):** đây là một dịch vụ VoD đầu tiên, cho phép một thuê bao nhà riêng yêu cầu bất kỳ bộ phim nào từ thư viện lưu trữ phim rộng lớn. Dịch vụ này tương tự như việc chọn ra một bộ phim từ bộ lưu trữ video ảo, không có sự khó khăn như đối với bộ lưu trữ video thật, thuê mượn một bộ phim và rồi trả lại bằng VHF hoặc đĩa DVD vào một ngày khác.

**SVoD (Subscription Video on Demand):** là một loại thuê bao có kỳ hạn của VoD, cho phép khách hàng xem được tất cả nội dung chương trình trên một kênh có phí thông qua lịch chương trình của khách hàng. Ví dụ, toàn bộ nội dung chương trình của kênh HBO trong tháng 10 được lưu trữ trên các đĩa VoD. Với một ít cước phí hàng tháng cộng thêm, các khách hàng HBO có thể lựa chọn

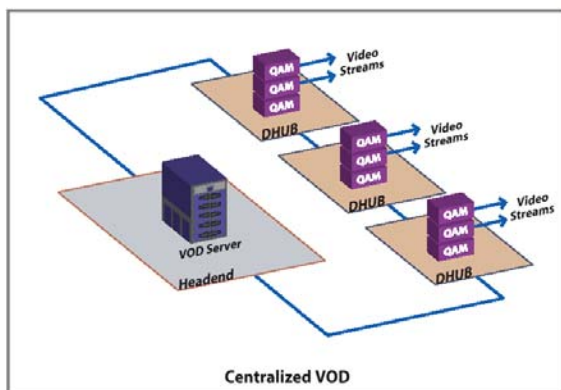


một dịch vụ nâng cao (HBO SVoD) cho phép xem bất kỳ chương trình nào của HBO trong tháng đó. Dịch vụ này cho phép thưởng thức theo chương trình sắp xếp của riêng khách hàng.

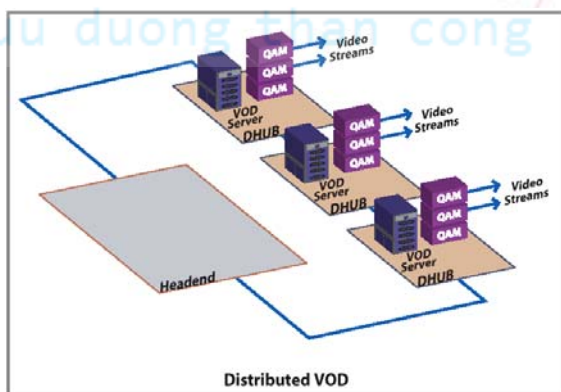
**PVR (Networked Personal Video Recorder):** PVR đang dần trở thành phổ biến để ghi hình các chương trình biểu diễn trên tivi và cho phép xem lại trong thời gian sau đó. Một PVR tích hợp với một đĩa cứng trong một STB (Set Top Box) để ghi các chương trình ở dạng nén tín hiệu số để rồi xem lại sau đó.

Về cấu trúc VoD bao gồm ba dạng cấu trúc:

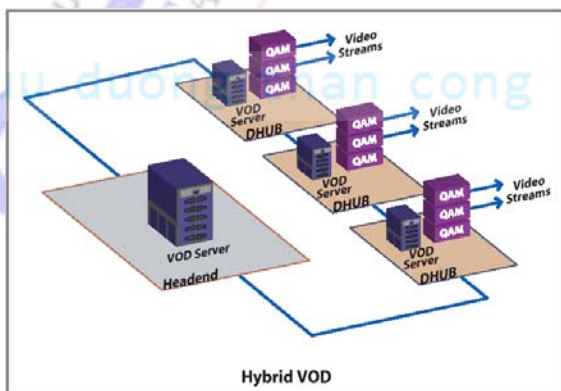
#### Centralized VoD



#### Distributed VoD



#### Hybrid VoD



### 1.7.3 Video trên ATM

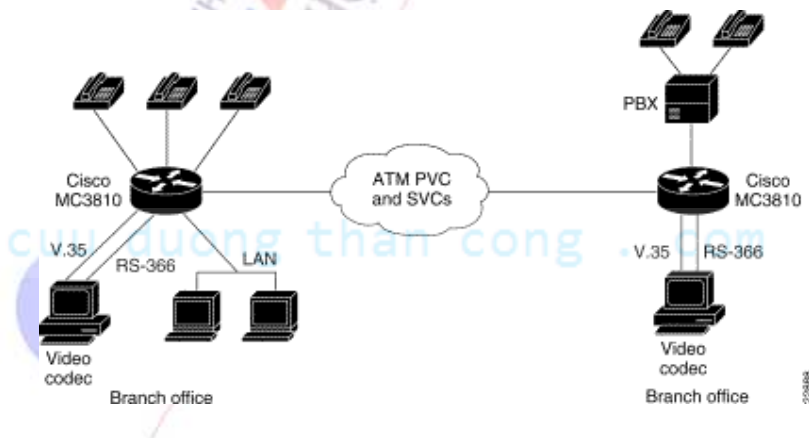
ATM đã được một số người đề xướng là hạ tầng cơ bản cho VoD bởi tính linh hoạt của nó. ATM có thể được mô tả như là công nghệ có khả năng cung cấp các dịch vụ trong tương lai, bởi vì ATM không hạn chế băng thông. Mặt khác, nó được xem như là một giải pháp chấp nhận tính không chắc chắn về bản chất của một dịch vụ VoD, vì chi phí của việc sử dụng ATM có thể được loại bỏ nếu bản chất của dịch vụ này rõ ràng. Người lạc quan có thể xem việc sử dụng ATM là việc làm đầy cảm hứng. Còn người bi quan có thể so sánh nó với việc một người sắp chết đuối vớ phải cọc.

Một trong những ưu điểm của ATM là nó cung cấp một tải mạng chung độc lập với phương tiện vật lý được sử dụng trong mạng truy nhập. Điều này cho phép tách các dịch vụ ra từ phương tiện vật lý, cho phép thay đổi phương tiện vật lý mà không cần thay đổi phương tiện dịch vụ. ATM có thể cung cấp giá trị gia tăng là nhờ nó có khả năng cung cấp một cơ sở hạ tầng chung cho một số dịch vụ khác nhau và làm đơn giản sự tiến triển lên các dịch vụ băng rộng tốc độ cao hơn.

Một ưu điểm nữa của ATM là nó cho phép tối thiểu phân băng thông mào đầu cần cho báo hiệu, vì không cần dành riêng một kênh có dung lượng cố định cho báo hiệu mà thường là không hoạt động. Điều này trở nên quan trọng hơn nếu một số lượng lớn các dịch vụ tốc độ bit thấp cần được hỗ trợ đồng thời. Một giải pháp thông thường hơn để kết hợp các kênh báo hiệu có thể đưa vào mức độ tương tác cao hơn giữa các dịch vụ, nếu những yêu cầu báo hiệu của một trong số các dịch vụ đó tăng đột ngột. Tuy nhiên ATM cũng có thể chịu đựng những vấn đề tương tác, vì nó sử dụng phương thức ghép kênh thống kê.

Sau đây ta xem xét một giải pháp Video trên ATM SVCs của Cisco MC3810:

Video trên ATM mở rộng các khả năng của bộ tập trung truy nhập đa dịch vụ Cisco MC3810 để cung cấp tính hiệu quả về chi phí, năng động, và hỗ trợ dịch vụ hội nghị truyền hình một cách linh hoạt. Sử dụng plug-in VDM để cung cấp một giao diện quay số RS-366 đến bộ H.323 video codec, Cisco MC3810 tiếp nhận một cách tự động các yêu cầu quay số ra ngoài từ hệ thống video. Bộ codec kết nối đến một trong các cổng nối tiếp của Cisco MC3810 và cũng nối đến cổng quay số của Cisco MC3810.



Hình 1.8: Một ví dụ ứng dụng video trên ATM

### 1.7.4 Quảng cáo theo nhu cầu mua bán từ xa

Những dạng ban đầu của mua hàng tại nhà đơn giản gồm những quảng cáo quảng bá kết hợp với việc đặt hàng bằng điện thoại, thẻ tín dụng và gởi thư, với phương thức truyền thông thông thường qua mạng truyền hình cáp.

Một phương án hiệu quả hơn là tạo ra những chương trình quảng cáo phù hợp cho từng đối tượng khách hàng. Điều này được thực hiện theo một cách hạn chế bằng việc lên lịch quảng cáo để phù hợp với nội dung chương trình. Đối với mua sắm tại nhà tính vì phức tạp hơn, thì việc phát quảng bá hoặc phát trên diện hẹp những chương trình quảng cáo được thay bằng sự truy nhập tương tác, hoặc là thông qua sự lựa chọn các tài liệu quảng bá hoặc là thông qua việc xem lướt bằng video các cửa hàng ảo.

Kiểu mua sắm tại nhà này có thể được đánh giá quá cao. Nó có thể hiệu quả hơn cho những công ty đặt hàng bằng thư hiện có để gởi đi các tạp chí của họ ở dạng đĩa CD.

Mức tính vì phức tạp tiếp theo, và có lẽ dạng khả thi đầu tiên của mua sắm từ xa, loại bỏ việc phân phát bưu phẩm bưu kiện. Tuy nhiên việc này sẽ vẫn cần đối với hàng hóa vật lý, vì công nghệ có khả năng vận chuyển từ xa những hàng hóa này tới đích của chúng vẫn chưa khả thi. Việc loại bỏ phân phát bưu phẩm bưu kiện trở nên khả thi trong những trường hợp nhất định mà ở đó hàng hóa được phân phát chứa thông tin. Dịch vụ VoD là một dạng thông tin được mua bán, mặc dù thông thường nó không được coi là như vậy bởi vì thông tin đó không được lưu trữ. Âm nhạc cũng có thể được phân phát theo cách này, và đối với âm nhạc thì việc lưu trữ để nghe lại sau này có thể thích hợp hơn, vì âm nhạc thường được nghe lại thường xuyên hơn các chương trình video. Tuy nhiên, trong cả hai trường hợp việc truyền dữ liệu đi để lưu trữ và nghe hoặc xem lại sau đó thường dễ hơn là phát dữ liệu đi để hiển thị ở chế độ thời gian thực, vì những trở ngại về trễ và hiện tượng trượt sẽ ít hơn.

### 1.7.5 Các dịch vụ internet

Những dịch vụ cơ bản được internet cung cấp là thư điện tử giữa những người sử dụng, truy nhập từ xa vào các máy tính khác, và truyền file đến hoặc từ các máy chủ. Đặc biệt, internet cho phép truy nhập để thực hiện truyền thông toàn cầu với chi phí của một cuộc gọi điện thoại nội hạt tới máy chủ, và chi phí đó thậm chí còn ít hơn nếu người sử dụng được nối trực tiếp với máy chủ. Thư điện tử cũng là dịch vụ được sử dụng phổ biến rộng rãi bởi vì nó nhanh và cho phép truyền đi văn bản hoặc các tài liệu được mã hóa phù hợp giữa các máy tính khác nhau. Với sự phát triển các đường liên kết siêu văn bản và việc tạo ra World-Wide Web (www) và những trình duyệt tĩnh vì, làm cho internet trở nên dễ truy cập hơn với những người bình thường.

Sự tăng trưởng của lưu lượng internet phần nào là do những người mới sử dụng muốn khám phá internet, còn những người đang sử dụng có thể thay đổi phương thức làm việc nên sử dụng nhiều hơn. Những yếu tố này cũng có thể được tăng lên bởi tính dễ sử dụng của những công cụ có tính thân thiện với người dùng.

### 1.7.6 Học từ xa

Học từ xa là một thuật ngữ chung dùng để chỉ việc sử dụng viễn thông cho giáo dục. Nó thường có một yêu cầu truyền dẫn bất đối xứng tương tự như VoD, vì cần truyền nhiều thông tin tới các người học hơn là những thông tin nhận từ họ. Ở dạng đơn giản nhất, học từ xa không cần gì nhiều hơn VoD với một nội dung có tính giáo dục. Một dạng tĩnh vì phức tạp hơn sẽ cho phép truyền các bài giảng ở chế độ thời gian thực đến người học và cung cấp cho họ khả năng đưa ra

những câu hỏi thông qua điện thoại hội nghị như là họ đang có mặt trong cùng một phòng học. Tùy thuộc vào sự triển khai, có thể tốt hơn nếu các câu hỏi đưa ra được đánh vào máy hơn là nói, vì âm thanh hội nghị đặt ra những khó khăn cho các mạng máy tính. Truyền thông tương tác được viết ra có thêm những ưu điểm là dễ điều khiển hơn và tạo ra những bảng ghi để xem lại sau này.

Băng thông yêu cầu cho một bài giảng hoặc một bài trình bày ít hơn băng thông yêu cầu cho một dịch vụ VoD, vì thông tin được trình bày không thay đổi nhanh chóng. Một quy tắc đối với người trình bày là cho phép 2 phút cho mỗi slide để nói và chỉ ra những khía cạnh quan trọng bằng một con trỏ. Băng thông cho việc này nhỏ hơn ít nhất hai lần so với băng thông cho video thông thường. Những tốc độ dữ liệu đó có thể dễ dàng cung cấp được bằng một tuyến truyền dẫn ISDN băng hẹp. Công nghệ cơ bản để truyền các bài giảng cho một phạm vi hẹp người sử dụng đã được thử nghiệm qua internet, và những loại modem tinh vi phức tạp hơn sẽ cho phép cung cấp học tập từ xa thậm chí thông qua truy cập internet trên những đường dây tương tự hiện có.

#### 1.7.7 Các dịch vụ cảnh báo

Các dịch vụ cảnh báo có thể được đặc trưng bởi tính tương tự với các dịch vụ khẩn báo công an, cứu hỏa và cấp cứu. Dịch vụ cảnh báo phát hiện trộm khác với những dịch vụ cảnh báo cứu hỏa và cấp cứu, vì những tên trộm có thể làm mất tác dụng của cảnh báo này. Các tình huống cứu hỏa và cấp cứu không cố gắng làm mất tác dụng của dịch vụ hỗ trợ cho cảnh báo. Một dịch vụ cảnh báo phải phát ra một tín hiệu cảnh báo nếu truyền thông bị mất hoặc bị can nhiễu, vì nó cần phải phát hiện sự lục lọi tìm kiếm của những tên trộm. Điều này cũng hữu ích cho cấp cứu và cứu hỏa, vì lửa có thể làm cho các thiết bị truyền thông không hoạt động được, và sự mất đường truyền thông có thể gây nguy hại đến sinh mạng của con người trong trường hợp cần có cấp cứu y tế.

Một trong những vấn đề lớn nhất đối với cấp cứu và cứu hỏa là việc xảy ra những cảnh báo sai. Đặc biệt, một số người sử dụng cảnh báo y tế chỉ để thử chúng mà không chú ý đến hậu quả xảy ra. Điều này được chặn lại bằng một thủ tục xác nhận chắc chắn. Ví dụ, gọi điện cho người sử dụng đó để khẳng định rằng cảnh báo là có thật. Tuy nhiên, việc xác nhận lại như vậy gây ra chậm trễ mà có thể là mầm mống của các tình huống cấp cứu và cứu hỏa, cũng như bị phản tác dụng nếu việc chậm trễ cho phép kẻ đột nhập bắt giữ người sử dụng đó.

Những tên trộm cũng có thể chủ động tạo ra một dạng cảnh báo sai để làm chậm trễ thêm cho những người có trách nhiệm khi những cảnh báo thực xảy ra. Trong những tình huống cực đoan, chúng thậm chí có thể tấn công mạng truyền thông sao cho mục tiêu cụ thể của chúng không bị phát hiện. Để tránh những vấn đề nêu trên người ta sử dụng truyền thông vô tuyến có bảo vệ chống nhiễu. Các hệ thống vô tuyến này thích hợp cho các cảnh báo y tế di động và dễ dàng lắp đặt.

#### 1.7.8 Các dịch vụ trang vàng

Các dịch vụ trang vàng dường như có những yêu cầu về băng thông cao nhất trong tất cả các dịch vụ viễn hành, vì chúng liên quan đến việc trình bày thông tin tới khách hàng. Chúng khác với giải pháp thông thường dùng cho mua sắm tại nhà là dịch vụ có nguồn gốc từ video quảng bá. Các dịch vụ trang vàng điện tử có thể làm chi tiết hơn phương pháp trang vàng trên giấy thông thường, vì chúng có thể cung cấp nhiều thông tin hơn bằng những sản phẩm cụ thể. Kiểu truyền thông này còn cho phép đưa vào phương thức bán lẻ không cần kho chứa hàng, ở đó người bán lẻ



có thể xử lý đơn đặt hàng và sau đó đặt một đợt các đơn đặt hàng với kho của người phân phối chính, nhờ đó người bán lẻ không giữ một kho hàng vật lý.

### 1.7.9 Các dịch vụ cho nhu cầu thiết yếu

Các dịch vụ viễn hành yêu cầu cho các nhu cầu thiết yếu (gas, nước, điện, và viễn thông) cần được xem khác với các sản phẩm khác được bán cho khách hàng, vì chúng yêu cầu băng thông thấp hơn và hỗ trợ cho các chức năng khác nhau. Chức năng hiển nhiên là đọc công-tờ từ xa, vì điều này tránh được chi phí cử nhân viên đến tận nơi để làm việc này. Nó còn có thể hỗ trợ lập hóa đơn trực tiếp. Dịch vụ này khuyến khích việc thanh toán các hóa đơn ngay lập tức và vì thế lợi tức tiết kiệm được là một động cơ mạnh cho các công ty tiện ích. Lập hóa đơn điện tử trực tiếp có thể còn rẻ hơn so với phương pháp lập hóa đơn thông thường, vì không cần gửi hóa đơn bằng đường thư. Còn đơn giản hơn nữa nếu việc thanh toán cũng được thực hiện theo phương thức điện tử. Thật mâu thuẫn khi chính các nhà khai thác viễn thông đã không tận dụng sự tiết kiệm này để giảm chi phí của họ trong việc lập hóa đơn cước phí cho khách hàng.

Còn có những ưu điểm đối với việc quản lý nhu cầu về các mặt hàng (dịch vụ) tiện ích, đặc biệt đối với điện, vì khó có thể lưu trữ được điện. Việc quản lý nhu cầu có thể đạt được bằng việc điều khiển trực tiếp sự tiêu thụ nhờ dịch vụ viễn hành hoặc là bằng điều khiển gián tiếp thông qua việc thông báo về những thay đổi cước phí. Phương án sau có thể được tích hợp với một điều khiển thông minh đặt tại các gia đình, nó có thể tính toán sao cho việc mua bán ở thời điểm nào là có lợi cho khách hàng nhất.

## 1.8 CÁC TIÊU CHUẨN

Một vài tổ chức tiêu chuẩn sau đây chịu trách nhiệm về sự phát triển các tiêu chuẩn truy nhập.

### 1.8.1 ADSL/VDSL

**Tiêu bản T1E1:** T1E1 là một hội viên của Viện tiêu chuẩn quốc gia Hoa Kỳ (ANSI). Trong đó có các nhóm:

1. T1E1.1 Các truy nhập vật lý và các truy nhập tương tự
2. T1E1.2 Truy nhập băng rộng
3. T1E1.3 Truy nhập điện và quang
4. T1E1.4 Truy nhập DSL
5. T1E1.5 Các hệ thống nguồn
6. T1E1.7 Bảo an về điện
7. T1E1.8 Bảo vệ vật lý và thiết kế

**ADSL Forum:** Diễn đàn về ADSL ra đời cuối năm 1994 nhằm hỗ trợ các công ty điện thoại. Các ứng dụng của nó đã đem đến một tiềm năng thị trường ADSL to lớn. Với gần 300 thành viên, trong đó có các thành viên chủ đạo về các lĩnh vực viễn thông, networking, và công nghệ thông tin. Diễn đàn ADSL được chia thành 7 nhóm:

1. ATM over ADSL
2. Packet over ADSL
3. Giao tiếp và cấu hình CPE/CO

4. Operations
5. Quản trị mạng
6. Đo thử và tương tác hoạt động
7. Hỗ trợ nhóm nghiên cứu VDSL

### 1.8.2 Cable Modem/HFC

Các tổ chức tiêu chuẩn, diễn đàn, và hiệp hội sau đây chuẩn hóa cable modems trên nền HFC:

1. SCTE
2. MCSN
3. IEEE 802.14
4. CableLabs
5. ATM Forum
6. DAVIC

### 1.8.3 DOCIS

Dự án DOCIS đại diện cho cable industry system operations, cung cấp dịch vụ cho phần lớn thuê bao cáp ở Bắc Mỹ. Dự án DOCIS cung cấp các đặc trưng giao tiếp cho cable modems và liên kết các thiết bị trên nền HFC. Mô hình tham chiếu cho dữ liệu trên hệ thống cáp được thiết lập, nó bao gồm các phần tử truyền thông số cũng như các hoạt động cần thiết và các phần tử hỗ trợ trong thương mại như liệt kê sau đây: Bảo vệ, cấu hình, thực hiện, lỗi mạng, kế toán và quản trị.

### 1.8.4 IEEE 802.14

Nhóm IEEE 802.14 tạo ra 3 nhóm phụ : PHY SWG, MAC SWG, và kiến trúc SWG.

**PHY SWG:** được ủy nhiệm để phát triển tiêu chuẩn cho lớp vật lý của cable modem. Công bố của họ nhằm mở rộng sơ đồ mã hóa điều chế, trong đó cũng phải tối ưu hóa tốc độ truyền bit, hiệu quả, BER, và khả năng hỗ trợ trên MAC đa truy nhập theo Tree-branching ở cự ly xa có nhiều người sử dụng.

**MAC SWG:** được ủy nhiệm để phát triển tiêu chuẩn cho lớp MAC của cable modem.

**Kiến trúc SWG:** được giao nhiệm vụ để giám sát các liên kết, tương tác hoạt động bên trong, và các giao tiếp chức năng giữa MAC SWG và PHY SWG. Kiến trúc SWG cũng được phát triển trên mô hình tham chiếu OSI cho cable modem và kiến trúc dịch vụ phân lớp của nó dựa trên MAC và PHY.

### 1.8.5 CableLabs

CableLabs thực hiện các dự án R&D do các thành viên chỉ định hoặc các nhóm thành viên, và cũng chuyển giao các công nghệ có liên quan đến các thành viên của nó. CableLabs cộng tác với computer industry để phát triển các mạng cáp số HFC. Tổ chức của CableLabs được xây dựng xung quanh các hoạt động như sau:

- ❖ Truyền hình tiên tiến: phụ trách các công nghệ truyền hình mới (nén hình, HDTV).
- ❖ Các dự án, công nghệ, hoạt động: phụ trách toàn bộ hoạt động có liên quan đến ban hành các mạng CATV.

- ❖ Đầu tư và thiết kế kiến trúc mạng: phụ trách việc thiết kế kiến trúc mới (PCS, SONET, hubs, ...).

Giống như Bellcore, CableLabs không là thành viên của ANSI. Do vậy nhiệm vụ của CableLabs không tạo ra các tiêu chuẩn, nhưng các đại lý sử dụng CableLabs để kiểm tra sự phù hợp khi tiếp cận các vấn đề kỹ thuật cũng như các tiêu chuẩn đối với thị trường CATV.

### 1.8.6 ATM Forum

ATM Forum được thành lập năm 1991, là một tổ chức quốc tế phi lợi nhuận nhằm mục đích thúc đẩy việc sử dụng các sản phẩm và dịch vụ ATM nhờ vào sự hội tụ nhanh của các đặc tính kỹ thuật có tính liên kết hoạt động được với nhau. Năm 2004, ATM Forum liên kết với MPLS và Frame Relay để hình thành nên MFA Forum.

ATM Forum không liên kết với bất kỳ tổ chức tiêu chuẩn nào. Có một vài MOU thiết lập nên như là ITU, IETF, và các tổ chức khác.

ATM Forum cũng hình thành ra RBB Working Group vào tháng 2 năm 1995. Nhóm này được đặc trách là đưa ATM đến tận nhà của người sử dụng.

ATM Forum còn có các nhóm làm việc khác, bao gồm 14 nhóm sau đây:

- |              |  |
|--------------|--|
| 1. SIG       | P-T-P và P-T-M Signaling Point-to-multipoint         |
| 2. SAA       | Services aspects and application                     |
| 3. TM        | Traffic management                                   |
| 4. B-ICI     | Interoffice interface ; +PNNI/B-ICI IW               |
| 5. PNNI      | Private NNI interface specifications                 |
| 6. NM        | Network Management (M4, M5 interface specifications) |
| 7. RBB       | Residential Broadband services                       |
| 8. MPOA      | Multiprotocol Over ATM                               |
| 9. PHY       | Physical Layer                                       |
| 10. LANE     | LAN Emulation  |
| 11. Testing  | Testing (PICS)                                       |
| 12. Security | Security   |
| 13. VTOA     | Voice Telephone Over ATM                             |
| 14. WATM     | Wireless ATM   |

## Chương 2

# CÁP VÀ KỸ THUẬT LẮP ĐẶT CÁP THÔNG TIN

### GIỚI THIỆU

Mạng cáp nội hạt đã và đang đóng một vai trò quan trọng trong mạng thông tin liên lạc nói chung và mạng truy nhập nói riêng. Các vấn đề cấu tạo của dây dẫn, kết cấu của một sợi cáp có những ảnh hưởng quyết định đến chất lượng thông tin liên lạc.

Tín hiệu truyền trên các đôi dây trong sợi cáp không chỉ có tần số thấp như tín hiệu điện thoại truyền thống, mà còn có các tín hiệu tần số cao, tốc độ lớn của công nghệ đường dây thuê bao số. Do đó, cần phải xem xét các ảnh hưởng của tín hiệu tần số cao như các hiệu ứng bề mặt dây dẫn, hiệu ứng lân cận, hiệu ứng kim loại, ...

Sự phát triển phong phú các dịch vụ viễn thông đòi hỏi các thành phần thiết bị mạng truy nhập đa dạng hơn rất nhiều, từ cáp kim loại đối xứng, cáp đồng trục, cáp quang, vô tuyến và các thiết bị đầu cuối như điện thoại truyền thống, các đầu cuối số, máy tính, và các đầu cuối đa phương tiện khác.

Vấn đề bảo dưỡng đo thử mạng truy nhập cũng yêu cầu kỹ thuật cao hơn để có thể duy trì hoạt động tốt các dịch vụ.



## 2.1 CÁP KIM LOẠI ĐỐI XỨNG

### 2.1.1 Kết cấu cáp đối xứng

Kết cấu của một sợi cáp tùy thuộc vào yêu cầu khai thác, môi trường lắp đặt mà có rất nhiều dạng khác nhau.

Nhưng chung qui có các yêu cầu sau:

- Bền vững về cơ học và hóa học.
- Truyền dẫn tốt, ít tiêu hao năng lượng tín hiệu, có khả năng chống xuyên nhiễu giữa các mạch cao, chống được sự ảnh hưởng xuyên nhiễu từ các nguồn ngoại lai.
- Tốn ít nguyên vật liệu, nhất là kim loại màu.
- Dễ thi công lắp đặt, sử dụng và bảo quản.

Để đảm bảo được các yêu cầu trên là do kết cấu cũng như kỹ thuật chế tạo sợi cáp quyết định.

Cáp đối xứng được sử dụng để truyền tín hiệu âm thanh, hình ảnh, hoặc dữ liệu. Chúng gồm hai sợi bọc cách điện xoắn lại với nhau.

Nhìn chung cáp đối xứng có ba phần tử kết cấu cơ bản là:

- Dây dẫn.
- Chất cách điện giữa các dây dẫn.
- Vỏ chống ẩm.



Ngoài ra tùy thuộc vào chế độ khai thác và môi trường đặt cáp mà còn có: Vỏ gia cường, lớp bao che điện từ.

#### 2.1.1.1 Kết cấu dây dẫn

Dây dẫn có một yêu cầu cơ bản là phải dẫn điện thật tốt, nghĩa là điện trở càng nhỏ càng tốt, song yêu cầu đó cũng phải dung hòa với một điều kiện khác là sử dụng vật dễ kiếm và rẻ tiền. Chính vì vậy mà đồng là kim loại làm dây dẫn rất phù hợp.

Trong chế tạo có hai loại dây đồng là cứng và mềm. Dây ruột cáp đều có cấu trúc hình trụ tròn, với yêu cầu đường kính phải đều mặt ngoài phải nhẵn.

Tùy theo yêu cầu sử dụng mà đường kính dây dẫn có các cỡ khác nhau từ 0,4 mm đến 1,4 mm, nhưng thường dùng nhất là cỡ 0,4 mm hoặc 0,5 mm cho đường dây điện thoại trong thành phố.

Cấu trúc dây dẫn cũng tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng, có thể có các loại sau đây: dây dẫn đặc và tròn, dây dẫn bện, dây dẫn lưỡng kim, và dây dẫn có nhiều sợi xoắn quanh một sợi to ở giữa (hình 2.1)



Hình 2.1: Cấu trúc dây dẫn của ruột cáp

### 2.1.1.2 Chất cách điện

Khi chế tạo chất cách điện cho dây dẫn, các nhà chế tạo đã tập trung quan tâm đến các yếu tố sau:

- Chất cách điện tiêu hao năng lượng tín hiệu nhiều hay ít, và do đó cự ly thông tin được rút ngắn hay kéo dài. Đặc biệt đối với cáp truyền tín hiệu cao tần thì yếu tố này càng quan trọng.
- Điện trở của chất cách điện càng lớn thì thành phần dòng điện rò giữa hai dây dẫn gần nhau sẽ càng bé. Người ta mong muốn chất cách điện có điện trở bằng vô cùng lớn, nhưng thực tế rất khó thực hiện được.
- Điện áp xuyên thủng ( $E$ ): chất cách điện càng chịu được một điện áp càng lớn, chứng tỏ vật liệu đó càng bền vững về điện.
- Điện trở suất ( $\zeta$ ): thông số này đặc trưng cho mức độ chuyển đổi các ion trong chất điện môi. Điện trở suất càng lớn thì mức độ chuyển dời các ion càng nhỏ, đó là điều ta mong muốn.
- Hằng số thẩm thấu của điện môi ( $\varepsilon$ ): thông số này đặc trưng cho độ dày của lớp điện môi bị phân cực trên bề mặt của nó khi có tác dụng của trường điện từ.
- Lượng tiêu hao ( $tg\delta$ ): Đại lượng này biểu hiện sự tiêu tổn năng lượng của trường vào việc xoay chuyển các phần tử lưỡng cực điện rời khỏi vị trí ban đầu của nó. Trong đó  $\delta$  là góc độ chuyển dời đó,  $\delta$  càng lớn chứng tỏ các phần tử lưỡng cực điện được xoay một góc lớn, nghĩa là tiêu hao năng lượng trường càng nhiều.

Các thông số  $E$ ,  $\zeta$ ,  $\varepsilon$ , và  $tg\delta$  nói trên dùng làm tiêu chuẩn để chọn dùng chất cách điện cho từng loại cáp theo yêu cầu sử dụng của nó.

Trong chế tạo người ta thường dùng các vật liệu cách điện như: polyethylene (PE), polyvinyl chloride (PVC), fluorinated ethylene propylene (FEP), sợi thiên nhiên, tơ nhân tạo, giấy. Các kết hợp của những vật liệu này thỉnh thoảng cũng được sử dụng. Một sự kết hợp đặc biệt là giữa các lớp cách điện có bơm không khí, bởi vì ta biết rằng không khí là môi chất cách điện rất tốt.

Việc chọn lựa chất cách điện nào không chỉ ảnh hưởng đến kích thước vật lý của sợi cáp mà còn quyết định đến hai trong bốn đặc tính điện của sợi cáp, đó là điện dung (C) và điện dẫn (G).

Điện dung (C) không chỉ phụ thuộc vào vật liệu cách điện mà còn phụ thuộc vào độ dày của lớp cách điện. Còn điện dẫn (G) chỉ được quan tâm khi truyền tín hiệu ở tần số cao. Tuy nhiên, ở các tần số như vậy thì điện dẫn cũng góp phần đáng kể vào suy hao của cáp.

Chất cách điện có ảnh hưởng trực tiếp đến tốc độ lan truyền của tín hiệu trong một mạch dây. Thời gian truyền tín hiệu từ điểm này đến điểm kia trong mạch dây được gọi là trễ lan truyền, khác với trễ lan truyền giữa các đôi dây trong một sợi cáp, được biết như là độ lệch của trễ.

### 2.1.1.3 Vỏ chống ẩm và gia cường

Vỏ chống ẩm có thể làm bằng kim loại hoặc nhựa. Cáp hiện nay có vỏ chống ẩm là nhựa dai, bền. Độ dày lớp vỏ chống ẩm tùy thuộc vào loại cáp và kích thước cáp. Nói chung khi chọn

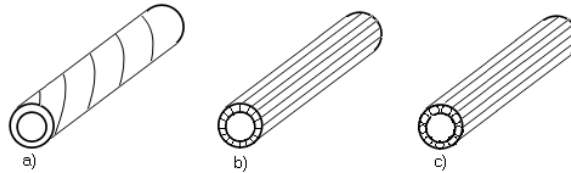
lựa vật liệu làm vỏ chống ẩm cho cáp phải dựa trên cơ sở: khả năng làm phẳng bề mặt, khả năng chịu đựng thời tiết, tính bốc cháy, khả năng màu sắc, khả năng in ấn. Ở tần số cao, vỏ bọc ngoài cũng gây ra lăm phiên toái cho cáp. Có thể tham khảo vài vật liệu làm vỏ bọc ngoài ở bảng sau đây:

Vật liệu	Khả năng màu sắc	Khả năng làm phẳng bề mặt	Tính bốc cháy	Khả năng in ấn	Giá thành
PVC	Xuất sắc	Tốt	Khá khó	Xuất sắc	Thấp-trung bình
Polyethylene	Tốt	Rất tốt	Rất khó	Tốt	Trung bình
Polypropylene	Tốt	Rất tốt	Rất khó	Tốt	Trung bình
Flamarrest™	Tốt	Khá tốt	Rất dễ	Xuất sắc	Trung bình cộng
Teflon™	Khá tốt	Xuất sắc	Rất dễ	Rất xấu	Cao

Để có thể đặt cáp ở những môi trường như vách núi đá, dưới lòng sông, lòng đất và biển, thì cáp còn phải được thêm một lớp vỏ nhựa, đó là vỏ gia cường.

Có ba loại vỏ gia cường (hình 2.2) thích ứng với môi trường đặt cáp khác nhau là:

- Loại quấn hai băng sắt lá (a): cáp có gia cường như vậy chủ yếu chôn trực tiếp dưới lòng đất.
- Loại quấn bằng các sợi sắt dẹt (b): cáp có gia cường như vậy dùng để đặt ở những nơi hay bị chấn động mạnh và những sườn núi đá không thể chôn xuống được, hoặc chôn theo sườn đồi dốc 45° trở xuống.
- Loại quấn bằng các sợi sắt tròn (c): cáp có gia cường như vậy dùng để thả dưới nước.



Hình 2.2: Kết cấu vỏ gia cường của cáp

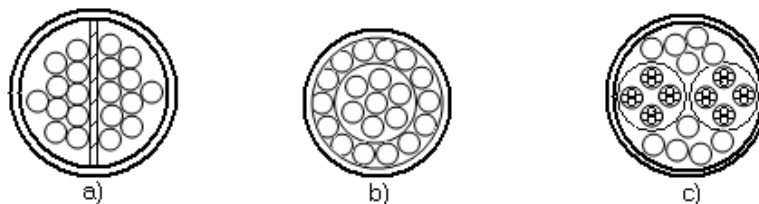
#### 2.1.1.4 Màng bao che

Bên cạnh việc xoắn dây, chúng ta còn bảo vệ tín hiệu tránh bị nhiễu bởi các đôi dây bên cạnh, hoặc tín hiệu, nhiễu từ bên ngoài xâm nhập vào. Có ba loại màng bao che cơ bản đó là: xoắn ốc, bện, và băng kim loại.

Có sáu lý do khi lựa chọn màng bao che:

- Mức độ bao phủ (coverage).
- Độ mềm dẻo (Flexibility).
- Độ bền khi phải uốn nắn nhiều lần (Flex life).
- Tầm tần số hoạt động (Frequency range).
- Nhiễu điện ma sát (Triboelectric noise).
- Xuyên kênh giữa các đôi dây (Multipair crosstalk).

Có ba cách bao che cơ bản trong sợi cáp đó là: phân đôi (a), theo lớp (b), và theo chùm (c).



Hình 2.3: các dạng sắp xếp màng bao che

### 2.1.1.5 Những quy luật xếp đặt bó dây ruột cáp

Một vấn đề rất quan trọng là cấu trúc của lõi cáp, các đôi dây trong sợi cáp phải được sắp đặt sao cho làm nhỏ tiết diện sợi cáp, dễ dàng nhận biết, hạn chế đến mức thấp nhất ảnh hưởng của trường điện từ của dòng điện tín hiệu giữa mạch dây này với mạch dây khác, từ đó giảm nhỏ được xuyên nhiễu.

Để sắp xếp có qui luật, người ta thực hiện nhóm dây. Có bốn cách nhóm dây cơ bản (hình 2.4) là: nhóm xoắn đôi (a), nhóm xoắn hình sao (b), nhóm xoắn đôi kép (c), và nhóm xoắn sao kép (d).



Hình 2.4: Mặt cắt của các kiểu xoắn dây cơ bản trong cáp

Khi nhóm dây như vậy thì đường kính của các nhóm xoắn được tính như sau:

Đường kính dây dẫn kể cả chất cách điện

$$d_l = d_0 \sqrt{1 + \frac{\gamma_0 g_l}{\gamma_l g_0}} \quad [mm] \quad (2.1)$$

Với:  $d_0$  đường kính dây kim loại [mm]  
 $\gamma_0$  tỷ trọng của vật liệu làm dây dẫn  
 $\gamma_l$  tỷ trọng của vật liệu cách điện  
 $g_0$  trọng lượng của dây dẫn kim loại trên đơn vị độ dài  
 $g_l$  trọng lượng của chất cách điện trên đơn vị độ dài

Đường kính nhóm xoắn đôi

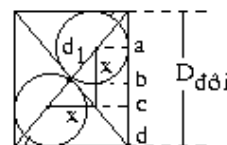
Ta có:

$D_{\text{đôi}} = d_1 + bd$ , mà  $bd = x$  nên:

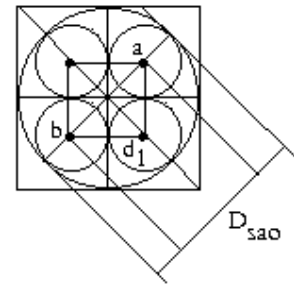
$D_{\text{đôi}} = d_1 + x$

Ta có:  $d_1^2 = 2x^2$ , suy ra:  $x = d_1/\sqrt{2}$

Suy ra:  $D_{\text{đôi}} = d_1 + d_1/\sqrt{2} = 1,71 d_1$



### Đường kính nhóm xoắn sao 4 sợi



### Đường kính nhóm xoắn đôi kép

Ta có:

$$D_{\text{đôi kép}} = 1,71 D_{\text{đôi}} = 1,71 (1,71 d_1) = 2,92 d_1$$

### Đường kính nhóm xoắn sao kép

Ta có:

$$D_{\text{sao kép}} = 2,41 D_{\text{đôi}} = 1,71 (2,41 d_1) = 4,12 d_1$$

Trên đây chỉ mới đề cập đến kết cấu của nhóm dây cơ bản. Ta còn phải xem xét sự sắp xếp các nhóm dây cơ bản ấy trong bó dây ruột cáp. Có bốn loại sắp xếp các nhóm dây cơ bản sau đây:

**Đồng nhất theo chùm:** Các nhóm dây cơ bản xoắn chung một dạng theo từng chùm, chẳng hạn tất cả xoắn đôi, hoặc tất cả xoắn hình sao để thành từng chùm. Trong mỗi chùm bao gồm từ 50 đến 100 nhóm cơ bản, mỗi nhóm trong chùm được xoắn theo bước xoắn khác nhau. Loại sắp xếp này thường dùng cho cáp có dung lượng lớn.

**Đồng nhất theo lớp:** Các nhóm dây cơ bản xoắn chung một dạng theo từng lớp, chẳng hạn tất cả xoắn đôi, hoặc tất cả xoắn hình sao để thành từng lớp. Loại sắp xếp này có qui luật hơn. Tùy vào dung lượng cáp mà nó bao gồm lớp trung tâm và nhiều lớp ở phía ngoài. Càng ra ngoài số nhóm trong lớp càng lớn. Hai lớp sát nhau được xoắn ngược chiều nhau.

**Hỗn hợp theo chùm:** Các nhóm dây cơ bản vừa có loại xoắn đôi vừa có loại xoắn sao, được xoắn với nhau thành từng chùm.

**Hỗn hợp theo lớp:** Các nhóm dây cơ bản vừa có loại xoắn đôi vừa có loại xoắn sao, được xoắn với nhau theo lớp.

## **2.1.2 Xoắn dây trong cáp đồng**

### **2.1.2.1 Đôi dây xoắn nguyên bản**

Vào năm 1877, Alexander Bell nói điện thoại qua đường dây sắt đơn và lấy đất làm đường về của mạch điện. Phương pháp này truyền dẫn rất kém khi khí hậu khô kéo dài.

Sau đó vấn đề này được giải quyết bằng cách sử dụng đôi dây trần căng song song cách nhau vài cm. Phương pháp này cung cấp đường trở về của tín hiệu điện tin cậy hơn. Tuy nhiên, khi đó ông phát hiện ra hiện tượng xuyên âm, và cũng biết được rằng xuyên âm có thể giảm theo chu kỳ bằng cách thay đổi vị trí bên phải và bên trái của dây dẫn.

Bell đã phát minh ra đôi dây xoắn với nhau. Với bước xoắn vừa đủ, năng lượng điện từ trường trên mỗi phần nhỏ của dây bị triệt tiêu bởi năng lượng bao quanh phần nhỏ của dây tiếp theo.



Khi thiết kế cáp viễn thông, người ta tránh chọn sợi cáp có hai đôi có bước xoắn bằng nhau trong nhóm 25 đôi cáp. Việc xoắn dây này cải thiện đáng kể sự mất cân bằng điện dung và hiệu ứng điện từ trường, làm tối thiểu nhiễu và xuyên kênh có hại. Điều này đòi hỏi người thiết kế cáp phải quan tâm đặc biệt đến việc xoắn của các đôi dây.

### 2.1.2.2 Hệ số xoắn

Sau khi xoắn, độ dài thực tế của sợi dây lớn hơn khi chưa xoắn. Vì thế mà các tham số điện khí của mạch dây có sự thay đổi. Để tính toán các tham số sau này cho chính xác, ta cần xác định hệ số xoắn. Hệ số xoắn cũng nói lên độ dài thực của mạch đã tăng lên bao nhiêu lần so với độ dài của cáp.

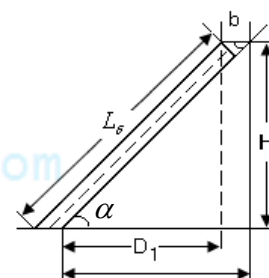
Để xác định hệ số xoắn, ta giả thiết, có một sợi dây quấn theo trục xoắn, trục này có đường kính  $D_1$ .

Ta dùng hai mặt phẳng cắt, cắt vuông góc với trục xoắn tại hai điểm khởi đầu và kết thúc của một bước xoắn. Kết quả là ở tiết diện cắt đối với trục xoắn là hình tròn, đối với dây quấn là hình elip.

Sau đó dùng một mặt phẳng cắt khác bỏ dọc trục xoắn (mặt phẳng này vuông góc với hai mặt phẳng trước), và trải mặt cắt này trên mặt phẳng, ta có hình vẽ sau:

Trong đó:

- $L_\delta$  là độ dài dây quấn của một bước xoắn.
- $H$  là độ dài bước xoắn.
- $D_1$  đường kính trục xoắn.
- $\alpha$  là góc hợp giữa dây quấn trong một bước xoắn với mặt phẳng cắt tại điểm kết thúc bước xoắn.



Từ hình vẽ ta có:

$$\sin \alpha = \frac{d_1}{b} = \frac{H}{\sqrt{H^2 + \pi^2 (D_1 + d_1)^2}} \quad (2.2)$$

Suy ra:

$$b = d_1 \sqrt{\frac{H^2 + \pi^2 (D_1 + d_1)^2}{H^2}}$$

$$\text{Đặt: } K = \sqrt{\frac{H^2 + \pi^2 (D_1 + d_1)^2}{H^2}} \text{ và gọi là hệ số xoắn.} \quad (2.3)$$

Như vậy đường kính lớn của tiết diện dây dẫn (hình elip) là  $b = Kd_1$ , còn độ dài thực tế dây dẫn quấn trong bước xoắn là:  $L_\delta = \sqrt{H^2 + \pi^2 (D_1 + d_1)^2} = KH$  (2.4)

Nếu một nhóm hai dây xoắn với nhau thì trục xoắn của nó có thể hình dung như một nét mảnh đến mức đường kính của nó không đáng kể, và lúc đó:  $K = \frac{L_\delta}{H} = 1,01 \div 1,07$

### 2.1.2.3 Bước cân bằng

Trong một bó dây có nhiều mạch nên nhiều đôi dây có bước xoắn trùng nhau, mà bước xoắn trùng nhau thì kết quả chống xuyên nhiễu giữa chúng không còn tác dụng. Cho nên trên thực

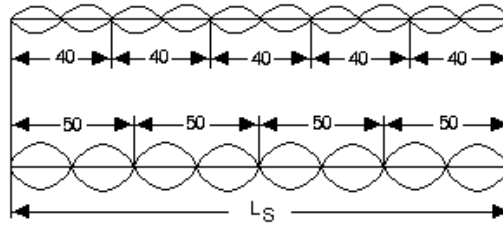
tế: cứ hai mạch gần nhau, xoắn theo bước xoắn nào đó, chẳng hạn nhóm một xoắn theo bước xoắn  $h_1$ , nhóm hai xoắn theo bước xoắn  $h_2$ . Nếu các bước xoắn đó thỏa mãn điều kiện:

$$L_S = \frac{h_1 \cdot h_2}{D}; \quad x = \frac{h_1 + h_2}{D} \quad (2.5)$$

Trong đó:  $D$  là ước số chung lớn nhất của  $h_1, h_2$ ,  $x$  là một số nguyên lẻ, và  $L_S = \frac{1}{8} = \lambda$ . Với  $\lambda$  là bước sóng tín hiệu có tần số cao nhất. Như vậy sẽ đảm bảo cho hai mạch sát nhau ảnh hưởng qua lại là ít nhất, hay nói xoắn dây như vậy có hiệu quả nhất.

Độ dài  $L_S$  được gọi là đoạn cân bằng.

Ta xét một ví dụ sau đây:



Từ hình vẽ, ta có mạch một có bước xoắn  $h_1 = 40\text{mm}$ , mạch hai có bước xoắn  $h_2 = 50\text{mm}$ .

Do đó ước số chung lớn nhất của 40 và 50 là  $D = 10$ . Vậy độ dài đoạn cân bằng  $L_S = \frac{40 \cdot 50}{10} = 200$

và  $x = \frac{40 + 50}{10} = 9$  là số nguyên lẻ; xoắn như thế là tốt.

### 2.1.3 Các tham số truyền dẫn của mạch dây cáp

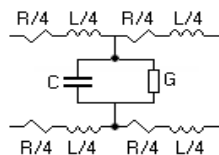
#### 2.1.3.1 Sơ đồ tương đương của mạch dây cáp

Chất lượng truyền dẫn trên mạch dây cáp thông tin và đặc tính điện khí của nó đặc trưng bởi các tham số: điện trở ( $R$ ), độ tự cảm ( $L$ ), điện dung giữa hai dây ( $C$ ), và điện dẫn cách điện giữa hai dây ( $G$ ).

Các tham số này không phụ thuộc vào điện áp và dòng điện, mà chỉ được xác định thông qua kết cấu mạch, vật liệu chế tạo và tần số của dòng điện mà thôi.

Về ý nghĩa vật lý, các tham số mạch dây cáp tương tự như các tham số của một mạch dao động được hình thành bởi các phần tử  $R, G$  và  $L, C$ .

Chỉ khác ở chỗ là các tham số của mạch dao động thì tập trung. Còn ở mạch dây cáp các tham số  $R, L, C, G$  phân bố trên mọi điểm của mạch. Hình vẽ sau đây là sơ đồ tương đương của mạch dây cáp bao gồm các tham số trên.



Hình 2.5 : Sơ đồ tương đương của mạch dây cáp

Đây là sơ đồ tương đương của một đoạn ngắn mạch dây cáp, và trên đoạn ấy ta giả thiết sự phân bố các đại lượng  $R, L, C, G$  là đều đặn. Trong đó các tham số  $R$  và  $L$  phân bố liên tục theo chiều dọc của mạch và hình thành tổng trở kháng:

$$Z=R+j\omega L$$

Còn các tham số  $G$  và  $C$  hình thành tổng dẫn nạp ngang:

$$Y=G+j\omega C$$

Khi truyền tín hiệu trên mạch dây, do có sự tồn tại của trở kháng dọc và dẫn nạp ngang mà điện áp cũng như dòng điện giảm dần từ đầu mạch điện đến cuối mạch. Do đó, công suất của tín hiệu ở cuối đường dây nhỏ hơn công suất đầu ra của máy phát.

Trong bốn tham số  $R, L, C, G$  thì phần tử gây ra tiêu hao năng lượng tín hiệu chính là  $R$  và  $G$ , những phần tử còn lại được đặc trưng bởi kho điện và kho từ, nó tích tụ năng lượng điện từ và sau đó lại trả về nguồn, cho nên  $L$  và  $C$  thường được coi là phần tử tích phóng năng lượng.

$R$  đặc trưng cho sự tiêu hao năng lượng trong dây dẫn và những kim loại kề cận.

$G$  đặc trưng cho sự tiêu hao năng lượng trong chất điện môi.

Bốn tham số trên đây có thể coi nó đặc trưng đầy đủ về bản chất của một mạch dây.

### 2.1.3.2 Mạch dây đồng nhất và không đồng nhất

Nói chung về khái niệm mạch dây đồng nhất và không đồng nhất có một vị trí đặc biệt khi ta nghiên cứu sự truyền dẫn tín hiệu điện trên một mạch dây.

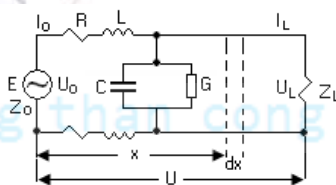
Khái niệm về sự đồng nhất có nghĩa hẹp là sự phân bố các tham số đều đặn trên mọi điểm của mạch. Ngoài ra còn hiểu khái niệm đó là điều kiện kết cấu của bó dây ruột, nghĩa là mọi sợi dây lõi có cùng chung một điều kiện điện khí như nhau hay không.

Khái niệm đồng nhất còn có một định nghĩa khác là : một mạch dây đồng nhất khi trở kháng của nguồn bằng trở kháng sóng của mạch và bằng trở kháng tải.

Ngược lại với những khái niệm đó là mạch dây không đồng nhất.

### 2.1.3.3 Cơ sở của phương trình mạch dây đồng nhất

Ta hãy nghiên cứu một mạch cáp đồng nhất thông qua các tham số  $R, L, C, G$  của nó.



Trở kháng nguồn là  $Z_0$ , trở kháng tải là  $Z_L$ , điện áp và dòng điện ở đầu mạch là  $U_0$  và  $I_0$ , điện áp và dòng điện ở cuối mạch là  $U_L$  và  $I_L$ .

Từ hình vẽ ta lấy một đoạn mạch vô cùng ngắn là  $dx$ . Cách điểm đầu của mạch là  $x$ . Dòng điện truyền qua phần tử mạch  $dx$  là  $I$  và điện áp trên hai dây dẫn đó là  $U$ . Từ đó sụt áp trên đoạn  $dx$  là:



$$-\frac{dU}{dx} = I(R + j\omega L) \quad (2.6)$$

Dòng hao hụt trên đoạn  $dx$  là:

$$-\frac{dI}{dx} = U(G + j\omega C) \quad (2.7)$$

Giải phương trình (2.6) theo  $I$  rồi thay giá trị  $I$  tìm được vào phương trình (2.7), ta có:

$$-\frac{d^2U}{dx^2} = \frac{dI}{dx}(R + j\omega L) \quad (2.8)$$

Thay giá trị của  $\frac{dI}{dx}$  từ (2.7) vào phương trình (2.8) ta có:

$$\frac{d^2U}{dx^2} = U(R + j\omega L)(G + j\omega C) \quad (2.9)$$

Đặt:

$$\gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)}$$

Vậy:

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \gamma^2 U \quad (2.10)$$

Giải phương trình vi phân cấp hai (2.10), ta sẽ được nghiệm của nó có dạng tổng quát là:

$$U = Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x} \quad (2.11)$$

Lấy đạo hàm hai vế theo  $x$ , ta có:

$$\begin{aligned} \frac{dU}{dx} &= \gamma Ae^{\gamma x} - \gamma Be^{-\gamma x} \\ &= \gamma(Ae^{\gamma x} - Be^{-\gamma x}) \end{aligned} \quad (2.12)$$

Thay (2.12) vào phương trình (2.6), ta nhận được:

$$-I(R + j\omega L) = \gamma(Ae^{\gamma x} - Be^{-\gamma x})$$

Hoặc ký hiệu:

$$Z_B = \frac{R + j\omega L}{\gamma} = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}} \quad (2.13)$$

thì:

$$IZ_B = -Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x} \quad (2.14)$$

Đến đây ta có hai phương trình với hai ẩn số  $-A$  và  $B$  như sau:

$$\begin{aligned} U &= Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x} \\ IZ_B &= -Ae^{\gamma x} + Be^{-\gamma x} \end{aligned} \quad (2.15)$$

Để tìm  $A$  và  $B$  ta lợi dụng giá trị dòng và áp ở đầu mạch (khi  $x=0$ ) là  $I_0$  và  $U_0$ , từ đó phương trình (2.15) được viết:

$$\begin{aligned} U_0 &= A + B \\ I_0 Z_B &= -A + B \end{aligned} \quad (2.16)$$

$$\text{Suy ra: } A = \frac{U_0 - I_0 Z_B}{2} ; \quad B = \frac{U_0 I_0 Z_B}{2} \quad (2.17)$$

Thay (2.17) vào (2.15) ta có:

$$U = \frac{U_0 - I_0 Z_B}{2} e^{\gamma x} + \frac{U_0 + I_0 Z_B}{2} e^{-\gamma x}$$

$$I = -\frac{U_0 - I_0 Z_B}{2} e^{\gamma x} + \frac{U_0 + I_0 Z_B}{2} e^{-\gamma x}$$

Thực hiện biến đổi hai phương trình trên với chú ý rằng:

$$ch\gamma x = \frac{e^{\gamma x} + e^{-\gamma x}}{2}$$

$$sh\gamma x = \frac{e^{\gamma x} - e^{-\gamma x}}{2}$$

Ta sẽ nhận được điện áp  $U_x$  và  $I_x$  tại một điểm bất kỳ  $x$  nào đó của mạch:

$$U_x = U_0 ch\gamma x - I_0 Z_B sh\gamma x$$

$$I_x = I_0 ch\gamma x - \frac{U_0}{Z_B} sh\gamma x \quad (2.18)$$

ở cuối mạch tức là khi  $x=1$  thì:

$$U_1 = U_0 ch\gamma 1 - I_0 Z_B sh\gamma 1$$

$$I_1 = I_0 ch\gamma 1 - \frac{U_0}{Z_B} sh\gamma 1 \quad (2.19)$$

Giải phương trình (2.19) theo  $U_0$  và  $I_0$ , ta lại có:

$$U_0 = U_1 ch\gamma 1 + I_1 Z_B sh\gamma 1$$

$$I_0 = I_1 ch\gamma 1 - \frac{U_1}{Z_B} sh\gamma 1 \quad (2.20)$$

Các phương trình (2.18), (2.19), (2.20) cho ta quan hệ giữa dòng và áp với các tham số  $R, L, C, G$  hoặc với  $\gamma$  và  $Z_B$ . Qua đó, cho phép xác định được điện áp và dòng điện tại điểm bất kỳ của mạch, tùy thuộc vào điện áp và dòng điện ở đầu của mạch đó.

Các phương trình đó đúng với trường hợp trở kháng của nguồn và tải là bất kỳ ( $Z_0$  và  $Z_1$ ).

Khi có sự phối hợp tức là khi  $Z_0 = Z_1 = Z_B$  và  $U_0/I_0 = U_1/I_1 = Z_B$ , thì các phương trình (2.18), (2.19), (2.20) có dạng đơn giản như sau:

$$\left. \begin{aligned} U_x &= U_0 e^{-\gamma x} \\ I_x &= I_0 e^{-\gamma x} \\ U_0 &= U_1 e^{\gamma 1} \\ I_0 &= I_1 e^{\gamma 1} \\ U_1 &= U_0 e^{-\gamma 1} \\ I_1 &= I_0 e^{-\gamma 1} \end{aligned} \right\} \quad (2.21)$$

Từ (2.21) ta có thể suy ra dạng hay dùng hơn cả là:

$$\frac{U_0}{U_1} e^{\gamma x} \quad \text{và} \quad \frac{I_0}{I_1} e^{\gamma x} \quad (2.22)$$

Nếu lại áp dụng công thức  $P=UI$  thì từ (2.22), ta lại suy ra:

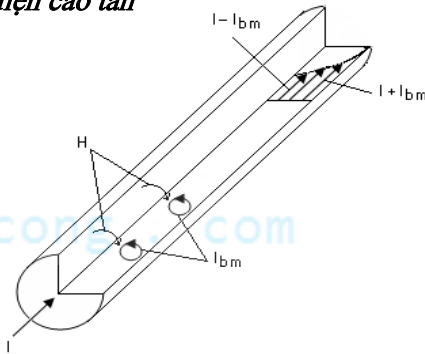
$$\frac{P_0}{P_1} = e^{2\gamma l} \quad (2.23)$$

Như vậy khi xét mạch dây đồng nhất ta đã lần lượt nhận được các phương trình (2.18), (2.19), (2.20) trong trường hợp trở kháng nguồn và tải là bất kỳ. Còn các phương trình (2.21), (2.22), (2.23) là trường hợp trở kháng nguồn bằng trở kháng sóng và bằng trở kháng tải.

Đồng thời chúng ta cũng rút ra một kết luận là: từ các phương trình dẫn ra chứng tỏ rằng sự truyền dẫn năng lượng trên đường dây thì dòng và áp tại điểm bất kỳ trên mạch do hai tham số chủ yếu  $Z_L$  và  $Z_B$  quyết định, mà hai tham số này lại phụ thuộc vào các tham số  $R, L, C, G$ . Hay nói cách khác chúng phụ thuộc vào các tham số  $R, L, C, G$ .

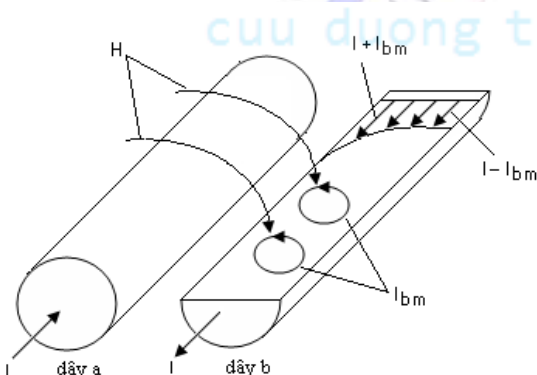
#### 2.1.3.4 Những hiện tượng hiệu ứng khi truyền dòng điện cao tần

**Hiện tượng hiệu ứng mặt ngoài:** Đối với một dây dẫn độc lập, khi truyền dòng điện ở tần số cao thì mật độ dòng điện ngày càng dồn ra phía mặt ngoài (dây dẫn hình trụ) trong khi đó ở tâm dây dẫn mật độ rất nhỏ. Tần số càng cao thì mật độ dòng điện ở tâm dây dẫn hầu như không có. Hiện tượng như vậy gọi là hiện tượng hiệu ứng mặt ngoài.



Để lý giải hiện tượng này, ta xét dây dẫn như hình trên.  $I$  là dòng chạy trong dây dẫn. Dưới tác dụng của từ trường  $H$ , phát sinh các dòng xoáy. Ở phía trục của dây dẫn, dòng xoáy ngược chiều với dòng dẫn  $I$ , còn ở phía mặt ngoài thì chúng cùng chiều. Do đó, mật độ dòng điện  $I$  được phân bố tập trung ra phía ngoài, còn ở tâm dây dẫn thì mật độ dòng nhỏ. Khi tần số càng cao, thì hiện tượng này xảy ra càng mạnh, kết quả là tiết diện dẫn điện hữu hiệu của dây dẫn xem như bị giảm đi.

**Hiện tượng hiệu ứng lân cận:** Xét hai dây dẫn hình trụ song song gần nhau, cùng truyền dòng điện cao tần thì mật độ dòng điện lại phân bố tập trung về phía hai dây dẫn gần nhau, ở phía hai dây dẫn xa nhau thì mật độ dòng điện nhỏ.



Để xét hiện tượng vật lý của hiệu ứng lân cận ta xuất phát từ hình bên. Khi dòng điện chạy trên hai dây dẫn có chiều như hình vẽ, từ trường  $H$  do dòng trên dây  $a$  gây ra, đã tạo những dòng xoáy  $I_{bm}$  trên dây  $b$ . Ở phía gần dây dẫn  $a$ , dòng xoáy  $I_{bm}$  cùng chiều với dòng chảy  $I$ , ở phía xa chúng có chiều ngược nhau. Kết quả là ở phía gần dây  $a$ , dòng điện là  $I + I_{bm}$ , ở phía xa dây  $a$  dòng điện là  $I - I_{bm}$ . Do đó, mật độ dòng khi có hiệu ứng lân cận đã tập trung về phía hai dây dẫn gần nhau.

Khi hai dây dẫn có dòng điện ngược chiều và cùng chiều thì qua hiệu ứng lân cận ta có thể biểu diễn sự phân bố mật độ dòng điện trên từng dây dẫn như mô tả trong hình sau:



**Hiện tượng hiệu ứng kim loại:** Trên sợi dây dẫn truyền đưa dòng điện cao tần, thì chung quanh dây dẫn ấy có một trường biến đổi. Trong phạm vi không gian nhất định xung quanh nó, nếu ta đặt những vật dẫn, thì lập tức trên các vật dẫn đặt vào sẽ có những dòng điện xoáy xuất hiện do tương tác của đường sức từ. Những dòng điện xoáy ấy tiêu tán đi dưới dạng nhiệt.

### 2.1.3.5 Điện trở

$$R = 2R_0 \times \left[ 1 + F(Kr) + \frac{pG(Kr) \left( \frac{d_0}{a} \right)^2}{1 - H(Kr) \left( \frac{d_0}{a} \right)^2} \right] \quad [\Omega/\text{Km}]$$

Trong đó :

$d_0 = 2r$  đường kính dây dẫn [mm]

$a$  khoảng cách giữa hai dây trong một mạch [mm]

$x$  hệ số xoắn (1,01÷1,07)

$p$  tiêu hao phụ thêm do xoắn dây. Khi xoắn đôi  $p=1$  ; sao  $p=5$  ; đôi kép  $p=2$

$R_0$  điện trở của dây dẫn đối với dòng một chiều

Trong tính toán người ta thường áp dụng công thức:

$$R_0 = \rho \frac{l}{S} \quad [\Omega]$$

Trong đó:

$\rho$  điện trở suất [ $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ]. Ở nhiệt độ  $20^\circ\text{C}$ , với dây đồng:  $\rho=0,01754$ ; đối với dây nhôm:  $\rho=0,0291$ .

$l$  độ dài dây dẫn [m]

$S$  tiết diện dây dẫn [ $\text{mm}^2$ ]

Đối với dây dẫn hình trụ thì  $S = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$ ;  $d_0$  là đường kính dây kim loại [mm]

Đối với mạch hai dây thì công thức tính điện trở một chiều là:  $R_0 = \rho \frac{8000}{\pi \cdot d_0^2} \quad [\Omega/\text{Km}]$

Sau khi xoắn dây thì điện trở một chiều được nhân với hệ số xoắn  $x$ .

$$R_0 = \rho \frac{8000}{\pi \cdot d_0^2} \times x \quad [\Omega/\text{Km}]; \quad x = (1,01 \div 1,07)$$

Ở nhiệt độ khác 20°C:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20)] \text{ } [\Omega/\text{Km}]$$

$R_t$  là điện trở ở nhiệt độ đo

$R_{20}$  là điện trở ở 20°C

$\alpha$  là hệ số nhiệt điện trở với dây đồng  $\alpha=0,004$ ; với nhôm  $\alpha=0,0037$ ; với sắt  $\alpha=0,0046$ .

### 2.1.3.6 Độ tự cảm

Công thức tính độ tự cảm của một mạch dây cáp đối xứng:

$$L = \left[ 4 \ln \frac{a-r}{r} + \mu Q(Kr) \right] \cdot 10^{-4} \text{ } [H / \text{Km}]$$

Trong đó:

$a$  khoảng cách giữa hai dây trong một mạch [mm]

$d_0=2r$  đường kính dây dẫn [mm]

$\mu$  hệ số từ thẩm

Trị số của các hàm  $F(Kr)$ ,  $G(Kr)$ ,  $H(Kr)$ ,  $Q(Kr)$ ,

Kr	F(Kr)	G(Kr)	H(Kr)	Q(Kr)
0	0	0	0,0417	1,0
0,1	0	$\frac{kr^4}{6^4}$	0,0417	1,0
0,2	0	$\frac{kr^4}{6^4}$	0,0417	1,0
0,3	0	$\frac{kr^4}{6^4}$	0,0417	1,0
0,4	0	$\frac{kr^4}{6^4}$	0,0417	1,0
0,5	0,000326	0,00975	0,042	0,9998
0,6	0,001	0,00202	0,044	0,9998
0,7	0,001	0,00373	0,045	0,999
0,8	0,002	0,00632	0,046	0,999
0,9	0,003	0,01006	0,049	0,998
1	0,005	0,01519	0,053	0,997
1,1	0,008	0,0220	0,058	0,996
1,2	0,011	0,0306	0,064	0,996
1,3	0,015	0,0413	0,072	0,993
1,4	0,020	0,0541	0,080	0,990
1,5	0,020	0,0619	0,092	0,937
1,6	0,033	0,0863	0,106	0,9983
1,7	0,042	0,1055	0,122	0,979
1,8	0,052	0,1262	0,137	0,974



1,9	0,064	0,1489	0,154	0,968
2	0,078	0,1724	0,169	0,961
2,1	0,099	0,1967	0,187	0,953
2,2	0,111	0,2214	0,205	0,945
2,3	0,131	0,2462	0,224	0,935
2,4	0,152	0,2708	0,242	0,925
2,5	0,175	0,2949	0,263	0,913
2,6	0,201	0,3184	0,280	0,901
2,7	0,228	0,3412	0,248	0,888
2,8	0,256	0,3632	0,316	0,874
2,9	0,286	0,3844	0,333	0,860
3	0,318	0,4049	0,348	0,845
3,2	0,385	0,4439	0,367	0,814
3,4	0,456	0,4807	0,400	0,782
3,6	0,529	0,5160	0,420	0,743
3,8	0,603	0,5503	0,440	0,717
4	0,678	0,5842	0,460	0,702
4,2	0,752	0,6179	0,474	0,657
4,4	0,826	0,6517	0,490	0,629
4,6	0,899	0,6858	0,505	0,603
4,8	0,991	0,7203	0,516	0,579
5	1,043	0,7550	0,530	0,556
5,2	1,114	0,7902	0,540	0,535
5,4	1,184	0,8255	0,550	0,516
5,6	1,258	0,8609	0,558	0,498
5,8	1,324	0,8962	0,566	0,456
6	1,394	0,9316	0,575	0,451
6,2	1,463	0,9671	0,582	0,436
6,4	1,533	1,0030	0,590	0,412
6,8	1,673	1,0730	0,602	0,406
7	1,743	1,1090	0,608	0,397
7,4	1,844	1,1180	0,620	0,360
7,8	2,024	1,251	0,630	0,360
8	2,094	1,287	0,634	0,351
9	2,446	1,464	0,655	0,313
10	2,799	1,641	0,670	0,282
11	3,151	1,818	0,682	0,256
12	3,504	1,995	0,690	0,235

### 2.1.3.7 Điện dung

Điện dung của mạch cáp tương tự như điện dung của một tụ điện. Ở mạch dây cáp thì hai băng tụ chính là hai nửa diện tích bề mặt của hai dây dẫn hình trụ ở phía gần nhau, còn điện môi là chất cách điện dây dẫn hoặc không khí.

Điện dung được xác định bởi tỷ số giữa điện tích trên điện áp giữa hai dây.

Công thức tính điện dung như sau:

$$C = x \frac{\varepsilon}{36 \ln \left( \frac{a-r}{r} \psi \right)} [F / Km]$$

Trong đó:

- $x$ : hệ số xoắn ( $1,01 \div 1,07$ )  
 $a$ : khoảng cách giữa hai dây trong một mạch [mm]  
 $d_0=2r$ : đường kính dây dẫn [mm]  
 $\varepsilon$ : hệ số điện môi tương đương của chất cách điện  
 $\psi$ : là hệ số hiệu chỉnh đặc trưng cho hiệu ứng lân cận.

Công thức để tính hệ số hiệu chỉnh  $\psi$  ứng với xoắn nhóm đôi, xoắn nhóm sao (có màng bao che và không màng bao che) và xoắn đôi kép như sau:

$$\psi_{\text{đôi}} = \frac{(d_{\text{đôi}} + d_1 - d_0)^2 - a^2}{(d_{\text{đôi}} + d_1 - d_0)^2 + a^2}$$

$$\psi_{\text{sao}} = \frac{(d_{\text{sao}} + d_1 - d_0)^2 - a^2}{(d_{\text{sao}} + d_1 - d_0)^2 + a^2}$$

$$\psi_{\text{đôi sao}} = \frac{d_0^2 - a^2}{d_0^2 + a^2}$$

$$\psi_{\text{đôi kép}} = \frac{(0,65 d_{\text{đôi kép}} + d_1 - d_0)^2 - a^2}{(0,65 d_{\text{đôi kép}} + d_1 - d_0)^2 + a^2}$$

Trong đó:

- $d_0$ : đường kính dây dẫn [mm]  
 $d_1$ : đường kính dây dẫn kể cả chất cách điện [mm]  
 $d_0$ : đường kính màng che chắn [mm]  
 $a$ : khoảng cách giữa hai dây trong một mạch [mm]

### 2.1.3.8 Điện dẫn cách điện

Điện dẫn cách điện là một đại lượng đặc trưng cho mức độ tiêu hao năng lượng tín hiệu trong môi trường chất cách điện.

Để xét điện dẫn cách điện, ta hãy xem một mạch gồm hai dây dẫn như một tụ điện. Kết quả xem xét, ta có công thức tính điện dẫn cách điện như sau:

$$G = G_0 + G_f \quad [\text{cimen/ Km}]$$

Trong đó:

$$G_0 = \frac{1}{R_{cd}} : \text{điện dẫn cách điện một chiều (} R_{cd}: \text{điện trở cách điện một chiều)}$$

$$G_f = Ctg\delta : \text{điện dẫn cách điện xoay chiều với } tg\delta \text{ là hệ số tiêu hao điện môi.}$$

### 2.1.3.9 Trở kháng đặc tính

Trở kháng đặc tính được xác định như trở kháng đầu vào đối với đường truyền dẫn tín hiệu tương tự dạng chuẩn có cự ly vô hạn. Trở kháng đặc tính được hình thành từ điện dung, độ tự cảm, và điện trở. Mỗi sợi cáp đều có trở kháng đặc tính của nó, giá trị của trở kháng đặc tính được xác định bởi kích thước hình học và hằng số điện môi của dây dẫn.

Các loại cáp truyền dẫn được chế tạo để đạt được trở kháng đặc tính không đổi theo độ dài của cáp. Ví dụ, nếu sợi cáp có độ dài 30 m có trở kháng đặc tính là 100  $\Omega$  thì nó vẫn là 100  $\Omega$  khi độ dài của nó tăng lên gấp đôi, gấp ba lần ứng với một tần số tín hiệu truyền.

Việc phối hợp trở kháng trở nên rất quan trọng khi ở tần số cao.

Với cáp UTP, ScTP có trở kháng đặc tính  $100 \Omega \pm 15\%$  ở tần số 1 MHz hoặc cao hơn. Với cáp STP, STP-A có trở kháng đặc tính  $150 \Omega \pm 10\%$  ở tần số 3 MHz÷300 MHz.

#### 2.1.3.10 Suy giảm tín hiệu

Suy giảm tín hiệu của đường dây là sự khác nhau về tỷ lệ của công suất ngõ vào và ngõ ra. Tỷ lệ này được biểu diễn bằng giá trị decibels (dB). Tuy nhiên, suy giảm tín hiệu của đường dây là trường hợp đặc biệt và chỉ áp dụng khi có sự phối hợp trở kháng giữa trở kháng tải và trở kháng nguồn với trở kháng đặc tính của đôi dây. Đối với tất cả các đầu cuối khác, các phép đo lường về suy hao được tham chiếu như là suy hao chèn vào và sẽ lớn hơn giá trị suy giảm tín hiệu được cho trên đường truyền dẫn.

#### 2.1.3.11 Suy hao dội hay suy hao phản hồi

Khi mà trở kháng tải không phối hợp với trở kháng đặc tính thì có một phần năng lượng tín hiệu bị phản hồi về nguồn. Suy hao này góp phần vào suy hao chèn của đường truyền dẫn.

Toàn bộ năng lượng phản hồi liên quan đến cấp độ mất phối hợp giữa tải và đường truyền dẫn. Phối hợp càng tốt năng lượng phản hồi càng bé. Càng ít năng lượng phản hồi thì năng lượng tín hiệu truyền đến tải càng lớn.

Trong hệ thống cáp, các điểm kết nối không phối hợp trở kháng tốt cũng gây ra suy hao phản hồi. Ví dụ: các đầu nối, các kết cuối đường dây.

#### 2.1.3.12 Tốc độ truyền dẫn số

Đơn vị cơ bản của tín tức số là bit (cách gọi tắt của số nhị phân). Nó được dùng để biểu diễn hai trạng thái (ví dụ: có hoặc không có dòng điện, ...). Một vài bit như vậy nhóm theo luật mã cho trước để tạo ra một character.

Tốc độ bit là số lượng bit tin truyền đi trong một giây. Ví dụ, trong một giây truyền được 1000 bit, ta gọi đường truyền có tốc độ 1000 bps (bits per second).

Tốc độ baud là số lượng mẫu tin truyền đi trong một giây. Ví dụ: 250 Bd (baud) là trong một giây truyền đi được 250 mẫu tin.

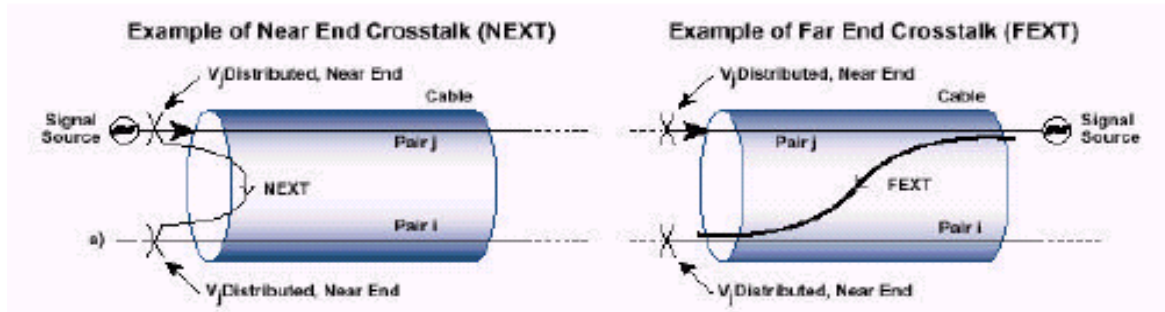
Có 16 mẫu tin khác nhau được sử dụng. Mỗi mẫu đại diện 4 bit tin, trong một giây có 1000 bit tin được truyền đi nhưng chỉ có 250 mẫu tin được truyền. Khi đó ta gọi đường truyền đó có tốc độ bit là 1000 bps hoặc tốc độ baud là 250 baud.

Baud không được nhầm lẫn với bits per second (hoặc bytes per second, ...). Mỗi mẫu truyền đi có thể có một hoặc nhiều bit tin tức (ví dụ: 8 bits trong điều chế 256-QAM). Khi mà một mẫu truyền đi chỉ có một bit thì lúc đó tốc độ baud bằng tốc độ bit.

#### 2.1.3.13 Xuyên kênh

Hiện tượng tín hiệu truyền trên một mạch dây này tạo ra một hiệu ứng không mong muốn trên một mạch dây khác, hoặc sự chuyển dời tín hiệu từ mạch dây này sang mạch dây khác được gọi là xuyên kênh. Sự chuyển dời này có thể xảy ra giữa các đôi dây kề cận nhau trong một sợi cáp. Hiện tượng xuyên kênh sẽ giảm đi khi các đôi dây được xoắn, có sự xếp đặt cáp, có lớp bảo vệ, và tính chất cách ly của các đôi dây trong qui trình chế tạo cáp. Hiện tượng xuyên kênh sẽ tăng lên khi tăng tần số của tín hiệu truyền, nhưng không tỷ lệ với nhau.

Có hai loại xuyên kênh trong các hệ thống cáp kim loại. Xuyên kênh đầu gần (NEXT-Near End Crosstalk) là mức tín hiệu của đôi dây gây xuyên kênh so sánh với tín hiệu trên đôi dây bị xuyên kênh ở cùng một phía đầu gần. Trong khi xuyên kênh đầu xa (FEXT-Far End Crosstalk) là mức tín hiệu tại đầu gần của đôi dây gây xuyên kênh so sánh với tín hiệu truyền đến đôi dây bị xuyên kênh ở đầu xa.



## 2.1.4 Phân loại cáp

### 2.1.4.1 Cáp UTP (Unshielded Twisted Pair)

Cáp UTP được dùng để truyền tín hiệu thoại và dữ liệu, phổ biến trong mạng máy tính, hệ thống điện thoại. Cáp UTP thường được gọi là cáp Ethernet và có các đặc tính sau đây:

- Bao gồm nhiều đôi dây xoắn có trong sợi cáp.
- Thông thường chấp nhận từ 2 đến 1800 đôi.
- Không cần có lớp bảo vệ cho đến 600 đôi và có lớp bao bằng thép-nhôm khi đạt đến 1800 đôi.
- Bảo vệ nhiễu điện bằng cách xoắn dây.
- Có trở kháng đặc tính 100  $\Omega$ .
- Khuyến nghị cỡ dây từ 22 AWG÷24 AWG.
- Dây đặc ruột.



Có thể nói cáp UTP có các ưu điểm sau đây:

- Có kích thước nhỏ, mềm dẻo dễ dàng cho đi cáp theo các bờ tường.
- Do kích thước nhỏ, nó không dễ chiếm đầy trong ống.
- Giá cáp UTP thấp hơn so với tất cả các loại cáp LAN khác.

Tuy vậy nó cũng có nhược điểm là dễ bị ảnh hưởng của nhiễu so với nhiều loại cáp khác.

Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A xây dựng một số loại cáp UTP có đặc trưng truyền dẫn như sau:

- Cáp UTP loại 3 (Category 3-UTP cables) và phần cứng liên kết có thể truyền tín hiệu đạt đến tần số 16 MHz.
- Cáp UTP loại 4 (Category 4-UTP cables) và phần cứng liên kết có thể truyền tín hiệu đạt đến tần số 20 MHz.
- Cáp UTP loại 5 (Category 5-UTP cables) và phần cứng liên kết có thể truyền tín hiệu đạt đến tần số 100 MHz.

Cáp UTP loại 1 và 2 (Category 1 and Category 2) không được công nhận cho lắp đặt trong các dịch vụ mới. Chúng có thể chỉ dùng cho các ứng dụng thoại.

Cáp UTP loại 3 là cấp bé nhất mà ANSI/TIA/EIA-568-A đề nghị lắp đặt trong các dịch vụ mới.

Với cáp đồng UTP loại 5:

- Được đề nghị là lựa chọn thứ hai trong lắp đặt cáp ra (area outlet) (ANSI/TIA/EIA-568-A thừa nhận lựa chọn thứ nhất là cáp UTP loại 3).
- Sẽ hỗ trợ 10BASE-T Ethernet, 100BASE-T Fast Ethernet, 1000BASE-T Gigabit Ethernet, ATM 155 Mbps, TP-PMD 100 Mbps, và các cấu hình LAN khác.
- Có thể hỗ trợ băng thông đến 100 MHz.

**Categories of Unshielded Twisted Pair  
(các loại cáp UTP)**

Type	Use
Category 1	Voice Only (Telephone Wire)
Category 2	Data to 4 Mbps (LocalTalk)
Category 3	Data to 10 Mbps (Ethernet)
Category 4	Data to 20 Mbps (16 Mbps Token Ring)
Category 5	Data to 100 Mbps (Fast Ethernet)

Khi lắp đặt cáp xoắn đôi cần chú ý phân biệt rõ ràng các đôi dây, các sợi dây trong sợi cáp. Các mã màu cáp giúp người lắp đặt nhận biết một cách nhanh chóng các đôi dây trong sợi cáp. Người lắp đặt cũng phải phân biệt giữa hai sợi trong một đôi. Trong điện thoại, mỗi đôi dây có sợi tip và sợi ring hoặc dây dương và dây âm theo thứ tự.

Cụm từ tip và ring đã được đưa ra trước đây trong hệ thống điện thoại, trong trường hợp một điện thoại viên thực hiện một kết nối vật lý cho cuộc gọi bằng dây nối lắp đi lắp lại nhiều lần.

Cáp UTP được dùng làm kết nối tạm (UTP patch cable/cord), có sự kết nối lắp đi lắp lại nhiều lần cần có cấu trúc dây bền để mềm dẻo. Các đầu nối cũng phải được thiết kế dành riêng cho loại cáp này để tránh làm hỏng dây và kết nối sai.



Một loại khác của UTP là cáp đi dưới thảm. Cáp đi dưới thảm không phải là sự lựa chọn đầu tiên. Nó không được khuyến khích dùng bởi lẽ:

- Dễ bị hỏng.
- Bị hạn chế độ linh động khi di chuyển, thêm vào, và thay đổi.

Nếu phải sử dụng cáp đi dưới thảm, người lắp đặt cần tránh:

- Các nơi có mật độ sử dụng cao.
- Các vật dụng trong văn phòng nặng đặt bên trên.
- Cáp nguồn đi dưới thảm.

Cáp có nhiều đôi dây (lớn hơn 4 đôi) thường được dùng lắp đặt ở backbone.

Cáp UTP loại 6 và 7 (Category 6 and Category 7 cable) không được Ủy ban tiêu chuẩn chấp nhận. Chúng có đặc tính của các nhóm làm việc TIA để đạt được:

- Category 6 sẽ hỗ trợ các băng thông đạt đến 200 MHz.
- Category 7 sẽ hỗ trợ các băng thông đạt đến 600 MHz.

#### 2.1.4.2 Cáp ScTP (Screened Twisted Pair)

Cáp ScTP có giá thành đắt hơn cáp UTP. Cáp ScTP cho khả năng miễn dịch cao đối với sự giao thoa tín hiệu và được dùng trong các khu vực dễ bị nhiễu và giao thoa.

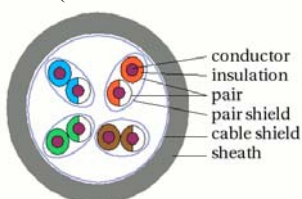
Nếu không tính đến lớp bảo vệ bằng mylar®/aluminum dạng lá và dây dẫn lưu (drain wire) thì cấu trúc và trình bày của cáp ScTP giống như cáp UTP. Lớp bảo vệ mylar tiếp nhận và truyền dẫn các tín hiệu tần số cao thông qua lớp bao cáp (cable jacket). Dây dẫn lưu chạy giữa lớp mylar và lớp bao bên ngoài (outer jacket) dùng để nối đất lớp mylar.

Cáp ScTP có :

- Trở kháng đặc tính 100  $\Omega$ .
- Bốn đôi dây đặc ruột cỡ 22 AWG÷24 AWG (thông thường).
- Lớp bảo vệ bằng mylar®/aluminum bao quanh các đôi dây.
- Dây dẫn lưu được nối đất.
- Các đặc tính điện cũng tương tự như cáp UTP loại 3, 4, 5.

Loại ScTP có màn bao che (S/STP- Sreened Shielded Twisted Pair) còn gọi là Sreened Fully shielded Twisted Pair (S/FTP) có hai lớp bao che riêng biệt: lớp bao che cho mỗi đôi cáp (giống như cáp STP) và lớp bao che bằng kim loại bên ngoài bao bọc lấy toàn bộ nhóm bao che của các đôi dây đồng (giống như cáp (S/UTP). Loại cáp này bảo vệ rất tốt sự giao thoa tín hiệu từ các nguồn tín hiệu bên ngoài.

S/STP (Screened Shielded Twisted Pair)

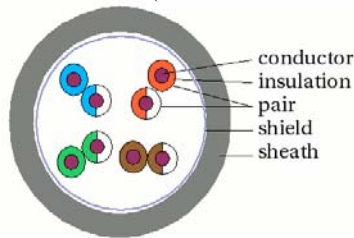


S/FTP (Screened Fully shielded Twisted Pair)



ScTP loại không có màn bao che (S/UTP-Screened Unshielded Twisted Pair) còn gọi là cáp Fully shielded (or Foiled) Twisted Pair (FTP).

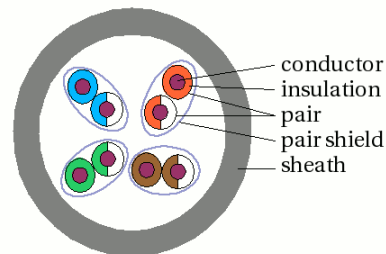
S/UTP - FTP (Screened Unshielded Twisted Pair/Fully shielded (Foiled) Twisted Pair)



#### 2.1.4.3 Cáp STP (Shielded Twisted Pair)

Cáp STP được phát triển tại thời điểm mà cáp UTP không còn phù hợp để truyền dữ liệu tốc độ cao. Cáp STP có màn bao che bằng kim loại riêng biệt cho mỗi đôi dây trong sợi cáp. Màn bao che này chống lại hiện tượng giao thoa điện từ bên ngoài (EMI-Electromagnetic Interference).

STP



Cáp STP 150  $\Omega$  hỗ trợ truyền dẫn tín hiệu lên đến 20 MHz. Với yêu cầu tăng băng thông thì cáp STP có màn bao che đặc biệt và các đầu nối (STP-A) có thể hỗ trợ truyền dẫn tín hiệu lên đến 300 MHz.

Cáp STP và STP-A thường sử dụng trong lắp đặt mạng token ring. STP-A có băng thông cao nhất trong các phương tiện truyền dẫn cáp đồng được ANSI/TIA/EIA-568-A phê chuẩn. Nó được dùng hầu hết cho các ứng dụng trong trường hợp không dùng hơn hai đôi dây.

Cáp STP-A có các đặc điểm sau :

- Chỉ bao gồm hai đôi dây.
- Mỗi đôi được bao bọc bằng màng bao che mylar/aluminium dạng lá để giảm thiểu hiện tượng giao thoa tín hiệu ở tần số cao.
- Màng bao che dạng bện bao bọc toàn bộ hai đôi dây để giảm thiểu hiện tượng giao thoa tín hiệu ở tần số thấp.
- Dây dẫn có kích thước 22 AWG.
- Màng bao che nối đất.
- Có duy nhất mã màu: các đôi green/red và black/orange.

#### 2.1.5 Các đầu kết nối cáp

##### 2.1.5.1 Đầu nối UTP

8P8C (eight positions, eight conductors/contacts) là đầu cắm hoặc lỗ cắm (plug or jack) có 8 vị trí và 8 dây/8 chấu. Đầu cắm hoặc lỗ cắm 8P8C rất giống với đầu cắm và lỗ cắm RJ45 (Register Jack). Tuy vậy, không thể so sánh một cách hoàn toàn RJ45 với các đầu nối 8P8C. RJ-45 không sử dụng hết 8 dây mà cũng không thể cắm vừa vặn vào 8P8C vì RJ45 là loại có chốt (keyed).

Có ba loại đầu cắm và lỗ cắm được sử dụng trong viễn thông là:

- 4P4C - đầu nối 4 vị trí, 4 chấu: dùng cho dây nối tổ hợp máy điện thoại.
- 6P6C - đầu nối 6 vị trí, 6 chấu: dùng kết nối đường dây với máy điện thoại và modem (tham chiếu như các đầu nối RJ11).
- 8P8C - đầu nối 8 vị trí, 8 chấu: dùng cho các dây nối truyền dữ liệu (tham chiếu như các đầu nối RJ45).

Các đầu nối UTP (chủ yếu là các đầu cắm và lỗ cắm 8P8C) được thiết kế cho:

- Kết cuối cáp 100  $\Omega$ , 4 dây, 22 AWG÷24 AWG.
- Hỗ trợ 100 MHz, Category 5 standards.
- Sử dụng các kết cuối IDC (Insulation Displacement Connections).

Có rất nhiều hệ thống tổng đài PBX sử dụng cáp 25 đôi có đầu nối loại Telco 50-pin.



T568A/B RJ45 Wiring					
Pin	T568A Pair	T568B Pair	Wire	T568A Color	T568B Color
1	3	2	tip	white/green stripe	white/orange stripe
2	3	2	ring	green solid	orange solid
3	2	3	tip	white/orange stripe	white/green stripe
4	1	1	ring	blue solid	blue solid
5	1	1	tip	white/blue stripe	white/blue stripe
6	2	3	ring	orange solid	green solid
7	4	4	tip	white/brown stripe	white/brown stripe
8	4	4	ring	brown solid	brown solid

Pin Position

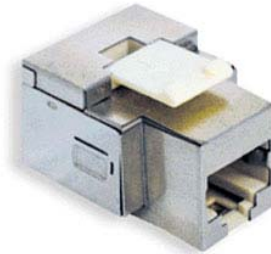
### SƠ ĐỒ BẮM CÁP CHÉO RJ45 (CROSS-OVER)

NIC 1			RJ45 - Ethernet 10/100 Mbps	NIC 2		
Màu	Tên	Pin		Pin	Tên	Màu
Trắng Cam	TX+	1		1	TX+	Trắng Lục
Orange	TX-	2		2	TX-	Lục
Trắng Lục	RX+	3		3	RX+	Trắng Cam
Xanh	-	4		4	-	Xanh
Trắng Xanh	-	5		5	-	Trắng Xanh
Lục	RX-	6		6	RX-	Orange
Trắng Nâu	-	7		7	-	Trắng Nâu
Nâu	-	8		8	-	Nâu

❖ Các pin 4 – 5 (Trắng Xanh/Xanh) & 7 – 8 (Trắng Nâu/Nâu) chưa sử dụng.  
❖ Dùng cable chuẩn CAT-5

### 2.1.5.2 Đầu nối ScTP

Một đầu nối 8P8C có vỏ bao che thường sử dụng cho cáp ScTP 4 đôi. Các đầu nối ScTP là các đầu cắm hoặc lỗ cắm 8P8C có vỏ bao che được thiết kế cho kết cuối cáp 100  $\Omega$ , 4 đôi, 22AWG÷24AWG; hỗ trợ đến 100 MHz, Category 5 standards; sử dụng các kết cuối IDC (Insulation Displacement Connections), được bao bọc bởi lớp bảo vệ bằng kim loại, và kết nối với vỏ bao che của cáp ScTP bằng dây dẫn lưu (drain wire).



ICC ScTP Category 5e  
Modular Shielded Connector

### 2.1.5.3 Đầu nối STP

Đầu nối STP dữ liệu là đầu nối lưỡng tính có 4 chấu dùng kết nối cáp có màng bao che. Các đầu nối ST có thể kết nối với nhau.

Khi thiết kế cho các ứng dụng token ring, các đầu nối này chuyển tiếp tín hiệu đến thiết bị thông qua một đôi dây của đầu nối. Tín hiệu sau đó đi ra từ một dây khác của đầu nối. Tất cả các thiết bị được kết nối trong một vòng nối tiếp lớn. Chỉ một mạch ở đâu đó bị hở thì toàn bộ vòng ring bị hỏng.

Trong mỗi đầu nối có một cặp thanh ngắn mạch để tránh bị hở mạch vòng ring khi đầu nối tháo ra. Ngay khi đầu nối bị tháo ra thì thanh thứ nhất sẽ ngắn mạch hai dây tip và thanh thứ hai sẽ ngắn mạch hai dây ring. Điều này làm nối thông đầu vào và đầu ra của một đầu nối, nên vòng ring vẫn đảm bảo khép kín.

Khả năng của các đầu nối có thể truyền dẫn với băng thông đến 20MHz, và các đầu nối này được thiết kế để :

- Kết cuối cáp 150  $\Omega$ , 2 đôi dây, 22 AWG.
- Có băng thông 20 MHz.
- Sử dụng mã màu red/green và black/orange.

### 2.1.5.4 Đầu nối STP-A

Cáp và đầu nối STP-A cũng giống như cáp và đầu nối STP ngoại trừ lớp bao che nâng cao. Nó được ứng dụng trong truyền dẫn số liệu có tốc độ cao. Đây cũng là các đầu nối lưỡng tính có 4 chấu. Các đầu nối STP-A có băng thông của đôi dây xoắn cao nhất được thừa nhận bởi ANSI/TIA-568-A và được chế tạo cho :

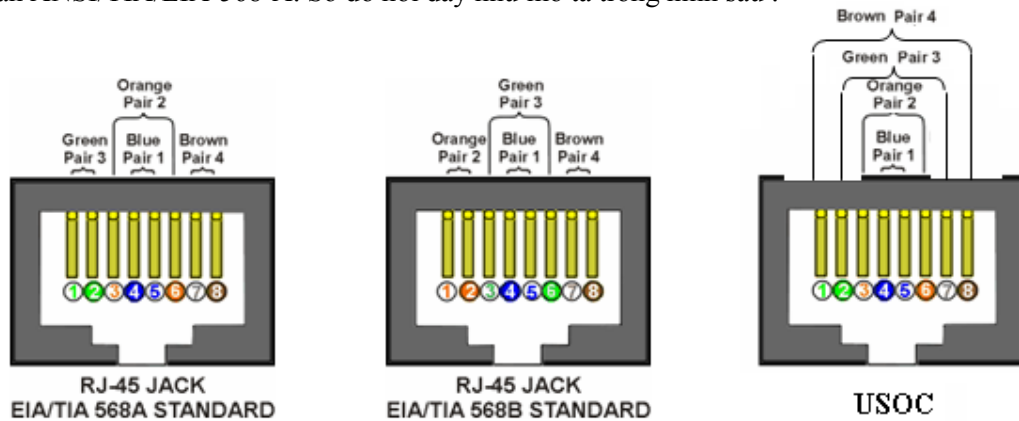
- Kết cuối cáp nâng cao 150  $\Omega$ , 2 đôi dây, 22 AWG.
- Có băng thông 300 MHz.
- Sử dụng mã màu red/green và black/orange.



## 2.1.6 Kết cuối cáp

### 2.1.6.1 Các bước tiền xác định

- 1) Tổ chức cáp tại nơi kết cuối: Cần biết trước sơ đồ nối dây, xác định các phần tử không tương thích. Đối với kết cuối IDC cho cáp đồng, có ba sơ đồ nối dây phổ biến : T568A, T568B, và USOC (Universal Service Order Code). Chỉ có sơ đồ nối dây T568A và T568B tuân thủ theo chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A. Sơ đồ nối dây như mô tả trong hình sau :



- 2) Sắp xếp cáp tại nơi kết cuối: tránh để cáp chồng chéo lên nhau, tất cả các sợi cáp đặt song song nhau, sắp xếp phải gọn gàng, trật tự. Sau khi xác định độ chùng cáp, thì các sợi cáp phải được đặt tên lại và cắt bỏ các cáp thừa sao cho độ dài các sợi cáp đồng dạng. Mỗi sợi cáp phải được làm dấu cẩn thận trước khi cắt bỏ phần thừa chứa tên cáp, để sau đó đặt tên lại cho chính xác. Sử dụng các phương tiện để giữ chặt cáp như dây buộc, các móc đỡ, móc gài, và chỉ buộc chặt cáp bằng tay.
- 3) Xác định độ dài và độ chùng cáp theo yêu cầu: cần xác định không gian đường đi của cáp đầy đủ và chính xác để đảm bảo cáp sau khi kết cuối có độ chùng đạt yêu cầu. Trong trường hợp độ chùng không đảm bảo thì sẽ gặp rất nhiều khó khăn khi di chuyển, thêm vào, thay đổi.
- 4) Sử dụng các phần cứng chăm sóc cáp thích hợp: có một vài loại phần cứng chăm sóc cáp khác nhau, nhưng chung qui đều đảm bảo giữ cáp đúng vị trí, giảm sự chèn ép, hỗ trợ tối đa cho sau này khi có sự di chuyển , thêm vào, và thay đổi. Đối với các loại cáp UTP và ScTP, do có xoắn đôi và qui luật xếp đặt hợp lý nên tránh được hiện tượng xuyên kênh và miễn dịch với hiện tượng giao thoa điện từ (EMI). Một điều cần chú ý là bán kính uốn cong bé nhất của sợi cáp. Điều này bảo vệ tính toàn vẹn của sợi cáp lắp đặt. Bán kính uốn cong bé nhất của cáp UTP và ScTP phải bằng bốn lần đường kính sợi cáp (đối với cáp quang là 10 lần).

### 2.1.6.2 Kết cuối IDC cáp đồng xoắn đôi

**Giới thiệu:** Có bốn loại block kết cuối IDC cơ bản dùng kết cuối các cáp ngang và cáp backbone. Nói chung hầu hết các block kết cuối IDC là loại 66-type, 110-type, BIX™, và LSA. Để đảm bảo kết nối tốt, cần phải tuân thủ theo một qui trình khuyến nghị cho từng loại cáp và đầu nối:

- Xác định chính xác phương pháp và độ dài của lớp vỏ bao bên ngoài sợi cáp cần bóc ra.
- Độ dài của phần đôi dây cho phép không xoắn. (ANSI/TIA/EIA-568-A khuyến cáo độ dài này tối đa là 13 mm tính từ bước xoắn cuối cùng đến IDC).

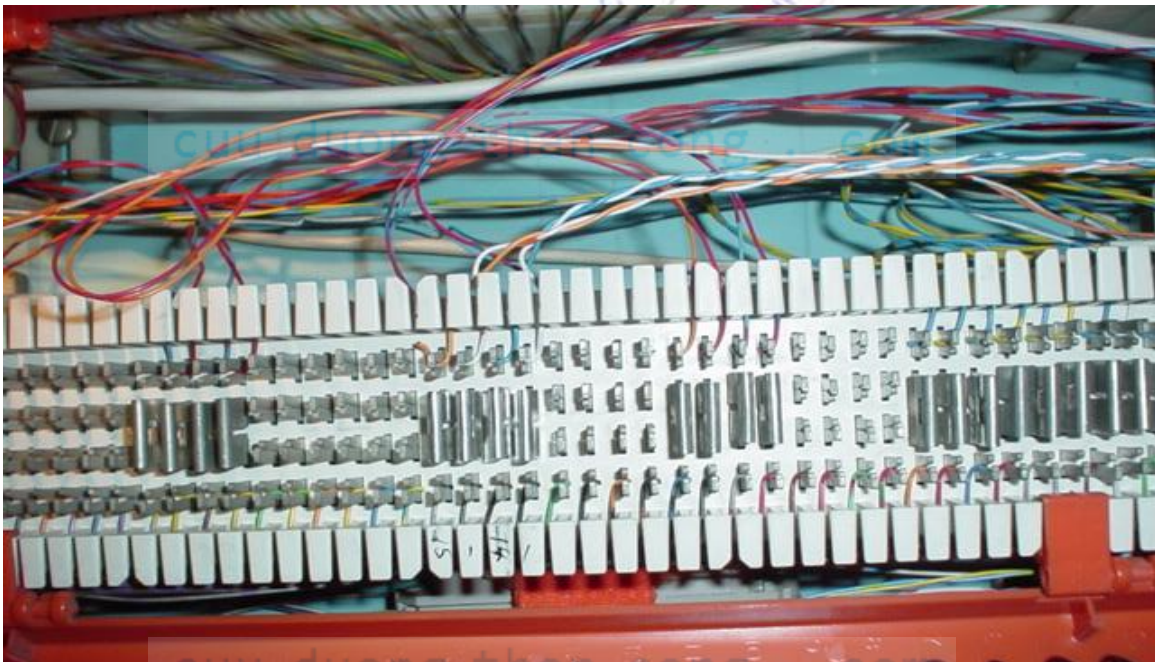
Mỗi loại kết cuối IDC cần có một công cụ kết nối cáp đặc trưng nhằm kết nối cáp vào IDC được chính xác.



**Các bước kết cuối cáp vào IDC:**

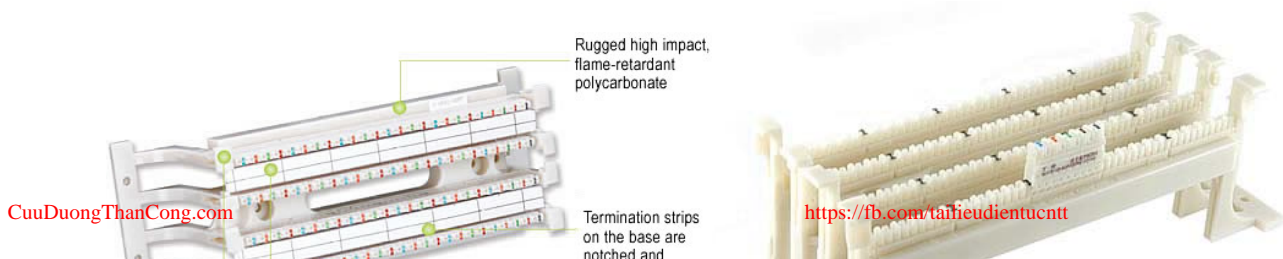
- 1) Xác định phương pháp và độ dài của phần vỏ bao bên ngoài được bóc ra. Khi bóc lớp vỏ cần chú ý tránh trầy xước phần dây dẫn bên trong, sử dụng các công cụ chuyên dùng để thực hiện cắt phần vỏ: Ringing tool, Electrician snips, Slitter tool.
- 2) Sử dụng một công cụ để bóc phần vỏ sau khi cắt ra khỏi sợi cáp đúng theo các chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A và các đặc tính kỹ thuật của nhà chế tạo. Cần bóc lớp vỏ này vừa đủ để có thể lắp đặt cáp vào IDC và giữ được các đôi dây xoắn. Thường thì độ dài của phần vỏ bóc ra khoảng từ 50 mm đến 76 mm. Tuy nhiên độ dài này tùy thuộc vào kích thước sợi cáp và loại IDC.
- 3) Phân tách, xác định, và buộc nhóm cáp.
- 4) Phân các đôi cáp từ mỗi nhóm dây buộc cáp.

**66-block termination:** Đây là một loại IDC dùng cho kết nối các ứng dụng thoại như tổng đài PBX, Key Telephone, và một vài mạng LAN. Một số nhà chế tạo cũng cập nhật block kết cuối 66-type để ứng dụng truyền số liệu tốc độ cao và tương thích với các đặc tính kỹ thuật của chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A Category 5. Block kết cuối 66-type thường kết hợp với 89-style bracket lắp đặt tại backboards.



A split-50 M or 66 Block with bridging clips

**110-style hardware:** Đây là phần cứng kết cuối ứng dụng cho cả thoại và dữ liệu. Loại này sử dụng cho kết cuối cáp backbone lắp đặt trên tường hoặc trên rack, có thể kết cuối 50, 100, 300, 900 đôi. Phần lớn các patch panel được đi dây theo các cấu hình đặc trưng (T568A, T568B, USOC) và chủ yếu được kết cấu với các đầu nối 110-style. Ngoài ra, ở các kết nối ngõ ra cũng sử dụng 110-style hardware.



**Work area outlets:** Có nhiều loại đầu cắm ngõ ra lắp đặt tại kết cuối người sử dụng. Trong các văn phòng có thể được kết cuối bằng mặt cắm đơn hoặc đôi có một hoặc tám jack cắm tùy mật độ sử dụng. Có một số jack cắm được thiết kế đặc biệt để có thể cắm cho các thiết bị vật dụng trong nhà.



### 2.1.7 Đo thử cáp

#### 2.1.7.1 Giới thiệu

Đo thử là một phương pháp có tính hệ thống, trật tự được dùng để kiểm tra việc lắp đặt đã hoàn thành chưa, có phù hợp với tất cả các giới hạn và các điều kiện của hợp đồng và các chuẩn công nghiệp. Phương pháp này có ba giai đoạn :

- Kiểm tra bằng thị giác.
- Đo thử với các trường đo khác nhau theo yêu cầu của mỗi loại cáp.
- Đối chiếu với tài liệu.

Kiểm tra bằng thị giác bao gồm tất cả đường dẫn, không gian, phòng thiết bị. Tất cả các hạng mục đều phải được kiểm tra, kể cả:

- Các thiết bị cơ sở hạ tầng.
- Nối đất, liên kết.
- Sắp đặt cáp.
- Kết cuối cáp.
- Thiết bị và các dây nối.
- Nhãn của các thiết bị.

Đo thử với các trường đo khác nhau bao gồm một số thiết bị như sau:

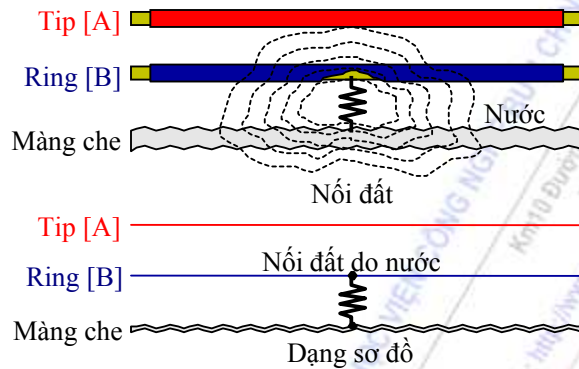
- Đồng hồ đo V.O.M.
- Bộ phát âm hiệu.
- Các bộ đo thử bản đồ dây.
- Kit định vị kết cuối cáp.

- Đồng hồ đo TDR (Time Domain Reflectometer).
- Bộ đo thử điện thoại.
- Các bộ tương thích đo thử chuyên dùng, dây dẫn, cáp, ....

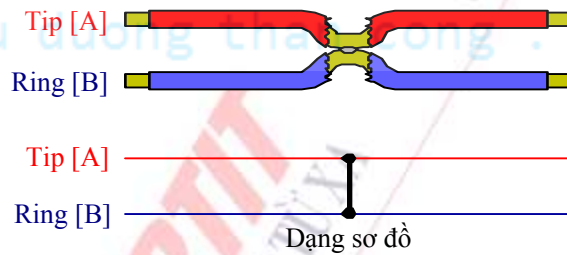
Trong giai đoạn này, điều quan trọng là chọn thiết bị đo chuyên dùng cho mỗi loại cáp và phải có tài liệu đối chứng.

### 2.1.7.2 Mô tả các loại lỗi cáp

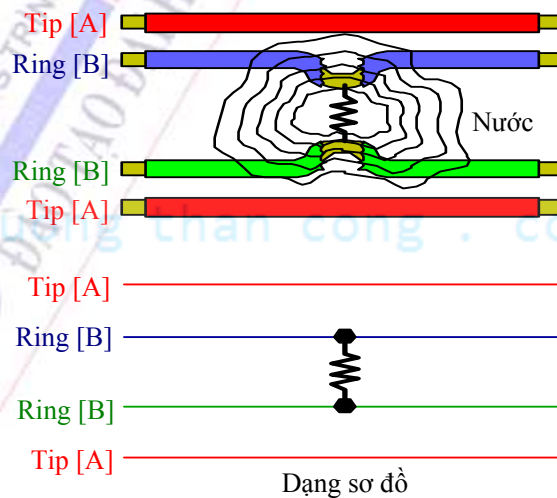
1) Dây bị nối đất : Có thể là dây tip hoặc dây ring hoặc cả hai dây bị nối đất.



2) Bị nối tắt: Hai dây dẫn của một đôi bị chạm nhau.



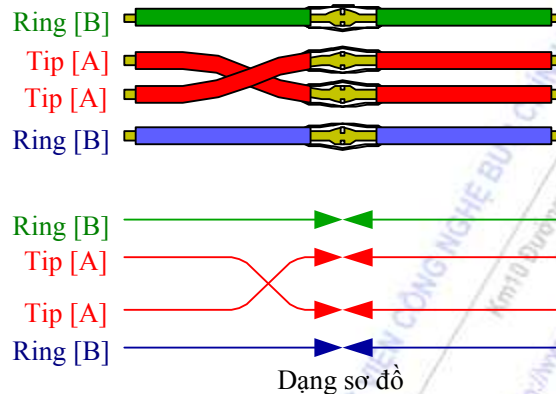
3) Bị chạm dây khác: Dây dẫn ở đôi này bị chạm với dây dẫn ở đôi khác.



4) Bị hở mạch:



5) Bị tách đôi: Là dây dẫn của đôi dây này nối chéo với dây dẫn của đôi dây khác.

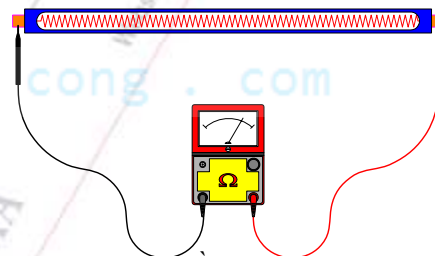


### 2.1.7.3 Các phép đo thử cáp

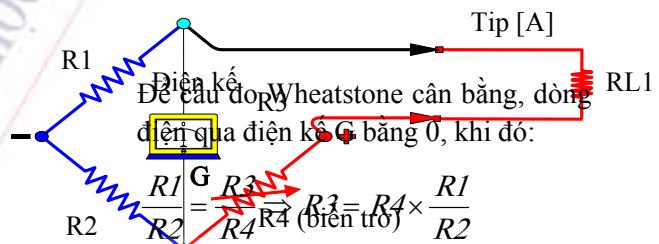
1) Đo điện trở một chiều của dây dẫn

Để đo điện trở một chiều của dây dẫn, có thể dùng cầu đo Wheatstone hoặc máy đo tương đương như đồng hồ VOM.

Nguyên tắc đo: Như hình bên cạnh.



Trường hợp sử dụng cầu đo wheatstone để đo điện trở: Với R1 và R2 là những điện trở có giá trị xác định, tỉ số R1/R2 cố định, R4 là biến trở, G là điện kế, và R3 (RL1) là điện trở cần đo.



Đo điện trở bằng cầu đo Wheatstone cân bằng có ưu điểm là kết quả đo không phụ thuộc vào nguồn cung cấp.

Các vấn đề lưu ý khi đo:

- Nếu đo ở nhiệt độ khác 20°C thì cần phải quy đổi kết quả đo được về giá trị điện trở ở 20°C theo công thức:

$$R(\Omega / Km) = R_t [1 + 0,0039(t - 20)]$$

Với: R điện trở một chiều của dây dẫn quy đổi ở nhiệt độ 20°C (Ω).



$R_t$  điện trở của dây dẫn đo được ở nhiệt độ  $t^{\circ}\text{C}$  ( $\Omega$ ).

- Nếu độ dài mẫu cáp khác 1Km thì phải quy đổi giá trị đo được về độ dài chuẩn 1 Km theo công thức :

$$R = \frac{R_L}{l}$$

Với :  $R$  giá trị điện trở quy đổi về 1 Km ( $\Omega$ )  
 $R_L$  giá trị điện trở đo được trên chiều dài mẫu cáp ( $\Omega$ )  
 $l$  chiều dài mẫu cáp (Km)

Kết quả đo của các phép đo sau cũng phải quy đổi về giá trị ở  $20^{\circ}\text{C}$  và độ dài chuẩn 1Km.

Nguyên tắc đo điện trở một chiều trên dây có thể ứng dụng để đo điện trở giữa dây tip và đất, giữa dây ring và đất, điện trở vòng của đôi dây, điện trở cách điện của dây dẫn và giữa hai dây dẫn trong một đôi.

## 2) Đo điện trở mất cân bằng giữa hai dây

Để xác định độ mất cân bằng điện trở giữa hai dây của bất kỳ đôi dây nào trong sợi cáp, lần lượt phải đo điện trở của từng dây trong một đôi dây. Nếu giá trị điện trở một chiều của hai dây trong đôi dây khác nhau, đôi dây đó bị mất cân bằng về điện trở.



Mức độ mất cân bằng thường được tính theo phần % theo công thức:

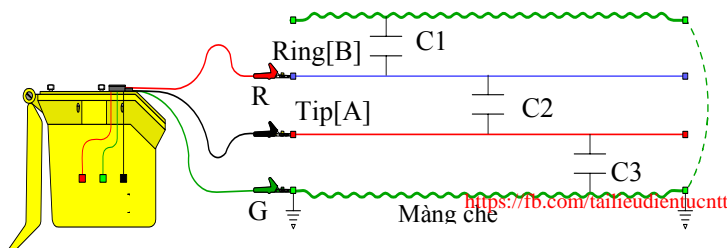
$$R_{mcb} = \frac{R_{max} - R_{min}}{R_{min}} \times 100\%$$

Trong đó  $R_{max}$  là giá trị điện trở một chiều lớn nhất của một dây,  $R_{min}$  là giá trị điện trở một chiều bé nhất trong dây còn lại.

## 3) Đo điện dung đôi dây

**Thiết bị đo:** Cầu đo điện dung hoặc các thiết bị đo tự động, bán tự động có chức năng đo điện dung. Sau đây là ví dụ đo điện dung công tác bằng thiết bị Dynatel 965DSP SLA.

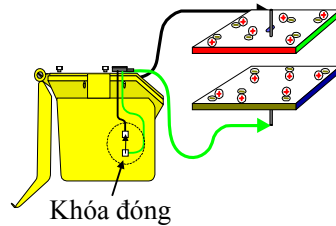
Sơ đồ đo:



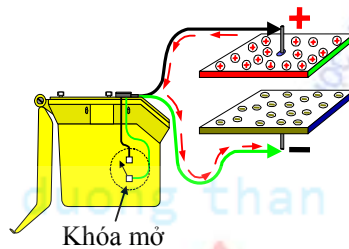


Nguyên tắc đo:

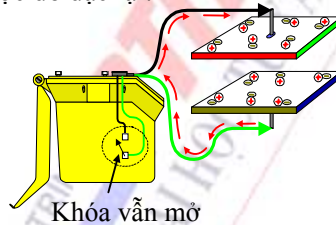
Bước 1: Một khóa điện tử bên trong đóng lại trong thời gian ngắn, nhằm loại bỏ điện áp của bất kỳ tụ điện trên đường dây nếu có.



Bước 2: Khi khóa mở, một nguồn dòng sẽ bắt đầu nạp vào tụ cho đến khi đạt đến mức điện áp cho trước. Thời gian nạp tụ được đo đặc lại.



Bước 3: Đến khi đạt được mức điện áp ngưỡng (7 Vdc), nguồn dòng đổi hướng để xả tụ vừa nạp xong. Thời gian xả tụ cũng được đo đặc lại.



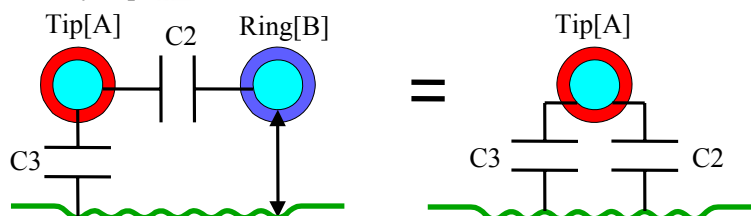
Từ thời gian nạp và xả tụ, sẽ tính toán được điện dung cần đo, do điện dung tỉ lệ với thời gian nạp và xả tụ.

Lưu ý :Khi đo phải đảm bảo các dây dẫn cần đo không bị ngắn mạch hoặc bị nối đất, các đôi dây còn lại trong sợi cáp phải được nối với nhau rồi nối với màng che và toàn bộ nối đất.

a. Đo điện dung giữa dây tip và đất

Để xác định điện dung giữa dây Tip[A] và đất, phải nối dây Ring[B] với màng che rồi nối với đất. Theo sơ đồ đo thì que đo đỏ (red) và que đo xanh (green) của thiết bị đo được nối với nhau.

Khi đó điện dung của dây Tip[A] đối với đất được biểu diễn như sau:

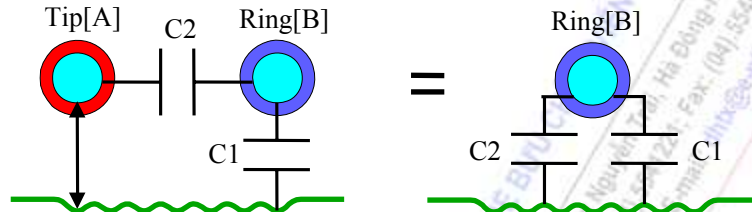


$$C_{T-G} = C2 + C3$$

b. Đo điện dung giữa dây ring và đất

Để xác định điện dung giữa dây Ring[B] và đất, phải nối dây Tip[A] với màng che rồi nối với đất. Theo sơ đồ đo thì que đo đen (black) và que đo xanh (green) của thiết bị đo được nối với nhau.

Khi đó điện dung của dây Ring[B] đối với đất được biểu diễn như sau:



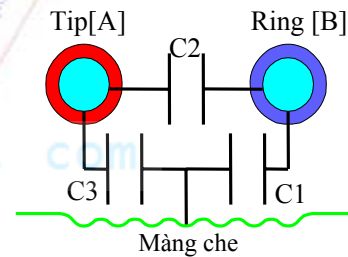
$$C_{R-G} = C1 + C2$$

c. Đo điện dung giữa hai dây

Điện dung giữa hai dây là điện dung công tác hoặc điện dung tương hỗ giữa hai dây dẫn của một đôi dây khi tất cả các đôi dây còn lại được nối với màng che và tất cả được nối đất.

Khi đó điện dung công tác được tính bằng công thức :

$$C_M = C2 + \frac{C1 \times C3}{C1 + C3}$$

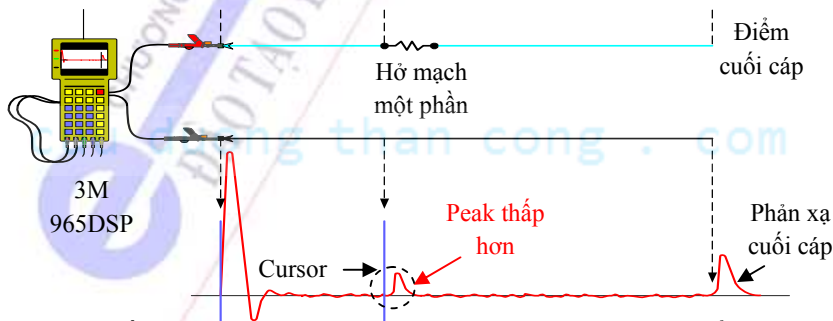


#### 2.1.7.4 Các phép đo dùng phương pháp TDR

1) Xác định vị trí hở mạch hoàn toàn:

Hở mạch là lỗi làm tăng trở kháng đường dây, và sự thay đổi trở kháng này rất lớn, nên xung phản xạ (Peak) khá cao.

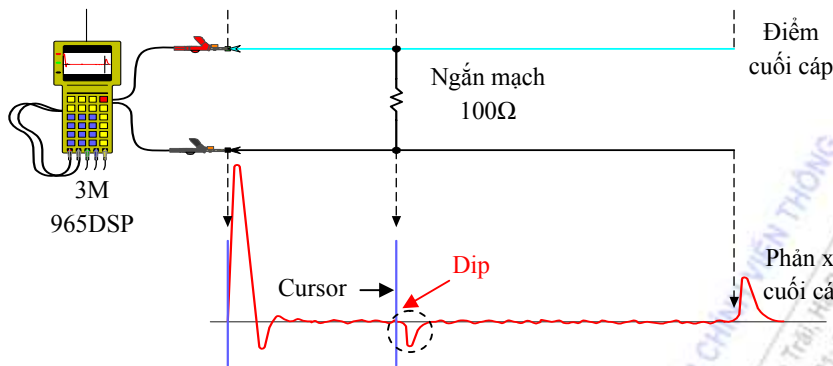
2) Xác định vị trí hở mạch một phần:



Hở mạch một phần là lỗi cũng làm tăng trở kháng, nhưng sự thay đổi này không lớn bằng hở mạch hoàn toàn nên xung phản xạ (Peak) bé hơn.

3) Xác định vị trí ngắn mạch:

Ngắn mạch là lỗi làm giảm trở kháng đường dây. Do đó lỗi này sẽ tạo ra một xung phản xạ (Dip) khá sâu.

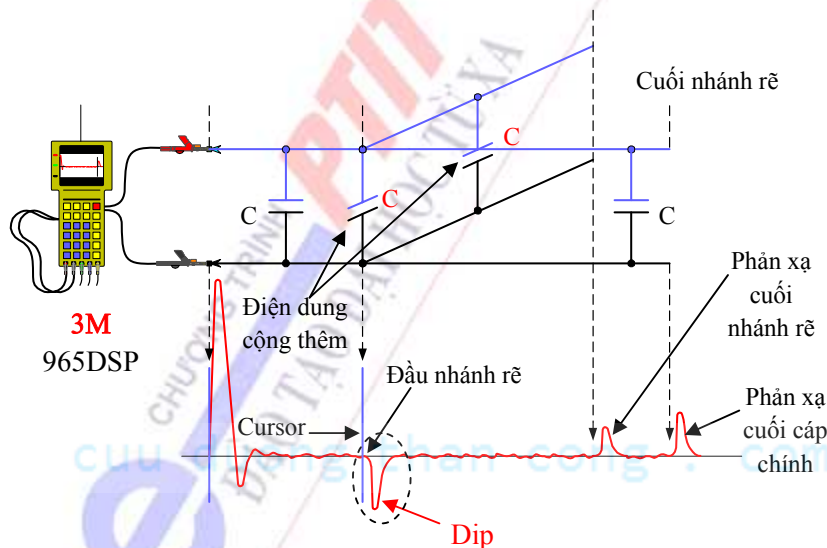


#### 4) Xác định vị trí nhánh rẽ:

Nhánh rẽ tạo ra điện dung. Điện dung này sẽ cộng thêm vào điện dung của đường dây, làm gia tăng điện dung tổng cộng của đường dây. Điện dung cộng thêm của nhánh rẽ sẽ hấp thụ năng lượng xung tín hiệu đo kiểm, tức là làm giảm trở kháng đường dây tại chỗ rẽ. Vì vậy, tại đầu nhánh rẽ sẽ tạo ra một Dip trên màn hình TDR.

Cũng tại đầu nhánh rẽ, tín hiệu chia ra theo hai hướng : một- truyền dọc theo nhánh rẽ đến cuối nhánh và một- truyền dọc theo cáp chính đến đầu xa của đôi dây. Do sự tách đôi tín hiệu này, hai xung phản xạ (Peak) được tạo ra trên màn hình TDR, một- tại điểm cuối của nhánh rẽ, một- tại điểm kết thúc của cáp chính.

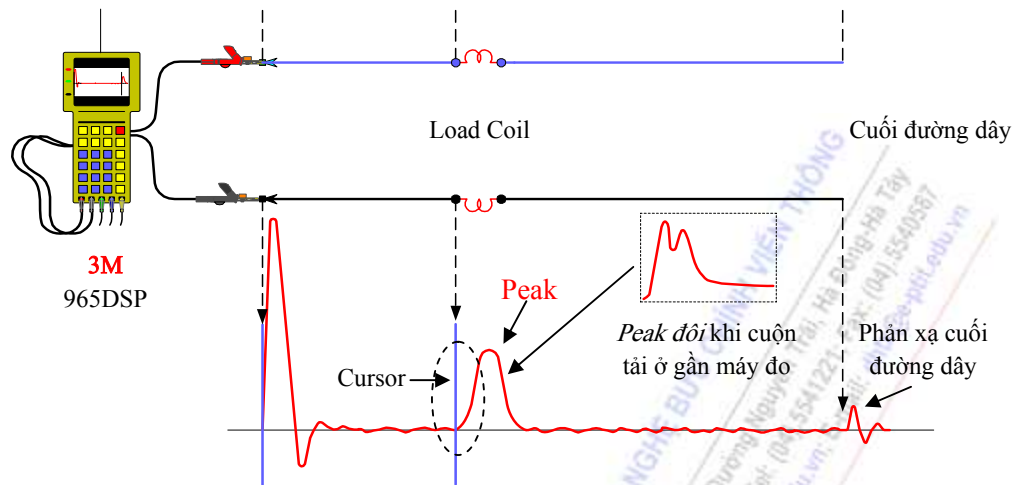
Lưu ý: Dấu hiệu của nhánh rẽ trên màn hình TDR là sự kết hợp của cả xung phản xạ dương (Peak) và phản xạ âm (Dip).



#### 5) Xác định vị trí cuộn tải:

Cuộn tải thực ra là một bộ lọc, chỉ cho phép các tần số dưới 3000 Hz đi qua nó. Bất cứ tín hiệu nào có tần số ngoài dải tần trên đều bị chặn lại. Xung đo kiểm TDR có tần số cao hơn 3000 Hz, vì

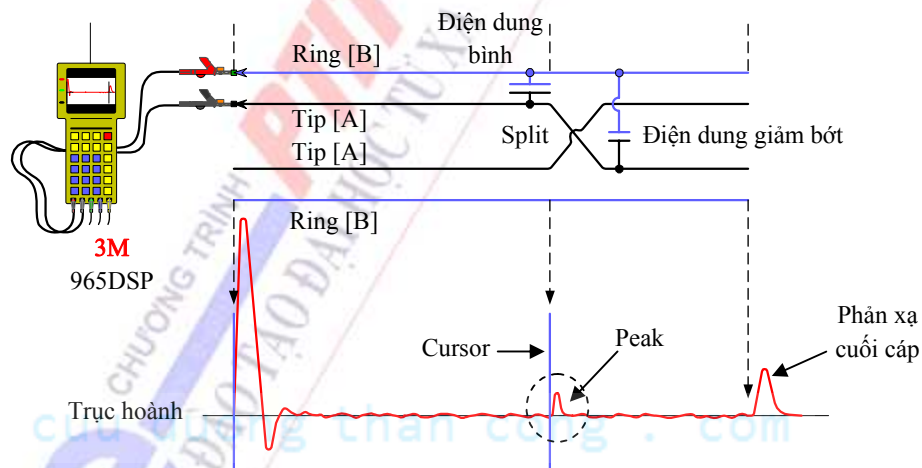
thể xung bị chặn lại ở ngay chỗ cuộn tải, tức trở kháng đường dây tăng lên rất lớn tại đây. Do đó, cuộn tải tạo ra một xung phản xạ dương (Peak) rất cao tại vị trí của nó trên đường dây.



Xung phản xạ Peak do cuộn tải gây ra khác với các Peak do những nguyên nhân khác tạo nên. Peak của cuộn tải là xung tròn và tròn đầu. Mặt khác, do Peak của cuộn tải tạo ra rất cao, nó có thể che khuất các xung phản xạ (Peak hoặc Dip) của các lỗi cáp xuất hiện sau nó. Điều này có nghĩa là các lỗi cáp (gây ra sự thay đổi trở kháng của đường dây) phía sau cuộn tải có thể không thể xuất hiện được trên màn hình TDR.

#### 6) Xác định vị trí cáp bị tách đôi:

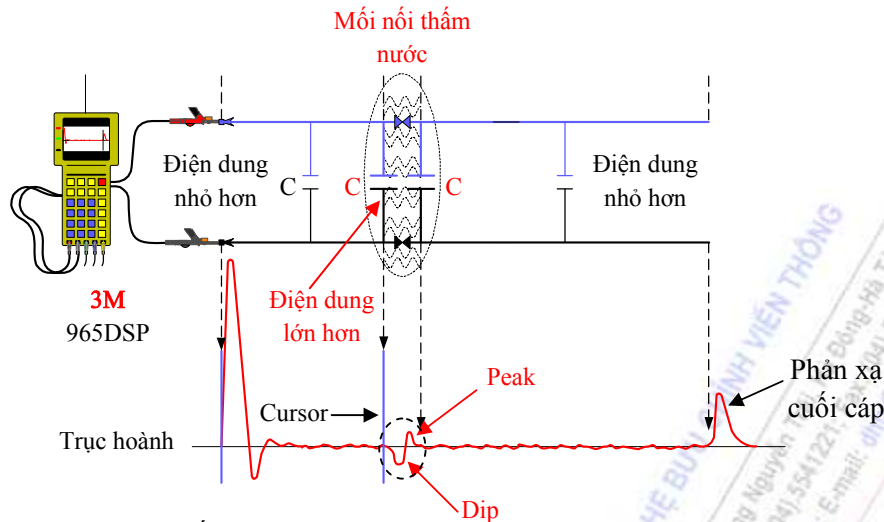
Khi hai dây dẫn của đôi cáp bị tách ra, điện dung của nó giảm xuống chỗ bị tách nên làm gia tăng trở kháng của đường dây ở nơi cáp bị tách đôi và do đó tạo nên một xung phản xạ (Peak) trên màn hình TDR.



#### 7) Xác định vị trí mối nối cáp bị thấm nước:

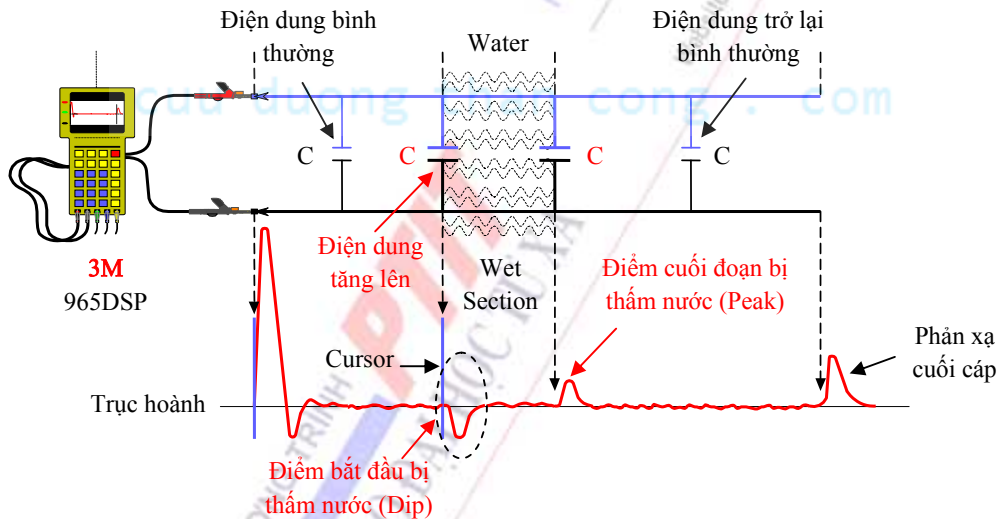
Một mối nối không tốt bị thấm nước sẽ tạo điện dung cộng thêm vào điện dung sẵn có của đường dây. Do đó sẽ làm thay đổi trở kháng của đường dây xuống mức giá trị thấp hơn. Kết quả tạo ra một xung phản xạ (Dip) trên màn hình TDR.

Sau mối nối thấm nước cáp vẫn tốt (không bị thấm nước) nên điện dung trở lại giá trị bình thường của điện dung đôi dây. Vì thế trên màn hình TDR sẽ xuất hiện một Peak. Tóm lại mối nối thấm nước sẽ tạo ra đồng thời một Dip và ngay sau nó là một Peak trên màn hình TDR.



#### 8) Xác định đoạn cáp bị thấm nước:

Trường hợp cáp có đoạn bị thấm nước tạo nên dấu hiệu trên TDR tương tự như cáp có mỗi nổi thấm nước, cũng là một Dip và theo sau là một Peak. Sự khác biệt chính là khoảng cách giữa Dip và Peak. Do đoạn cáp bị thấm nước có chiều dài lớn hơn nhiều so với mỗi nổi thấm nước nên khoảng cách giữa Dip và Peak của đoạn cáp bị thấm nước rộng hơn nhiều lần.

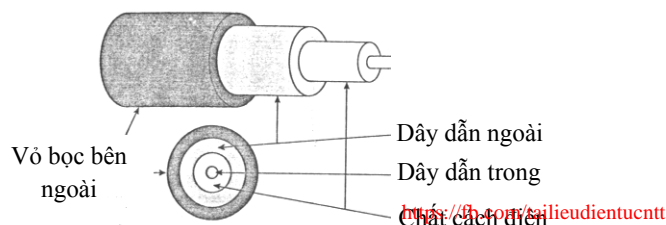


## 2.2 CÁP ĐỒNG TRỰC

### 2.2.1 Cấu trúc

Cáp đồng trục bao gồm dây dẫn trong và dây dẫn ngoài (lớp bảo vệ) được bao bằng lớp vỏ bên ngoài. Dây dẫn trong có thể là dây đơn hoặc dây bện. Dây đơn sẽ cho điện trở nhỏ hơn dây bện nhưng kém mềm dẻo hơn dây bện. Một số loại cáp đồng trục được cấu trúc có dây gia cường. Dây gia cường có dạng sợi, kích thước nhỏ hoặc làm bằng chất dẻo quấn quanh dây dẫn trong.

Cáp đồng trục thông thường có cấu trúc như sau:





### Vỏ bọc bên ngoài

Là lớp vỏ bao bên ngoài sợi cáp làm bằng chất cách điện (polyethylene, PVC, ...) để bảo vệ dây dẫn ngoài.

### Dây dẫn ngoài (lớp bảo vệ)

Có dạng là lớp bao được làm bằng đồng hoặc nhôm. Lớp bao này có hai chức năng:

- Đường quay về của tín hiệu truyền.
- Lớp bảo vệ cho dây dẫn trong, chống lại xuyên nhiễu. Ngoài ra còn để giới hạn bức xạ tín hiệu từ dây dẫn trong.

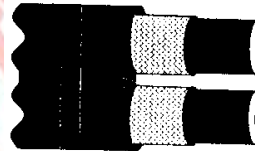
### Chất cách điện

Cách ly giữa dây dẫn trong và ngoài, được làm bằng chất Polyethylene, không khí, .... Chất cách điện được gọi là chất điện môi.

### Dây dẫn trong

Có thể là dây đơn hoặc bện lại với nhau. Với loại dây đơn sẽ có điện trở nhỏ hơn loại dây bện nhưng không mềm dẻo bằng.

Cáp đồng trục cũng có thể được cấu trúc có hai sợi bên trong như hình 2.7. Hai sợi cáp đồng trục cách ly với nhau. Cáp có cấu trúc như vậy gọi là cáp đồng trục đôi (Twinaxial).



**Hình 2.7:** Cáp đồng trục đôi (Twinaxial)

Các cáp đồng trục có cấu trúc tổng quát như nhau, chỉ khác nhau ở một vài điểm về đặc tính điện. Có hai loại cơ bản có cấu trúc như sau: dây dẫn ngoài (lớp bảo vệ) bằng kim loại cứng, và bện lại.

#### 2.2.2 Các công thức tính toán

Điện dung:

$$C = \frac{7,36 \cdot \epsilon}{\log\left(\frac{D}{d}\right)} \frac{pf}{ft}$$

Độ tự cảm:

$$L = 0,14 \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) \frac{\mu H}{ft}$$

Trở kháng:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{138}{\sqrt{\epsilon}} \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right) \Omega$$

Vận tốc truyền: 
$$= \frac{100}{\sqrt{\epsilon}} \% c \text{ (vận tốc ánh sáng trong chân không)}$$

Tần số cắt: 
$$= \frac{7,5}{\sqrt{\epsilon} \cdot (D + d)} \text{ GHz}$$

Hệ số phản xạ: 
$$\Gamma = \frac{Z_r - Z_0}{Z_r + Z_0} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}, \quad VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

Điện áp định: 
$$= \frac{1150 \times S \times d \times \log\left(\frac{D}{d}\right)}{K} \text{ (V)}$$

Trong đó:

- d = đường kính ngoài của dây dẫn trong (inch)
- D = đường kính trong của dây dẫn ngoài (inch)
- S = gradient điện áp cực đại của vỏ cách điện (volt/mil)
- $\epsilon$  = hằng số điện môi
- K = Hệ số an toàn
- f = tần số (MHz)

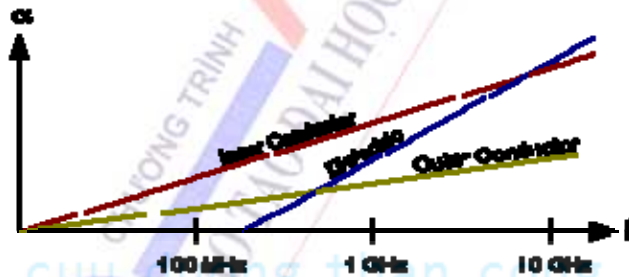


Suy hao cáp là tổng các suy hao dây dẫn và suy hao điện môi, tính theo công thức:

$$\alpha_{conductors} = \alpha_c = \frac{11,39}{Z} \times \sqrt{f} \times \left| \frac{\sqrt{P_{rd}}}{d} + \frac{\sqrt{P_{rD}}}{D} \right| \left( \frac{dB}{m} \right)$$

$$\alpha_{dielectric} = \alpha_{diel} = 90,96 \times f \times \sqrt{\epsilon_r} \times \tan(\delta) \left( \frac{dB}{m} \right)$$

$\rho_r = 1$  đối với đồng,  $\rho_r = 10$  đối với thép



Trong đó:

- d = đường kính ngoài của dây dẫn trong (inch)
- D = đường kính trong của dây dẫn ngoài (inch)
- $\epsilon_r$  = hằng số điện môi
- f = tần số (GHz)
- $\rho_{rd}$  = điện trở suất của dây dẫn trong
- $\rho_{rD}$  = điện trở suất của dây dẫn ngoài
- $\delta$  = skin depth

### 2.2.3 Các đặc tính kỹ thuật

Dielectric Type	Time Delay (ns/ft)	Propagation Velocity (% of c)
Solid Polyethylene (PE)	1.54	65.9
Foam Polyethylene (FE)	1.27	80.0
Foam Polystyrene (FS)	1.12	91.0
Air Space Polyethylene (ASP)	1.15-1.21	84-88
Solid Teflon (ST)	1.46	69.4
Air Space Teflon (AST)	1.13-1.20	85

Type (/U)	MIL-W-17	Z <sub>0</sub> (Ω)	Dielectric Type	Capacitance (pF/ft)	O.D. (in.)	dB/100 ft @400 MHz	V <sub>max</sub> (rms)	Shield
RG-4		50.0	PE	30.8	0.226	11.7	1,900	Braid
RG-5		52.5	PE	28.5	0.332	7.0	3,000	Braid
RG-5A/B		50.0	PE	30.8	0.328	6.5	3,000	Braid
•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•
RG-216	/77-RG216	75.0	PE	20.6	0.425	5.2	5,000	Braid
RG-217	/78-RG217	50.0	PE	30.8	0.545	4.3	7,000	Braid
RG-218	/79-RG218	50.0	PE	30.8	0.870	2.5	11,000	Braid
RG-219	/79-RG219	50.0	PE	30.8	0.928	2.5	11,000	Braid
RG-223	/84-RG223	50.0	PE	19.8	0.211	8.8	1,900	Dbl Braid

O.D. Outside Diameter (Dielectric Diameter)

### 2.2.4 Đầu nối cáp đồng trục

Các đầu nối cáp đồng trục thường được gọi là các đầu nối RF. Có thể sử dụng đầu nối male hoặc female để kết cuối vào cáp đồng trục, nhưng thông thường thì dùng đầu nối male để kết cuối cáp. Đầu nối cáp đồng trục bao gồm hai thành phần dẫn điện có hình dạng hai vòng tròn đồng tâm gọi là sreen. Giữa hai thành phần dẫn điện là chất điện môi cách điện.

Một trong số các tính chất của cáp đồng trục là trở kháng đặc tính. Để năng lượng tín hiệu có thể truyền tối đa từ nguồn đến tải, các trở kháng đặc tính phải có sự phối hợp với nhau. Trong đó trở kháng đặc tính của cáp feeder là quan trọng nhất. Nếu không có sự phối hợp trở kháng, sẽ gây ra sự phản xạ tín hiệu trở về nguồn. Điều này cũng rất quan trọng, đối với các đầu nối cáp đồng trục phải có trở kháng đặc tính phối hợp với trở kháng đặc tính của cáp để không gây ra phản xạ tín hiệu trở về nguồn.

Có một số loại đầu nối được ứng dụng cho RF. Trở kháng đặc tính, tầm tần số, kích thước vật lý, ... là cơ sở để lựa chọn đầu nối tốt nhất cho một ứng dụng.

#### F series coaxial connector

Các đầu nối loại F không có chân cắm cho dây dẫn trong, mà nó sử dụng dây dẫn trong của cáp làm chân cắm. Do đó, đầu nối loại F không thể dùng để kết cuối cáp đồng trục có dây dẫn trong là loại bên. Loại này có một số đặc điểm sau:

- Kinh tế.
- Dùng kết cuối các loại cáp đồng trục RG-59 và RG-6 cho video, CATV, và các camera bảo vệ.
- Sử dụng rộng rãi cho các dịch vụ tại tư gia, khu dân cư.

F series coaxial connector



### N series coaxial connector

Các đầu nối loại N được dùng cho các ứng dụng dữ liệu và video như RG-8, Thicknet coaxial cable, và RG-11U coaxial cable, các đầu nối này sử dụng cho video backbone distribution.

Các đầu nối loại N có một chân cắm cho dây dẫn trong. Đầu nối male sử dụng một đai răng vận để kết chặt với đầu nối female.



N series coaxial connector

Đầu nối loại N do Paul Neill thuộc phòng thí nghiệm Bell thiết kế vào thập niên 1940. Lúc đầu, đầu nối được thiết kế để truyền tín hiệu đến tần số 1 GHz cho các ứng dụng trong quân đội, nhưng sau này được thiết kế có thể truyền tín hiệu đến 11 GHz và sử dụng rộng rãi hơn. Gần đây, Botka thuộc Hewlett Packard đã thiết kế cải thiện độ chính xác nên có thể truyền tín hiệu đến 18 GHz.

Đầu nối loại N tuân theo chuẩn MIL-C-39012, và có phiên bản 50  $\Omega$ , 75  $\Omega$ . Đầu nối cũng được sử dụng trong ngành công nghiệp truyền hình.

### BNC coaxial connector

Được đặt tên từ hai nhà thiết kế (Bayonet Neill-Concelment). Đầu nối đã được sử dụng từ Thế chiến II. Đầu nối có một chấu cắm ở giữa dùng để nối dây dẫn trong của cáp đồng trục và sử dụng cho các loại cáp RG-6 (75  $\Omega$ ), RG-58A/U thinnet coaxial (50  $\Omega$ ), và RG-62 (93  $\Omega$ ). Đầu nối BNC sử dụng cho các kết nối video chuyên nghiệp, các tín hiệu tương tự và số nối tiếp, các kết nối antenna trong vô tuyến nghiệp dư, và trong các thiết bị đo.

Có ba loại đầu nối BNC: Crimp, Three-piece, Screw-on. Crimping cần phải có công cụ đặc biệt để bấm nhưng không cần hàn. Còn loại Three-piece có thể bấm hoặc hàn để kết chặt dây dẫn vào chấu cắm giữa.



BNC connector

### TNC coaxial connector

Đầu nối TNC rất giống với đầu nối BNC. Điểm khác nhau chủ yếu là nó có một đai vận thay thế cho



TNC connector

đai ghim (bayonet). Đầu nối TNC được phát triển trên những sự cố rung động. Khi đó bayonet trượt nhẹ tạo ra sự thay đổi nhỏ về điện trở của đầu nối gây ra nhiễu. Để khắc phục nhược điểm này, một đai vặn cố định được thay thế cho bayonet.

### 2.2.5 Kết cuối cáp

#### 2.2.5.1 Các bước thực hiện chung

Bước 1: Xác định phương pháp thích hợp và độ dài phần vỏ cần bóc bỏ:

- Vuốt thẳng phần đầu cáp.
- Tròng vòng sắt dẹt đầu nối vào sợi cáp.
- Điều chỉnh hai bước công cụ cắt (striper) để phù hợp với kích thước cáp và các loại đầu nối.
- Đặt cáp vào stripper.
- Xoay stripper hai chiều từ 3 đến 5 lần.
- Tháo cáp ra khỏi stripper.
- Bóc bỏ phần vỏ, lớp bao che, và lớp điện môi bị cắt.
- Kiểm tra chất lượng các vết cắt, và đảm bảo rằng dây dẫn trong và lớp cách điện không bị trầy xước, và dây dẫn ngoài không chạm vào dây dẫn trong.

Bước 2: Kết cuối cáp:

- Gắn dây dẫn trong của cáp vào chân đầu nối vào.
- Sử dụng một công cụ bấm để bấm chặt dây dẫn trong với chân giữa của đầu nối.

Bước 3: Lắp đặt ống bao ngoài và đầu nối vào sợi cáp:

- Đặt thân đầu nối vào cáp sao cho vừa vặn với dây dẫn trong và tại vị trí giữa lớp điện môi và dây dẫn ngoài.
- Đẩy nhẹ ống bao ngoài của đầu nối trùm lên phần dây dẫn ngoài phơi ra.
- Sử dụng công cụ bấm phù hợp để bấm ống bao ngoài đầu nối cho chặt.
- Kiểm tra kỹ đầu nối để đạt đến độ tinh xảo.

#### 2.2.5.2 Một ví dụ kết cuối cáp đồng trục vào đầu nối loại F

Bước 1: Cắt bỏ phần cuối cáp bằng một công cụ cắt thật sắc.





**Bước 2:** Đặt đầu cáp vào strip sao cho thẳng góc với strip. Xoay strip vòng quanh sợi cáp cho đến khi strip cắt hết phần vỏ cáp (khoảng chừng 5 đến 10 vòng).



**Bước 3:** Bóc bỏ phần vỏ bị cắt. Gấp ngược phần dây ngoài (braid-dây bên) lõi ra, chỉ giữ lại lớp kim loại (foild) ép sát vào lớp điện môi màu trắng.



**Bước 4:** Tháo rời vòng màu đen từ đầu nối loại F rồi trùng vào đầu cáp. Gắn đầu cáp vào đầu nối.



**Bước 5:** Gắn thật sát đầu cáp vào đầu nối sao cho lớp điện môi màu trắng thẳng góc với mép cạnh kim loại.



**Bước 6:** gắn vòng màu đen vào đầu nối và đặt toàn bộ vào trong công cụ bấm. Bóp cần bấm cho đến khi vòng màu đen ép sát vào đầu nối và tiếng 'click' phát ra.



## 2.2.6 Đo thử cáp đồng trục 50-Ohm và 75-Ohm

Đo thử liên tục

Do thử này cần có đồng hồ vạn năng (multimeter) và đầu nối ngắn mạch. Đầu nối ngắn mạch có thể tự chế tạo từ một đầu nối loại BNC bằng cách nối tắt chấu cắm giữa với vòng đai bên ngoài. Cần tuân thủ qui trình đo thử như sau:

- Tháo rời tất cả các thiết bị và kết cuối  $50\ \Omega$  ở mỗi đầu sợi cáp cần đo thử.
- Cài đặt đồng hồ đo về chế độ đo ac rồi dc để kiểm tra cáp nhằm loại trừ trường hợp có các điện áp không mong muốn làm ảnh hưởng đến thiết bị đo khi đo điện trở.
- Tháo rời bất kỳ thiết bị nào có thể tạo ra tín hiệu không mong muốn.
- Cài đặt đồng hồ về chế độ đo ohm.
- Chỉnh đồng hồ về zero ohm.
- Với đồng hồ vạn năng, đảm bảo không hở mạch đầu xa.
- Lắp đặt đầu nối ngắn mạch vào một đầu đoạn cáp cần đo.
- Đọc trị số điện trở dc trên đồng hồ vạn năng.

### **Xác định độ dài**

#### **Kiểm tra đầu cuối**

- Đo điện trở dc giữa chấu cắm giữa và vòng đai ngoài (ground). Điện trở dc này phải bằng  $50\ \Omega \pm 1\%$ .
- Chẩn đoán và xác định đoạn cáp và đầu nối bị lỗi.
- Lập bảng các kết quả đo thử.

Sử dụng các kết quả đo điện trở dc trên đây, độ dài của đoạn cáp có thể được tính toán như sau:

- Căn cứ vào chuẩn IEEE 802.3, điện trở vòng tối đa của một đoạn cáp không vượt quá  $10\ \Omega$ . Để xác định điện trở vòng tối đa trên một foot ( $=0,3048\ \text{m}$ ), chia điện trở vòng tối đa ( $10\ \Omega$ ) cho độ dài tối đa của một đoạn ( $185\ \text{m}=606\ \text{ft}$ ). Giá trị điện trở vòng vào khoảng  $0,054\ \Omega/\text{m}$  ( $0,016\ \Omega/\text{ft}$ ).
- Không giống như UTP, các giá trị điện trở của dây dẫn trong và dây dẫn ngoài không giống nhau. Sử dụng số liệu của nhà máy sản xuất, cộng giá trị điện trở danh định của dây dẫn trong và điện trở danh định của dây dẫn ngoài (cộng theo nối tiếp) ta có điện trở vòng danh định.
- Với điện trở danh định có được trên đoạn cáp dài 1000-foot hoặc 1 Km, chia điện trở vòng danh định này cho 1000 để có được điện trở vòng trên một foot hoặc một mét.
- Việc chia điện trở vòng dc trong phép đo liên tục cho điện trở vòng danh định trên một foot hoặc một mét (nếu trong phép đo liên tục có mặt đầu kết cuối thì phải trừ đi điện trở dc của đầu kết cuối này).
- Kết quả sẽ cho biết độ dài của đoạn cáp cần đo.

Ví dụ: đo thử độ dài đoạn cáp 50-Ohm.

Giá trị điện trở vòng trong đo thử liên tục là 58  $\Omega$ . Đo điện trở dc của đầu cuối là 50,2  $\Omega$ . Xác định độ dài đoạn cáp:

- Lấy giá trị điện trở trong phép đo liên tục trừ cho giá trị điện trở trong phép đo đầu cuối :

$$58 \Omega - 50,2 \Omega = 7,8 \Omega$$

- Từ số liệu của nhà sản xuất, giá trị điện trở dc của dây dẫn trong là 8,8 $\Omega$ /1000foot và của dây dẫn ngoài là 5,8  $\Omega$ /1000 foot. Vậy điện trở vòng là 14,6  $\Omega$ /1000 foot.
- Chia điện trở vòng 14,6  $\Omega$  cho 1000 foot, có được 0,0146  $\Omega$ /foot.
- Chia điện trở vòng dc (7,8  $\Omega$ ) cho điện trở vòng dc danh định trên một foot (0,0146  $\Omega$ ). Độ dài của đoạn cáp cần đo vào khoảng 534 feet.

## 2.3 CÁP QUANG

### 2.3.1 Lịch sử

Nhà vật lý học người Ireland là **John Tyndall** (2/8/1820 - 4/12/1893) đã tìm thấy ánh sáng thay đổi hướng khi đi vào trong môi trường nước bằng việc phản xạ bên trong toàn phần. Nguyên lý này đã được sử dụng để làm sáng các vòi phun nước một cách tinh xảo.

Vào năm 1952 nhà vật lý học **Narinder Singh Kapany** đã tập hợp tất cả những kinh nghiệm, nghiên cứu của mình để dẫn đến sự phát minh ra sợi quang, dựa trên cơ sở các nghiên cứu trước đó của **John Tyndall**.

Năm 1956, **Basil Hirschowitz**, C.Wilbur Peters, và Lawrence E.Curtiss thuộc Đại học Michigan đã có bằng sáng chế về ống nội soi bằng sợi quang (semi-flexible) đầu tiên.

Năm 1965, **Charles K. Kao** và George A. Hockham thuộc Bristish company **Standard Telephones and Cables** đã phát hiện ra suy hao của các sợi quang thời đó mà nguyên nhân là do có lẫn các tạp chất. Họ đã chứng minh rằng sợi quang phải có suy hao giảm xuống dưới 20 dB/Km (Hecht,1999,p.114). Với giới hạn này, sợi quang thực nghiệm đầu tiên cho truyền thông đã được phát minh ra vào năm 1970 do các nhà nghiên cứu Rober D. Maurer, Donald Keck, Peter Schulz, và Frank Zimar làm việc cho **Corning Glass Works**. Họ đã sản xuất ra sợi quang có suy hao 17dB/Km bằng **doping silica glass** với **titanium**.

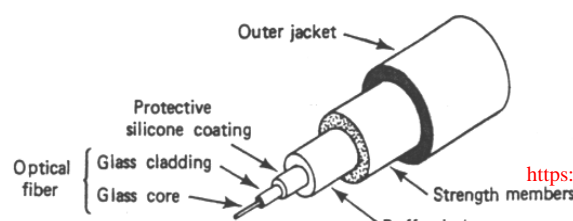
Ngày 22 tháng 4, năm 1977, General Telephone and Electronics đã truyền trực tiếp lưu thoại đầu tiên trên các sợi quang ở tốc độ 6 Mbps (Long Beach, California).

### 2.3.2 Cấu trúc

Sợi quang được cấu trúc với một lõi trung tâm trong suốt, đường kính nhỏ, được phủ bằng một lớp ít trong suốt và được bao bọc bằng lớp vỏ.

Lớp phủ, thường ít trong suốt hơn lõi, bảo vệ lõi và hỗ trợ quá trình phản xạ, tránh ánh sáng dưới mức tần số tới hạn thoát ra khỏi sợi.

Lớp vỏ bao bên ngoài là chất polyme gồm một hoặc nhiều lớp để bảo vệ lớp phủ và lõi đối với các tác động của môi trường bên ngoài, như nóng, ẩm, dơ bẩn, cào xước, ....

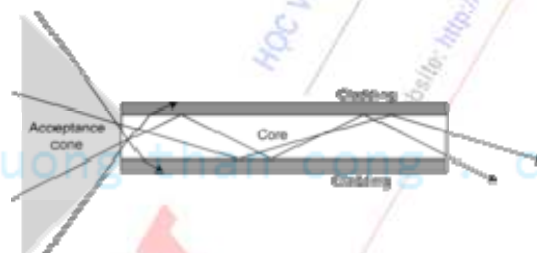


Ánh sáng lan truyền dọc theo lõi bằng một quá trình TIR (Total Internal Reflection). Điều này có được là nhờ vào hai lớp thủy tinh có chiết suất khác nhau. Lõi thủy tinh bên trong có chiết suất lớn hơn chiết suất của lớp thủy tinh phủ bên ngoài. Suy hao dọc theo sợi là bé và tín hiệu không bị ảnh hưởng bởi nhiễu điện từ trường như đối với các phương tiện truyền dẫn khác: radio, cáp kim loại. Tuy vậy, tín hiệu vẫn bị suy giảm bởi sự tán sắc và các hiệu ứng phi tuyến.

Có ba loại kích cỡ sợi quang được sử dụng trong truyền dữ liệu là 50/125; 62,5/125 và 8,3/125. Trong đó 50/125; 62,5/125 micron là sợi đa mode và 8,3/125 micron là sợi đơn mode.

Sự khác nhau giữa sợi đơn mode và đa mode: Đối với cáp kim loại, nếu kích thước sợi càng lớn thì điện trở càng nhỏ và do đó dẫn được dòng điện càng lớn, nhưng đối với sợi quang thì ngược lại, sợi có kích thước lõi nhỏ hơn có băng thông lớn hơn và truyền ở khoảng cách xa hơn.

### Sợi đa mode



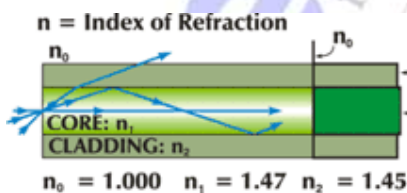
Hình 2.9: Ánh sáng lan truyền trong sợi đa mode

Sợi quang nếu có lõi lớn hơn  $10\mu\text{m}$  đã được xem là sợi đa mode. Sợi đa mode có hai loại là step-index, graded-index.

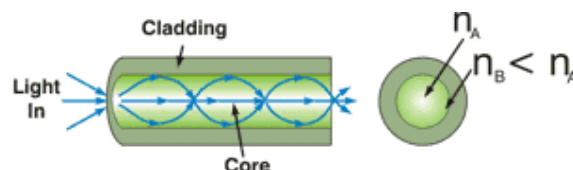
### Multimode Step-index Fiber

Đối với sợi đa mode có chiết suất bậc (step index), các tia sáng được dẫn dọc theo lõi sợi quang bằng sự phản xạ bên trong tổng cộng. Các tia hợp với đường biên của lớp phủ và lõi một góc lớn hơn góc tới hạn (critical angle) thì được phản xạ toàn phần. Các tia hợp với đường biên của lớp phủ và lõi một góc bé thì bị khúc xạ vào trong lớp phủ, và không truyền ánh sáng cũng như tín tức dọc theo lõi sợi quang.

Có 3 tia sáng khác nhau truyền trong Multimode Step-index Fiber.



Step-index



Graded-index

Tia thứ nhất truyền thẳng theo hướng trục của sợi. Tia thứ hai lan truyền do sự phản xạ tại mặt tiếp giáp giữa lớp phủ và lõi. Tia thứ ba bị khúc xạ vào trong lớp phủ. Bằng trực giác, tia thứ

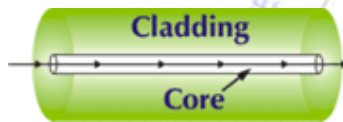
hai có khoảng cách lan truyền dài hơn so với tia thứ nhất, như vậy sẽ có hai tia sáng khác nhau đến đầu thu tại những thời điểm khác nhau. Sự chênh lệch về thời điểm đến này của các tia sáng khác nhau được biết như là hiện tượng tán sắc (**dispersion**).

#### *Multimode graded-index Fiber*

Loại này có chiết suất giảm dần từ tâm của lõi. Sự tăng dần của chiết suất khi vào đến tâm của lõi làm chậm đi các tia sáng, cho nên toàn bộ các tia sáng đến đầu thu gần như cùng một lúc, làm giảm đi hiện tượng tán sắc.

#### **Sợi đơn mode**

Sợi đơn mode cho phép truyền thông tin tốt hơn bởi vì nó có thể giữ được độ trung thực của xung ánh sáng khi truyền ở những cự ly xa. Ngoài ra, nó tỏ ra không bị hiện tượng tán sắc bởi nguyên nhân gây ra tán sắc cho các sợi đa mode. Sợi đơn mode cũng có suy hao ít hơn sợi đa mode, do đó, có nhiều thông tin hơn được truyền trên đơn vị thời gian. Cũng giống như sợi đa mode, ban đầu sợi đơn mode cũng có loại step-index, graded-index. Các sợi đơn mode tiên tiến sau này đã có các thiết kế hoàn thiện hơn như là matched clad, depressed clad và các cấu trúc exotic khác.



Hình 2.11: Single-mode fiber optic

Sợi đơn mode có nhược điểm kích thước lõi bé nên việc nối ghép sợi khó khăn hơn. Các dung sai của các đầu nối, bộ nối sợi đơn mode cũng đòi hỏi khắt khe hơn.

Có hai cấu trúc cáp quang cơ bản là: Loose-Tube và Tight-Buffered.

#### **Loose-Tube**

Trong thiết kế cáp quang sử dụng ống đệm xốp, các ống đệm có màu chứa và bảo vệ các sợi quang. Hỗn hợp gel được bơm vào trong các ống đệm để ngăn cản sự thâm nhập của nước. Do ống đệm không tiếp xúc trực tiếp với sợi quang nên giúp cho sợi quang tránh được các đè nén trong quá trình lắp đặt và trong môi trường chèn ép. Các ống đệm nhờ có thành phần gia cường trung tâm hoặc lớp điện môi nên cũng tránh được bị oằn.

Loose-Tube Cables thông thường được sử dụng lắp đặt bên ngoài trong các ứng dụng treo, đi trong ống và chôn trực tiếp.

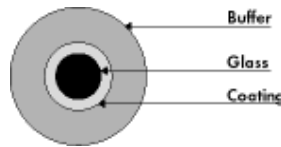


#### **Tight Buffered**

Trong thiết kế cáp sử dụng đệm chặt, vật liệu đệm tiếp xúc trực tiếp với sợi quang. Thiết kế như vậy là phù hợp cho các cáp nhảy (jumper cables) khi lắp đặt bên ngoài nối đến các thiết bị đầu cuối, và cũng phù hợp cho việc nối liên kết một thiết bị phía mạng thuê bao.

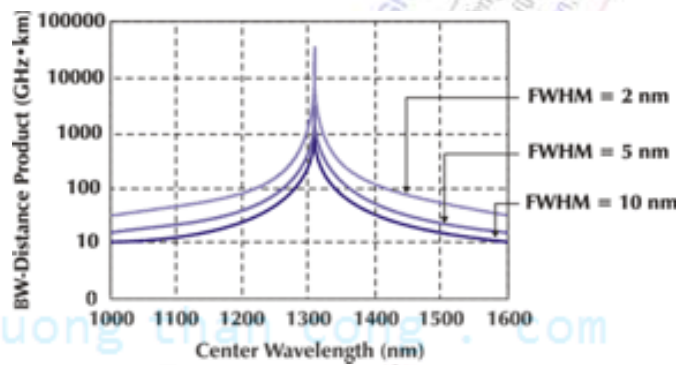


Thiết kế loại đệm chặt làm cho cáp chắc chắn hơn để bảo vệ các sợi quang trong vận chuyển, đi cáp, nối cáp. Các thành phần sợi gia cường giữ cho các sợi quang không bị ảnh hưởng khi cáp bị kéo căng.



### 2.3.3 Tán sắc trong sợi quang

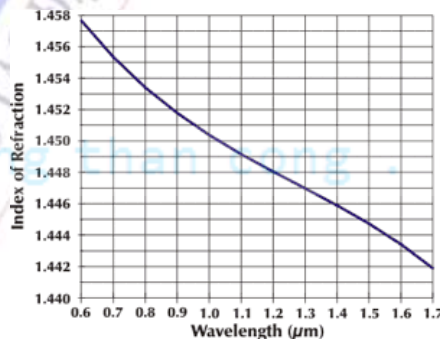
**Tán sắc màu** (Chromatic Dispersion): Tán sắc màu nghĩa là có nhiều màu hoặc bước sóng ánh sáng khác nhau truyền trong sợi quang ở những tốc độ khác nhau cho dù có cùng mode. Tán sắc màu là kết quả của tán sắc vật liệu ([material dispersion](#)), tán sắc ống dẫn sóng ([waveguide dispersion](#)), hoặc tán sắc profile ([profile dispersion](#)).



Hình 2.12: Tán sắc màu

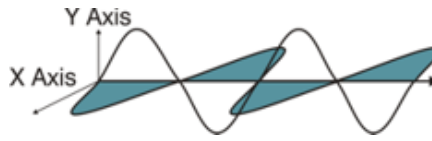
Trong ví dụ của hình vẽ trên cho thấy tán sắc màu tiến đến zero khi bước sóng ở gần 1550nm. Đây là một đặc trưng bằng thông của sợi quang loại [dispersion-shifted fiber](#). Với sợi quang tiêu chuẩn đơn mode và đa mode có tán sắc màu bằng zero tại bước sóng 1310 nm.

Mỗi laser có một tầm bước sóng và tốc độ ánh sáng đối với silica nóng chảy (fiber) thay đổi theo bước sóng của ánh sáng. Hình vẽ sau đây cho biết chiết suất của silica nóng chảy biến đổi theo bước sóng của ánh sáng.



Khi một xung ánh sáng laser có một vài bước sóng, những bước sóng này có khuynh hướng giãn ra theo thời gian sau khi truyền một số khoảng trong sợi quang. Chiết suất của sợi sẽ tăng lên khi bước sóng giảm xuống. Kết quả là xung nhận được ở đầu thu rộng hơn xung ở đầu phát, có sự trùng lặp các xung đến trễ ở những bước sóng khác nhau.

**Tán sắc mode phân cực** (Polarization Mode Dispersion-PMD): Tán sắc mode phân cực là một hiệu ứng quang phức tạp khác. Nó xảy ra trong sợi đơn mode. Sợi đơn mode hỗ trợ lan truyền tín hiệu dưới dạng hai phân cực trực giao. Trong trường hợp lý tưởng thì hai phân cực trực giao này lan truyền đi với cùng vận tốc. Nhưng trong các sợi quang thực tế, thì hai phân cực này lan truyền với những vận tốc khác nhau và như vậy chúng đến đầu cuối khác nhau về thời gian. Sự khác nhau về thời gian đến của hai phân cực trực giao được gọi là tán sắc mode phân cực ( $\text{ps/Km}^{0.5}$ ).



Hình 2.13: Tán sắc mode phân cực

Cũng giống như tán sắc màu, PMD là nguyên nhân gây ra cho các xung số nở rộng khi truyền đến đầu cuối trong các mô hình có phân cực. Đối với truyền dẫn tốc độ cao, điều này sẽ dẫn đến các lỗi bit ở bộ thu hoặc là giới hạn độ nhạy của bộ thu.

#### 2.3.4 Đầu nối cáp quang

Common fiber connectors		
Short name	Long form	Coupling type
LC	<a href="#">Lucent</a> Connector / Local Connector	Snap
ST	Straight Tip	Twist
SC	Subscriber Connector / Standard Connector	Snap
FC	<a href="#">Ferrule</a> Connector	Screw
Biconic		
<a href="#">ESCON</a>	Enterprise Systems Connection	Screw
<a href="#">FDDI</a>	Fiber distributed data interface	Snap
MTP		Snap
<a href="#">MT-RJ</a>	Mechanical Transfer Registered Jack	Snap
MU		Snap
SMA		Screw
<a href="#">TOSLINK</a>	Toshiba link	Snap

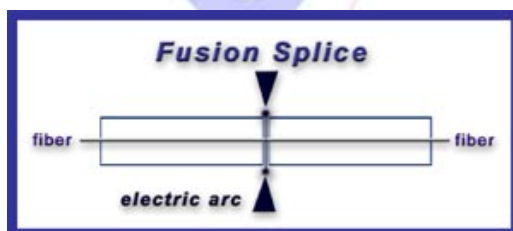


### 2.3.5 Nối sợi quang

Nối cáp quang có thể xảy ra giữa hai sợi cáp quang: gồm các sợi quang loose-tube 250  $\mu\text{m}$  và các sợi quang tight-buffered 900  $\mu\text{m}$ . Cả hai phương pháp nối cơ khí (mechanical) hoặc nóng chảy (fusion) có thể sử dụng để nối sợi 250  $\mu\text{m}$  với sợi 250  $\mu\text{m}$ , sợi 250  $\mu\text{m}$  với sợi 900  $\mu\text{m}$ , hoặc sợi 900  $\mu\text{m}$  với sợi 900  $\mu\text{m}$ . Thông thường, các sợi đa mode là 50/125  $\mu\text{m}$  đến 62,5/125  $\mu\text{m}$  trong khi các sợi đơn mode là 6/125 đến 9/125  $\mu\text{m}$ . Nối bằng cơ khí hoặc nóng chảy có thể hỗ trợ nối cả hai loại sợi đơn và đa mode.

#### Phương pháp nối bằng nóng chảy

Trong phương pháp nóng chảy, máy được sử dụng để xếp hai đầu cuối sợi quang cần nối thật thẳng hàng rồi hàn nóng chảy hai đầu cuối thủy tinh lại với nhau bằng hồ quang điện. Phương pháp này tạo một kết nối liên tục giữa hai sợi quang, cho nên suy hao của ánh sáng truyền qua mối nối là rất bé, thông thường là 0,1 dB.



Có thể tóm tắt phương pháp hàn nóng chảy bằng bốn bước cơ bản sau đây:

**Bước 1:** Chuẩn bị sợi - Bóc các lớp phủ bảo vệ, các lớp vỏ, các ống, các thành phần gia cường, ... chỉ để lại phần sợi thủy tinh, chú ý phải giữ phần thủy tinh này thật sạch.

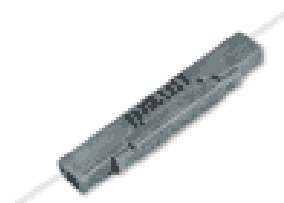
**Bước 2:** Cắt sợi - Sử dụng dụng cụ cắt sợi thật tốt, đây là yếu tố cần thiết để mỗi hàn nóng chảy thành công. Lát cắt phải phẳng như gương và vuông góc với trục sợi quang để đạt được mỗi nối hoàn hảo. LƯU Ý: tuân thủ cách thức sử dụng dụng cụ cắt để lát cắt đạt đến độ tinh xảo.

**Bước 3:** Làm nóng chảy sợi - Có hai bước trong bước xếp thẳng hàng và đốt nóng. Xếp thẳng hàng có thể được thực hiện bằng nhân công hoặc tự động tùy thuộc vào thiết bị nối đang sử dụng. Nếu sử dụng thiết bị nối cao cấp đắt tiền thì việc xếp thẳng hàng càng hoàn hảo. Khi xếp thẳng hàng đã đạt yêu cầu, thiết bị nối nóng chảy sử dụng hồ quang điện để làm nóng chảy sợi, hàn cố định hai đầu cuối sợi lại với nhau.

**Bước 4:** Bảo vệ sợi - Việc bảo vệ sợi đối với uốn cong hoặc kéo căng sẽ đảm bảo cho mỗi nối không bị hỏng trong khi vận hành. Thông thường một mỗi hàn nóng chảy chịu được sức căng trong khoảng từ 0,5 đến 1,5 lbs (1 pound = 453,59237 grams) và sẽ không bị hỏng trong điều kiện hoạt động bình thường, nhưng nó vẫn cần được bảo vệ khi bị uốn cong quá mức và các tác động mạnh. Có thể sử dụng ống nhiệt co, silicone gel và/hoặc các dụng cụ bảo vệ cơ khí để bảo vệ mỗi nối.

### Phương pháp nối bằng cơ khí

Các bộ nối cơ khí là các dụng cụ xếp thẳng hàng đơn giản, được thiết kế để giữ hai đầu cuối sợi thẳng hàng một cách cẩn thận mà không có liên kết cố định để cho phép ánh sáng truyền từ sợi này qua sợi kia, thông thường suy hao là 0,3 dB.



Nối cơ khí cũng được thực hiện qua bốn bước sau đây:

**Bước 1:** chuẩn bị sợi - Bóc các lớp phủ bảo vệ, các lớp vỏ, các ống, các thành phần gia cường, ... chỉ để lại phần sợi thủy tinh, chú ý phải giữ phần thủy tinh này thật sạch.

**Bước 2:** Cắt sợi – Thực hiện như đối với nối bằng cách hàn nóng chảy nhưng độ chính xác của lát cắt không đạt đến hoàn hảo.

**Bước 3:** Nối liền cơ khí các sợi – Không cần đốt nóng, đơn giản đặt hai đầu cuối sợi vào trong bộ nối cơ khí. Index matching gel bên trong bộ nối cơ khí sẽ giúp nối ánh sáng từ sợi này qua sợi kia.

**Bước 4:** Bảo vệ sợi – Một bộ nối cơ khí hoàn chỉnh đã bảo vệ tốt cho mỗi nối.

### 2.3.6 Đo thử

Đo thử cáp quang tuân theo qui trình sau đây:

- Đo thử trước khi lắp đặt.
- Đo thử khi tiếp nhận.

- Đo thử bảo dưỡng ngăn ngừa hư hỏng.
- Xử lý hư hỏng.

**Đo thử trước khi lắp đặt** (Preinstallation Testing): Đo thử trước khi lắp đặt được thực hiện trên cuộn cáp quang ngay sau khi nhận từ nhà cung cấp vật tư và trước khi đem đi lắp đặt. Các lợi ích của đo thử trước khi lắp đặt là kiểm tra được:

- cáp bị hư hỏng hay không trong quá trình vận chuyển.
- Cáp có hay không có quá trình kiểm tra của nhà máy.
- Suy hao của sợi có giống như của nhà sản xuất thông báo. Vì trong quá trình vận chuyển có thể làm cho suy hao sợi quang tăng lên.

Nếu có những khuyết điểm tìm thấy trong quá trình kiểm tra trước khi lắp đặt thì phải liên hệ với một trong các nhà xuất nhập khẩu, nhà cung cấp, hoặc nhà sản xuất để thay thế. Nếu người lắp đặt không thực hiện công đoạn đo thử trước khi lắp đặt mà phát hiện ra các khuyết điểm sau khi lắp đặt, thì không có cách nào để chứng minh những người lắp đặt không gây ra các khuyết điểm đó. Công đoạn đo thử kiểm tra trước khi lắp đặt chỉ tốn khoảng vài giờ nhưng nó có thể tiết kiệm được hàng ngàn USD để thay thế cáp bị khuyết điểm.

Đo thử trước khi lắp đặt có thể được thực hiện bằng một optical fiber flash light tùy thuộc vào chiều dài cuộn cáp, nguồn phát quang và đồng hồ đo công suất quang, hoặc một OTDR. Cuộn cáp phải được xếp trật tự sao cho hai đầu cuộn có thể dễ dàng thực hiện đo thử. Sử dụng nguồn phát quang và đồng hồ đo công suất quang, các đầu nối hoặc các bộ nối cơ khí có thể dùng lại được kết nối vào đầu cuối mỗi sợi.

Nguồn phát quang và đồng hồ đo công suất quang chỉ có thể đo suy hao của sợi quang từ đầu cuối đến đầu cuối, chứ không thể xác định được vị trí gây ra suy hao.

Đo thử trước khi lắp đặt thường sử dụng OTDR để thực hiện đo và nó có thể đo đạc:

- Suy hao đầu cuối đến đầu cuối. Kết quả này có thể so sánh với thông báo ghi trên cuộn cáp. Chú ý đến phương pháp đo suy hao mà nhà sản xuất sử dụng.
- Khoảng cách đến điểm suy hao lớn. OTDR có thể xác định khoảng cách từ đầu cuộn cáp đến vùng bị lỗi chỉ xê dịch trong khoảng 1 mét. Các đánh dấu footage trên lớp che chắn sợi cáp có thể được sử dụng để hỗ trợ định vị chỗ bị lỗi.
- Suy hao quang trên đơn vị chiều dài (dB/Km).
- Đo thử liên tục đầu cuối đến đầu cuối mỗi sợi quang.

**Đo thử khi nghiệm thu** (Acceptance testing): Các chuẩn sau đây có thể được ứng dụng để đo thử cáp sợi quang:

- ANSI/TIA/EIA-455-171A
- ANSI/TIA/EIA-455-61
- ANSI/TIA/EIA-562-7
- ANSI/TIA/EIA-526-14A



Một liên kết quang gồm một sợi quang mà hai đầu đều có các đầu nối. Các liên kết quang thông thường được bắt đầu và kết thúc tại các đơn vị phân phối quang. Các liên kết quang được kết nối đến các thiết bị điện tử như các hub, bộ ghép kênh, router.

Một liên kết quang hoặc một mạch quang phải được đo thử trước khi đưa vào phục vụ, hoặc ở những thời điểm khác, như trong lúc sửa chữa hư hỏng. Một nguồn phát quang và đồng hồ đo công suất hoặc OTDR có thể được sử dụng để đo đặc suy hao tuyến cáp quang hoặc một mạch quang.

Sau đây là các lợi ích của việc đo thử khi nghiệm thu:

- Giám sát suy hao tổng của các thành phần thụ động trong liên kết quang theo các tham số thiết kế.
- Giám sát các thành phần thụ động đã được lắp đặt đúng qui cách chưa.
- Tối thiểu thời gian chết trong lúc bảo dưỡng khi mà các thành phần thụ động được lắp đặt không đúng qui cách.
- Thiết lập nên một trách nhiệm giải trình khi mà các mạch quang được thiết kế với các liên kết quang đa kênh kết nối với nhau và lắp đặt bởi nhiều hơn một nhà cung cấp.
- Cung cấp điểm chuẩn để so sánh với các đo đạc trong tương lai.

**Đo thử bảo dưỡng ngăn ngừa hư hỏng** (Preventive maintenance testing): Đo thử bảo dưỡng ngăn ngừa hư hỏng là phép đo thử theo chu kỳ một liên kết quang, nhằm giám sát suy hao tại thời điểm đo và so sánh với suy hao chuẩn khi đo nghiệm thu. Đo thử này để tìm các hư hỏng tiềm tàng trước khi chúng gây ra hư hỏng làm ngưng hoạt động của liên kết quang. Đo thử bảo dưỡng ngăn ngừa hư hỏng thường thực hiện về đêm hoặc cuối tuần để ít ảnh hưởng đến người sử dụng.

Các lợi ích của đo thử bảo dưỡng ngăn ngừa hư hỏng là:

- Tối thiểu thời gian ngừng hoạt động.
- Tăng độ tin cậy của mạng.

## 2.4 CẤU TRÚC CÁC HỆ THỐNG CÁP

### 2.4.1 Giới thiệu

Cấu trúc một hệ thống cáp được xác định như là một cấu hình tập hợp hoàn chỉnh hệ thống cáp, có liên kết với phần cứng cho trong hệ thống mà các phần cứng này được lắp đặt để cung cấp một hạ tầng viễn thông có tính toàn diện. Hạ tầng này phục vụ các ứng dụng rộng lớn, như là cung cấp dịch vụ điện thoại hoặc các mạng máy tính. Cấu trúc hệ thống cáp bắt đầu tại điểm mà ở đó nhà cung cấp dịch vụ (SP-Service Provider) kết cuối. Điểm này cũng được xem là điểm phân ranh giới (Demarc-Demarcation) hoặc thiết bị giao tiếp mạng (NID-Network Interface Device).

Mỗi cấu trúc hệ thống cáp là duy nhất. Điều này là do sự thay đổi về:

- Kiến trúc của tòa nhà mà ở đó chứa các hệ thống lắp đặt cáp.
- Các sản phẩm cáp và sự kết nối.
- Thao tác lắp đặt cáp.
- Các loại thiết bị mà việc lắp đặt cáp sẽ hỗ trợ trong hiện tại và tương lai.

- Cấu hình của hệ thống cáp hiện hữu (trong trường hợp nâng cấp và trang bị thêm các thiết bị mới).
- Các yêu cầu của khách hàng.
- Bảo hành của nhà sản xuất.

Tiêu chuẩn hóa lắp đặt cáp là cần thiết vì nó đem đến các lợi ích sau đây:

- Tính nhất quán của thiết kế và lắp đặt.
- Thích ứng với các yêu cầu về đường dây vật lý và truyền dẫn.
- Cung cấp cơ sở thẩm định khi mở rộng hệ thống và các thay đổi khác.
- Cung cấp tài liệu đồng dạng.

Kiến trúc của các hệ thống cáp bao gồm hầu hết hoặc tất cả các thành phần sau đây:

- Các phương tiện thiết bị ngõ vào (entrance facilities).
- Các đường dẫn trục chính ngang dọc.
- Các cáp trục chính ngang dọc.
- Các đường dẫn ngang.
- Các cáp ngang.
- Các ngõ ra kết nối thiết bị sử dụng.
- Các phòng thiết bị.
- Telecommunications closets.
- Các phương tiện thiết bị nối chéo.
- Multiuser Telecommunications Outlet Assemblies (MUTOA).
- Các điểm chuyển tiếp (Transition Points).
- Các điểm hợp nhất (Consolidation Points).

#### 2.4.2 Entrance facilities

Các phương tiện thiết bị ngõ vào bao gồm các thành phần cáp cần thiết để cung cấp khả năng kết nối các thiết bị phục vụ bên ngoài đến mạng cáp trong nhà. Các phương tiện thiết bị ngõ vào bao gồm:

- Các đường dẫn ngõ vào.
- Cáp
- Phần cứng kết nối.
- Các thiết bị bảo vệ mạch điện.
- Phần cứng chuyển tiếp.
- Thiết bị khác.

Có bốn loại phương tiện ngõ vào:

- Ngầm có ống dẫn (underground) .
- Đường hầm (Tunnel).
- Ngầm trực tiếp (Buried).
- Treo (Aerial).

**Các ngõ vào ngầm có ống dẫn:** Các ngõ vào ngầm dưới đất sử dụng các ống dẫn hoặc các đường dẫn cơ khí khác để cung cấp các đường dẫn ngầm dưới đất đến tòa nhà. Các đường dẫn ngõ vào ngầm dưới đất có ống dẫn có những thuận lợi như sau:

- Giữ vẻ mỹ quan của tòa nhà.
- Thích hợp cho thay thế trong tương lai hoặc di chuyển.

- Kinh tế trong thời gian dài.
- Cung cấp sự an toàn tốt hơn để bảo vệ sợi cáp về vật lý.
- Giảm thiểu các sửa chữa sau này có thể có đối với tài sản khi sự phát triển cần thiết cho các thiết bị phương tiện hiện có.

Các bất lợi của ngổ vào ngầm dưới đất có ống dẫn là:

- Chi phí lắp đặt ban đầu cao.
- Đòi hỏi cẩn thận khi lập kế hoạch cho các đường dẫn vào.
- Tạo ra đường dẫn nước ngầm vào tòa nhà nếu thật sự không được che chắn kín.
- Mất nhiều thời gian thi công lắp đặt.

**Các ngổ vào ngầm trực tiếp:** Các ngổ vào ngầm trực tiếp (rãnh) không sử dụng các ống dẫn. Đặc điểm của các đường dẫn ngầm không dùng ống này là:

- Thường được cung cấp bởi chủ nhân tòa nhà tính từ tòa nhà đến ranh giới sở hữu (hoặc đến các tòa nhà khác có cùng ranh giới).
- Dẫn từ vị trí ngổ vào tòa nhà đến hầm, hoặc hầm bảo dưỡng. Từ những vị trí này, nhà cung cấp dịch vụ sẽ kết nối đến hệ thống cung cấp dịch vụ.
- Đòi hỏi phải có mương sông hoặc ống dẫn khi đi qua vành đai có tương bao.

Các thuận lợi của ngổ vào ngầm trực tiếp là:

- Giữ vẻ mỹ quan của tòa nhà.
- Thông thường chi phí lắp đặt ban đầu rẻ hơn lắp đặt các ngổ vào ngầm có ống dẫn.
- Có thể dễ dàng đi qua chướng ngại vật, được so sánh với các lắp đặt ngổ vào có ống dẫn.

Các bất lợi của ngổ vào trực tiếp là:

- Không linh động để cải tiến hoặc thay đổi dịch vụ trong tương lai.
- Không cung cấp sự an toàn hơn nữa để bảo vệ sợi cáp về vật lý như đối với hệ thống ngổ vào ngầm có ống dẫn.
- Khó định vị, trừ khi có băng thông báo kim loại hoặc các loại khác cùng dạng có màu sắc, đặc biệt trong trường hợp cáp quang không có thành phần kim loại.
- Khó khăn cho lập kế hoạch định tuyến và làm đúng theo hồ sơ.

**Các ngổ vào treo:** Các thuận lợi của ngổ vào treo là:

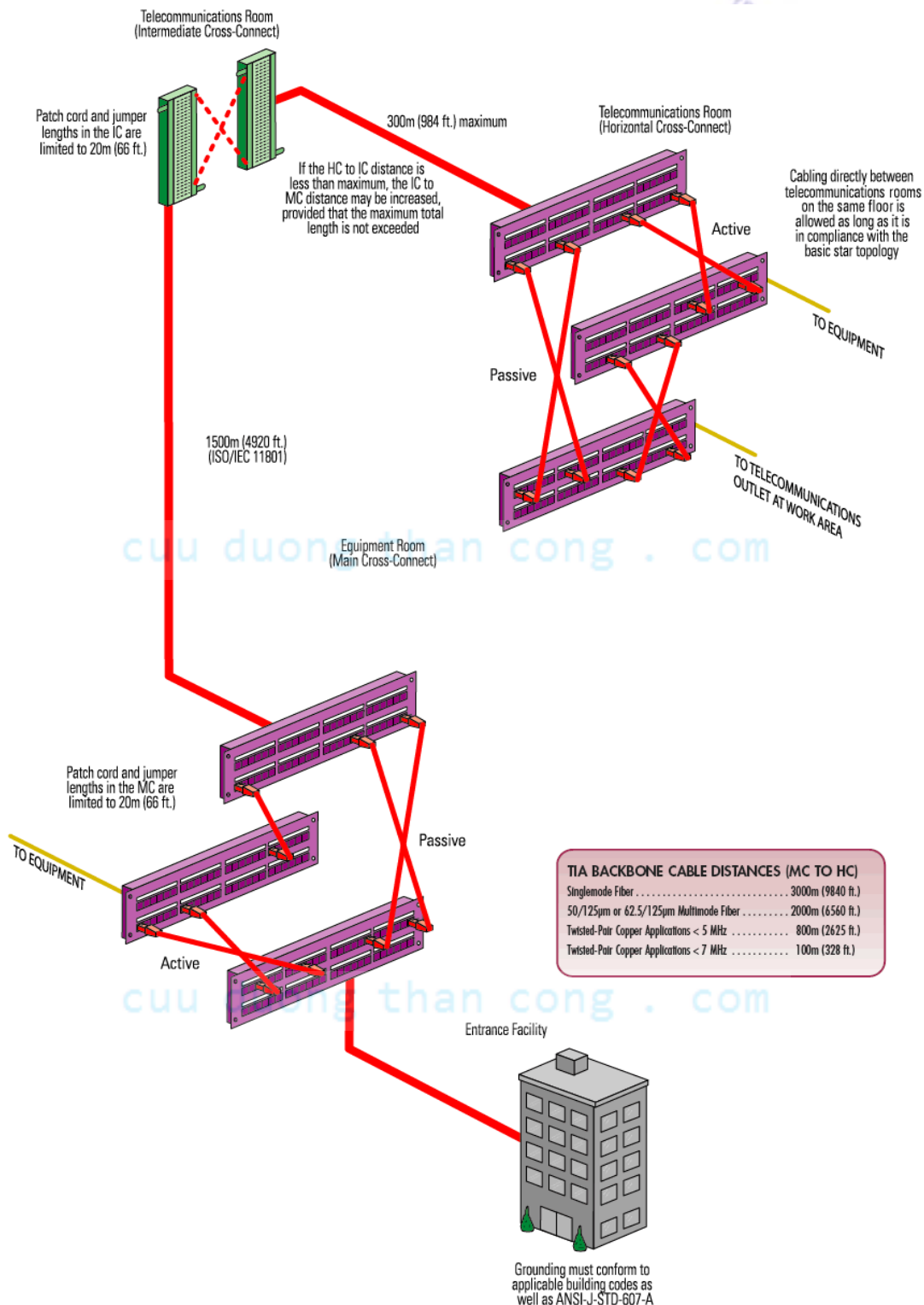
- Thông thường có chi phí lắp đặt thấp.
- Dễ dàng cho bảo dưỡng.

Các bất lợi của ngổ vào treo là:

- Kém mỹ quan đô thị.
- Gây chướng ngại cho phương tiện lưu thông.
- Có thể làm hư hại bên ngoài tòa nhà.

- Dễ bị ảnh hưởng của các điều kiện môi trường, như là: cây ngã, đông gió, ...
- Thông thường lắp đặt chung với dây điện lực, CATV, và dây điện thoại hoặc các đường dây truyền số liệu khác.

### 2.4.3 Backbone cables



Hình 2.14: Một ví dụ về cấu trúc lắp đặt backbone cabling

Backbone cable được mô tả là cáp để truyền tải thông tin trong phần mạng lõi của mỗi mạng. Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A định nghĩa backbone cabling như sau:

- Chức năng của backbone cabling là cung cấp các liên kết giữa các telecommunications closets, các equipment rooms, và các phương tiện ngõ vào trong cấu trúc hệ thống cáp viễn thông.
- Backbone cabling bao gồm các backbone cable, các thiết bị kết nối chéo chính và trung gian, các bộ kết cuối cơ khí, và các dây nối (patch cords) hoặc các jumper được dùng để kết nối chéo backbone-to-backbone. Backbone cabling cũng bao gồm hệ thống đi cáp giữa các tòa nhà.

Có hai loại backbone cable: interbuilding và intrabuilding. Inter building backbone cable được xác định là cáp dùng để truyền tải thông tin giữa các tòa nhà. Intrabuilding backbone cable được xác định là cáp truyền tải thông tin giữa các closets trong tòa nhà đơn.

Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A cũng định nghĩa có hai cấp quản lý đối với backbone cabling: *backbone cấp một* và *backbone cấp hai*. *Backbone cấp một* là cáp được lắp đặt giữa thiết bị kết nối chéo chính (MC-main cross-connect) và thiết bị kết nối chéo trung gian (IC-intermediate cross-connect) hoặc thiết bị kết nối chéo ngang (HC-horizontal cross-connect). *Backbone cấp hai* là cáp được lắp đặt giữa IC và HC.

Các thành phần thiết bị chủ yếu của backbone cabling bao gồm:

- Các trục đường dẫn cáp, ống dẫn, các ống cứng xuyên sàn nhà (măng sông). Các thành phần này được dùng để làm không gian đường dẫn cho cáp.
- Các loại cáp: cáp quang, cáp đồng xoắn đôi, cáp đồng trục.
- Các phần cứng kết nối: các block kết nối, các bảng cắm dây, các phần cứng kết nối trung gian, kết nối chéo.
- Các thành phần khác: phần cứng hỗ trợ cáp, chống cháy, và phần cứng nối đất.

#### 2.4.4 Horizontal cable

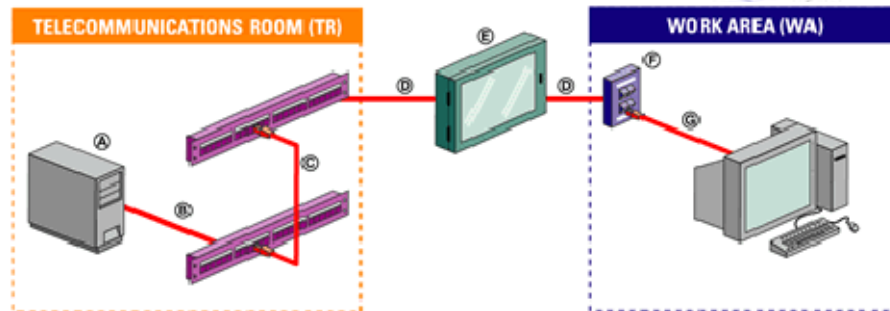
Horizontal cable được hiểu là một hệ thống cáp chạy ngang theo sàn nhà hoặc trần nhà. Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A định nghĩa horizontal cabling như sau:

- Horizontal cabling là một phần mạng cáp của hệ telecommunications cabling, nó là phần mở rộng tính từ work area telecommunications outlet/connector đến thiết bị nối chéo ngang trong telecommunications closet.
- Horizontal cabling bao gồm các cáp ngang, các telecommunications outlet/connector trong area work, kết cuối cơ khí, và các dây nối hoặc các jumper có trong telecommunications closet.

Các hệ thống horizontal cabling gồm hai thành phần cơ bản sau đây:



- Cáp ngang và các phần cứng kết nối dùng để truyền tải các tín hiệu giữa work area outlets và thiết bị nối chéo ngang trong một telecommunication closet. Hệ thống cáp này và các phần cứng kết nối của nó được xem là một kết nối cơ bản (basic link).
- Các không gian và đường dẫn ngang được dùng để phân phối và hỗ trợ cáp ngang và phần cứng kết nối giữa work area outlet và telecommunications closet.



- A Customer Premises Equipment (CPE)
- B HCEquipment Cord
- C Patchcords/cross-connect jumpers sử dụng trong HC bao gồm equipment cables/cords phải không dài hơn 5m (16ft). *Note: ISO/IEC 11801:2002 specifies a max. patchcord/ cross-connect length of 5m (16.4 ft.), which does not include equipment cables/cords.*
- D Cáp ngang tối đa dài 90m (295ft).
- E TP (Transition Point) hoặc CP (Consolidation Point) (tùy chọn).
- F Telecommunications outlet/connect
- G Work area Equipment cord

**Hình 2.15:** Một ví dụ về cấu trúc lắp đặt horizontal cabling

Các đề nghị cần xem xét chắc chắn khi chọn lựa horizontal cabling:

- Cáp ngang dài tối đa 90 m (295 ft).
- Tối thiểu có hai telecommunications outlet cho một work area.
- Horizontal cabling thường không sẵn sàng để truy nhập.
- Cung cấp nhiều ứng dụng (thoại, dữ liệu, video, và các dịch vụ có điện áp thấp khác) mà không có các yêu cầu thay đổi nào lớn.
- Định tuyến và các thành phần hỗ trợ hệ thống cáp ngang (loại cáp đồng) phải tránh các khu vực có nguồn tạo ra EMI.

Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A yêu cầu chọn loại cáp cho horizontal cabling là:

- 100Ω UTP.
- 100Ω ScTP.
- 100Ω STP-A.
- 2-fiber (duplex) 62.5/125 μm hoặc 50/125 μm multimode optical fiber.

#### 2.4.5 Work areas

Thông thường work area là khu vực có diện tích vào khoảng 10m<sup>2</sup>. Work area bao gồm các thành phần dùng mở rộng từ work area outlet đến thiết bị. Các thành phần này có thể bao gồm các thiết bị như máy điện thoại, đầu cuối dữ liệu, thiết bị video, và máy tính. Cũng bao gồm trong work area là hệ thống cáp kết nối từ thiết bị đến work area outlet.

Khi lập kế hoạch cho work area cabling, cần ghi nhớ những yếu tố sau đây:

- Các dây nối (patch cords) được thiết kế dễ dàng khi thay đổi đường đi.
- Độ dài tối đa của cáp ngang đã được chỉ rõ với giả định rằng cự ly tối thiểu 3m của dây nối đã được sử dụng trong work area.
- Dây nối với hai đầu cắm giống nhau thường được sử dụng. Các dây nối phải được chế tạo từ nhà máy.
- Các dây nối bằng đồng được yêu cầu có cấu trúc dạng bện để có độ mềm dẻo.

#### 2.4.6 Equipment rooms

Phòng thiết bị là một phòng có mục đích đặc biệt được dùng để cung cấp không gian và duy trì môi trường vận hành cho thiết bị viễn thông rộng lớn. Phòng thiết bị nối chung được xem xét phục vụ cho toàn bộ tòa nhà, ở đó một telecommunications closet phục vụ một phần hoặc toàn bộ tầng lầu của tòa nhà.

Phòng thiết bị:

- Dùng kết cuối và kết nối chéo các backbone và horizontal cable.
- Cung cấp không gian làm việc cho người quản lý điều hành.
- Được thiết kế tùy thuộc vào các yêu cầu đặc trưng có xem xét đến chi phí, kích thước, sự phát triển, và sự phức tạp của thiết bị.
- Cũng có thể phục vụ một phần của đặc tính ngõ vào hoặc như một telecommunications closet.
- Chứa nhiều bộ phận của thiết bị điều khiển chung như thiết bị thoại, dữ liệu, video, cảnh báo cháy, ...

Thông thường, phòng thiết bị phục vụ cho toàn bộ tòa nhà. Đôi khi, có các tòa nhà trang bị nhiều hơn một phòng thiết bị để:

- Phân chia các loại thiết bị và dịch vụ khác nhau.
- Tránh các hiểm họa.
- Phân chia thiết bị cho mỗi người thuê khi trong tòa nhà có nhiều người cùng thuê.

Các điểm cần lưu ý đối với phòng thiết bị:

- Nó phải có tính đa năng. Một phòng thiết bị phải được thiết kế có xem xét đến các ứng dụng cả trong hiện tại và tương lai. Nó phải có khả năng cung cấp sự gia tăng và thay thế các thiết bị, cũng như các nâng cấp trong thời gian hoạt động mà giảm thiểu được sự gián đoạn dịch vụ và chi phí.

- Nó phải có đèn chiếu sáng, máy điều hòa không khí, nguồn điện, và các đòi hỏi không gian tối thiểu.

#### 2.4.7 Telecommunications Closets

Telecommunication closets khác với equipment rooms và entrance facilities ở điểm chúng được dùng phục vụ trong một tầng lầu của tòa nhà (floor-serving).

Các Telecommunication closets có thể:

- Phục vụ như một điểm kết cuối các hệ thống backbone cable và horizontal cable trong một mạng.
- Chứa các bộ kết nối chéo ngang, các phần cứng kết nối, jumper, các dây nối.
- Bao gồm các điểm kết nối chéo trung gian cho các bộ phận khác nhau của hệ thống backbone cable.
- Cung cấp một môi trường có tính điều khiển cho các thiết bị viễn thông, phần cứng kết nối.

Kích thước của telecommunication closets có thể khác nhau tùy thuộc vào chức năng của nó và kích thước của tầng lầu mà nó phục vụ. Thông thường, các yêu cầu về kích thước dựa trên sự phân bố các dịch vụ viễn thông đến một khu vực làm việc riêng biệt. Trong khi đó kích thước thực sự của telecommunications closets sẽ phụ thuộc vào ứng dụng của tòa nhà. Vì thế kích thước phụ thuộc vào nhiều sự thay đổi trong giai đoạn xây dựng dự án. Tuy nhiên, kích thước tối thiểu cho một telecommunications closet được cho trong bảng sau đây:

Nếu khu vực phục vụ	Thì kích thước của Closet tối thiểu
Nhỏ hơn 5000 sf	10 feet x 7 feet
5000 sf – 8000sf	10 feet x 9 feet
Lớn hơn 8000 sf	10 feet x 11 feet

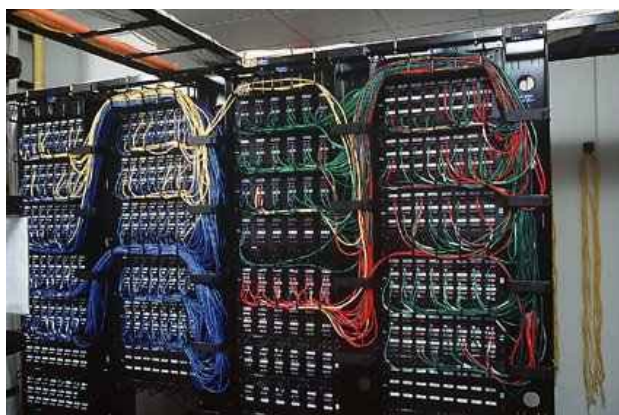
1 foot = 0,3084 m; 1 sf = 0,09290304 square metters

Theo NEC Section 110-16 yêu cầu cần 3 feet cho không gian làm việc xung quanh thiết bị, điều này cũng được áp dụng cho telecommunications closets.

Nguồn cho các thiết bị trong telecommunications closets phải được cung cấp từ các dây dẫn nguồn sử dụng riêng biệt (NEC Article 215). Các ổ cắm điện loại quadplex với dây dẫn 20 amp riêng biệt và các dây đất tách biệt được lắp đặt theo mỗi bờ tường trong equipment room. Các nguồn khác cho đèn chiếu sáng, các motor, máy điều hòa nhiệt độ cũng được cung cấp bằng các dây dẫn nguồn riêng biệt.

Hệ thống cảnh báo cháy phải được lắp đặt trong telecommunications closets. Trang bị các bình chữa cháy và đặt ở chỗ thích hợp trong telecommunications closets.

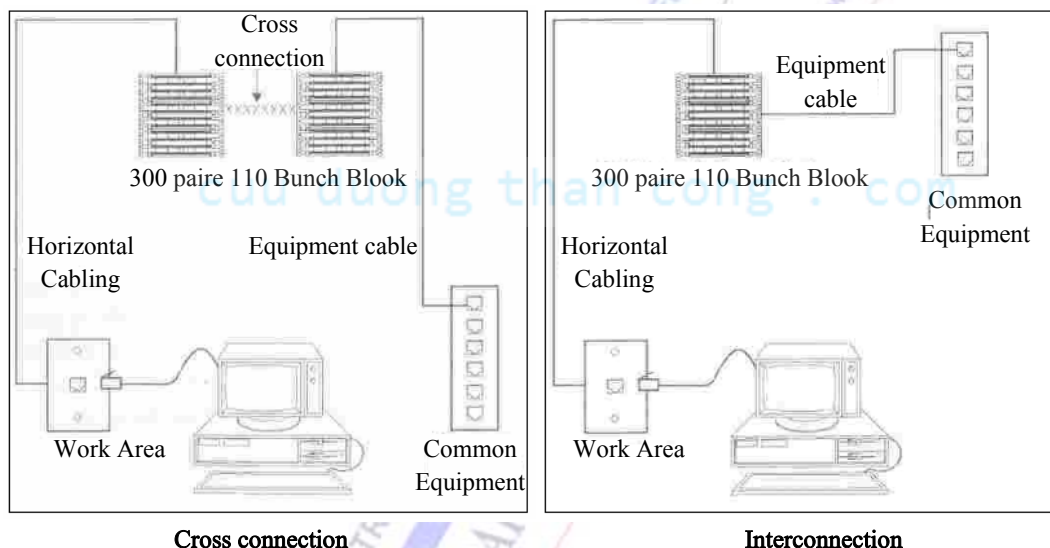
Lựa chọn vị trí cho telecommunications closets sao cho chiều dài cáp là tối thiểu đối với horizontal cable và vertical cable.



Hình 2.16: Một ví dụ về telecommunications closets

#### 2.4.8 Cross-connections

Một trong các chức năng chủ yếu của telecommunications closet là chứa các kết nối chéo và kết nối trung gian. Hình vẽ sau đây so sánh giữa hai loại kết nối này.



Hình 2.17: Cross connection, inteconnection

Các kết nối chéo được yêu cầu giữa horizontal và backbone cable và khi có các kết nối thiết bị đa cổng (ví dụ, các bộ kết nối 25 đôi) gắn với horizontal hoặc backbone cabling. Các kết nối trung gian có thể được dùng khi mà có các kết nối thiết bị đơn cổng (ví dụ, các bộ nối cáp quang 4 sợi) gắn với horizontal hoặc backbone cabling.

Có 3 loại nối chéo:

- Main cross connect: là kết nối chéo trong equipment room dùng kết nối cho các cáp ngõ vào, backbone cables, và equipment cables.
- Intermediate cross connect: là các điểm kết nối chéo nằm giữa main cross connect và horizontal cross connect trong backbone cabling.
- Horizontal cross connect: là kết nối chéo cho horizontal cable đến cabling và thiết bị khác.



Các kết nối chéo chấp nhận hai loại:

- Patch cords (UTP, ScTP, STP-A, sợi quang).
- Copper jumpers.

Chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A đưa ra các khuyến nghị cho tất cả các kết nối chéo:

- Horizontal và backbone cabling được kết cuối cố định trên phần cứng kết nối sao cho thỏa các yêu cầu của chuẩn ANSI/TIA/EIA-568-A.
- Tất cả các kết nối giữa backbone và horizontal cables được kết nối chéo.
- Equipment cables cùng với một số port trên bộ kết nối đơn thì được kết cuối bằng phần cứng kết nối chuyên dùng.
- Equipment cables có thể hoặc là kết nối chéo hoặc là kết nối trung gian với horizontal hoặc backbone cable.
- Kết nối trực tiếp làm giảm thiểu các kết nối trong thiết kế một liên kết. Tuy nhiên, cũng làm giảm đi độ linh hoạt.
- Cáp dùng cho kết nối chéo là loại patch cable được bên.

#### 2.4.9 Topologies

Có hai định nghĩa khác nhau về topology là **physical** và **logical**.

Ở đây ta chỉ xét **Physical topology**.

Để kết nối các thành phần thiết bị, tất cả physical topology biến đổi theo hai phương pháp chủ yếu sau: *point-to-point* và *multipoint*.

**Point-to-point (PTP) topology:** kết nối hai nút trực tiếp với nhau. Ví dụ, hai máy tính kết nối thông tin với nhau qua các modem.

Trong một liên kết point-to-point, hai thiết bị chiếm dùng hoàn toàn phương tiện truyền thông. Bởi vì phương tiện truyền thông không có tính chia sẻ, cơ chế không cần thiết để nhận dạng các máy tính nên hai thiết bị trong mạng point-to-point không cần định địa chỉ.

Các liên kết point-to-point có thể là đơn công, bán song công, hoặc song công. Khi các thiết bị phải liên lạc với nhau hai chiều trên liên kết bán song công, một vài cơ chế thay đổi phải được áp dụng để chuyển đổi các qui định cho các thiết bị gửi và nhận.

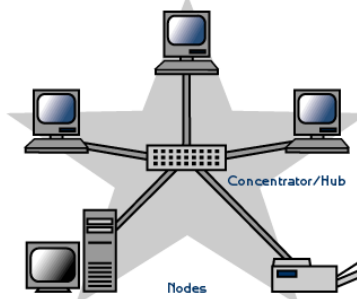
**Multipoint topology:** Multipoint topology liên kết ba hoặc nhiều hơn các thiết bị thông qua một phương tiện truyền thông đơn lẻ. Multipoint topology hoạt động khá giống với dịch vụ hội thoại, ở đó các thuê bao điện thoại được kết nối trên cùng một đường dây.

Do multipoint topology chia sẻ một kênh chung, mỗi thiết bị cần có một cách thức để tự xác định mình và xác định thiết bị nào muốn gửi thông tin. Phương pháp sử dụng để xác định các thiết bị gửi và nhận được gọi là định địa chỉ.

Có bốn loại physical topology sử dụng trong mạng máy tính: Star, Bus, Tree, Ring, và Hybrid.



**Star Topology:** Star topology là một phương pháp thông dụng để kết nối hệ thống cáp trong mạng máy tính. Trong star topology, mỗi máy tính kết nối đến thiết bị trung tâm thông qua một liên kết điểm-điểm (point-to-point). Tùy thuộc vào kiến trúc logic được sử dụng, mà thiết bị trung tâm có các tên sau đây: Hub, Multipoint Repeater, Concentrator, Multi-Access Unit (MAU).



Hình 2.18: Star Topology

Các hub trung tâm cũng có thể được phân loại như sau:

- **Passive hub:** là một splitter tín hiệu đơn giản. Chức năng chính của nó là kết nối các nhánh của hình sao trong khi bảo dưỡng duy trì các đặc tính điện thích hợp. Một passive hub định tuyến tất cả các nút. Điều này có nghĩa tạo ra một tải lưu lượng lớn khi có nhiều liên kết làm việc giữa các máy tính. Mỗi máy tính có nhiệm vụ thêm là đọc địa chỉ của mỗi mẫu tin mà nó nhận để xác định đó có phải là mẫu tin mà nó cần phải nhận hay không. Tín tức chứa các địa chỉ khác thì được loại bỏ.
- **Active hub:** active hub thực thi chức năng như một passive hub, nhưng có các mạch điện tử để tạo lại và phát lại tín tức. Do đó, các active hub có thể được sử dụng để mở rộng cỡ của một mạng.
- **Intelligent hub:** intelligent hub thực thi các chức năng như các passive hub và active hub; Nó còn có thể thực hiện các công việc chọn lựa đường và một vài chức năng quản trị mạng. Các intelligent hub định tuyến lưu lượng chỉ đến nhánh của mạng sao trên nút nhận được chỉ định. Nếu có các liên kết dư thừa tồn tại khi mà có các sự cố về cáp xuất hiện, một intelligent hub có thể định tuyến thông tin trên các liên kết sử dụng một cách bình thường.

Các router, bridge, và switch là các ví dụ của intelligent hub mà chúng có thể định tuyến truyền dẫn một cách thông minh. Các intelligent hub cũng có thể tích hợp các đặc điểm chẩn đoán để có thể dễ dàng khắc phục các sự cố mạng.

#### **Ưu điểm của star topology:**

Rất nhiều hệ thống cáp được thiết kế theo star topology. Mạng này có các ưu điểm:

- Mỗi thiết bị được phân biệt bằng chính sợi cáp kết nối của nó. Điều này dễ dàng cho việc cách ly riêng biệt các thiết bị ra khỏi hệ thống bằng cách tháo cáp kết nối của nó ra khỏi hub.
- Tất cả dữ liệu đều truyền qua nút trung tâm, cho nên có thể trang bị các thiết bị chẩn đoán để dễ dàng khắc phục và quản lý mạng.
- Sự tổ chức có tính phân cấp cho phép cô lập lưu lượng trên kênh truyền. Điều này có lợi cho một số trường hợp, nhưng không phải là tất cả cho các máy tính có tải nặng trong một

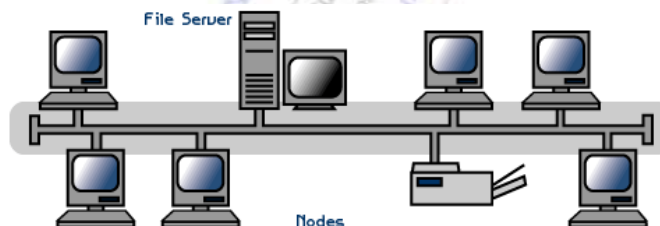
mạng. Lưu lượng từ những máy tính có tải nặng có thể được chia sẻ từ toàn bộ lưu lượng hoặc tổng lưu lượng phân tán để có một lưu lượng đồng đều hơn.

**Khuyết điểm của star topology.**

- Bởi kết nối cáp là điểm-điểm cho mỗi nút nên sẽ tốn cáp.
- Một hub bị sự cố có thể làm tê liệt một vùng rộng lớn của mạng.

Có thể ví dụ một vài mạng star topology sau đây: ARCnet, 10Base-T, 100Base-TX, StarLAN.

**Bus Topology:** trong bus topology, tất cả các thiết bị được nối đến cùng một phương tiện truyền dẫn. Các bus sử dụng là kim loại, thường dùng là cáp đồng trục, và kết cuối sợi cáp phải là một điện trở kết cuối để phối hợp trở kháng với sợi cáp. Điện trở kết cuối giúp ngăn chặn các phản xạ dữ liệu. Bus kết nối được xem như là hệ thống đa điểm bởi vì tất cả thiết bị được mắc vào cùng một backbone cable.



Hình 2.19: Bus Topology

Một đặc tính quan trọng cần nhớ trong bus topology là tất cả tín hiệu dữ liệu phát quang bá xuyên suốt cấu trúc bus, cho nên cần có một cơ chế định địa chỉ sao cho mỗi nút hiểu được bức điện nào mình cần phải nhận.

**Ưu điểm của bus topology**

- Chi phí cáp tối thiểu vì sử dụng bus chung.
- Yêu cầu độ dài cáp ngắn hơn so với star topology.
- Dễ dàng để kết nối máy tính hoặc thiết bị ngoại vi đến hệ thống bus.



**Khuyết điểm của bus topology**

- Khó khăn cho xử lý sự cố vì không tồn tại các điểm phân phối trung tâm.
- Toàn bộ mạng ngưng hoạt động nếu có sự cố trên cáp chính.
- Cần có kết cuối ở hai đầu backbone cable.

Có thể ví dụ một vài mạng bus topology sau đây: ARCnet, Token bus, Ethernet, (10Base2).

**Tree Topology:** tree topology kết hợp các đặc tính của star và bus topology. Nó bao gồm các nhóm workstation có cấu hình star topology kết nối đến một bus backbone cable (xem hình dưới đây).

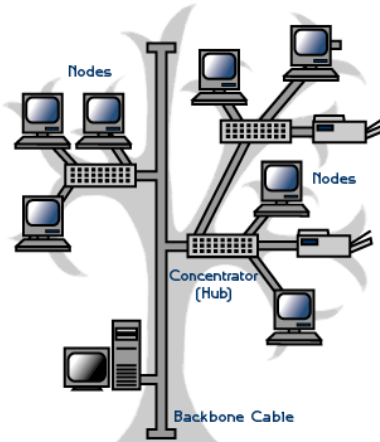
Tree topology cho phép việc mở rộng mạng hiện có.

### Ưu điểm của tree topology

- Đi dây điểm-điểm cho các phần mạng riêng biệt.
- Được hỗ trợ bởi các nhà cung cấp phần cứng và phần mềm.

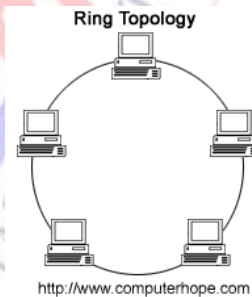
### Khuyết điểm của tree topology

- Chiều dài toàn bộ mỗi đoạn bị giới hạn bởi hệ thống cáp sử dụng.
- Nếu backbone cable bị sự cố thì toàn bộ mạng ngưng hoạt động.
- Khó khăn hơn cho việc cấu hình và đi cáp so với các topology khác.



Hình 2.20: Tree Topology

**Ring Topology:** trong ring topology, mỗi nút được kết nối đến hai nút khác, như thế tạo ra một vòng ring. Mỗi nút trong ring topology hoạt động như một bộ repeater. Nó nhận tín tức phát đi từ nút liền kề trước đó và khuếch đại tín tức này trước khi phát đi tiếp.



Hình 2.21: Ring Topology

### Ưu điểm của ring topology

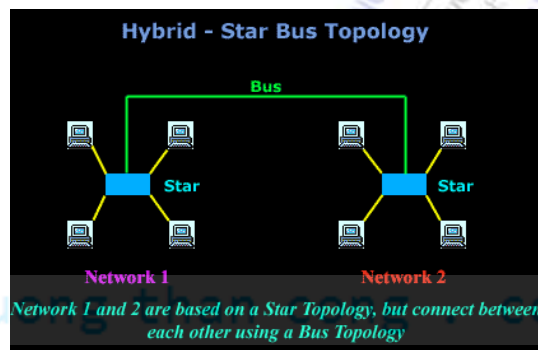
- Mỗi repeater nhân đôi tín hiệu dữ liệu cho nên hiếm khi xuất hiện sự suy giảm tín hiệu.
- Dữ liệu được chuyển giao một cách nhanh chóng không có dạng “cổ chai”.
- Truyền dẫn dữ liệu tương đối đơn giản, các gói dữ liệu truyền đi chỉ trong một hướng.
- Thêm một nút không làm ảnh hưởng đáng kể đến băng thông.
- Tránh được xung đột mạng.

### Khuyết điểm của ring topology

- Sự cố về vòng ring hoặc một nút có thể dẫn đến toàn bộ mạng ngưng hoạt động.
- Bởi vì mỗi nút phải có khả năng như một repeater nên các thiết bị mạng đắt đỏ.
- Các gói dữ liệu phải đi qua mỗi nút giữa nút gửi và nhận. Do đó, gây ra chậm chạp.
- Khó khăn trong việc sửa chữa hư hỏng vòng ring.
- Khi thêm một nút cần phải tạm thời ngừng hoạt động mạng.

Có thể ví dụ một vài mạng ring topology sau đây: [IBM Token Ring](#), [Fiber Distributed Data Interface](#).

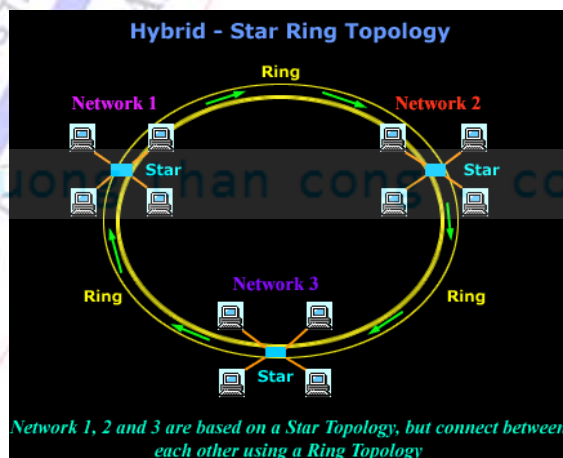
**Hybrid Topology:** hybrid topology là sự kết hợp nhiều topology để thành một topology rộng lớn. Hybrid topology nói chung là các mạng có khu vực rộng lớn. Mỗi topology đều có mặt mạnh yếu của nó, do đó sự kết hợp của một vài loại topology sẽ đem đến một mạng có hiệu quả cao.



Hình 2.22: Hybrid-Star Bus Topology

Sự kết hợp của hai basic topology để tạo ra một topology mới đôi khi không phải là hybrid topology nếu topology mới tạo ra không làm thay đổi các đặc tính của basic topology. Ví dụ, tree topology kết hợp với tree topology thì vẫn là một tree topology.

Sự kết hợp của hai basic topology luôn tạo ra một hybrid topology.



Hình 2.23: Hybrid-Star Ring Topology

### Ưu điểm của hybrid topology

- Có thể kết hợp các mặt ưu điểm của các topology.
- Có hiệu quả đối với workgroup và lưu thoại có thể tối ưu hóa.

### Khuyết điểm của hybrid topology

- Các thiết bị trong hybrid topology không thể đem sử dụng cho một topology khác nếu không có một vài thay đổi về phần cứng.



## Chương 3

# CÁC CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP

cuu duong than cong . com

### GIỚI THIỆU

Để triển khai tốt các dịch vụ viễn thông và đáp ứng các yêu cầu ngày càng cao về chất lượng dịch vụ của người sử dụng, mạng truy nhập đòi hỏi phải được thiết kế thực hiện đúng theo qui trình và đảm bảo đầy đủ các yêu kỹ thuật cho mỗi loại mạng truy nhập.

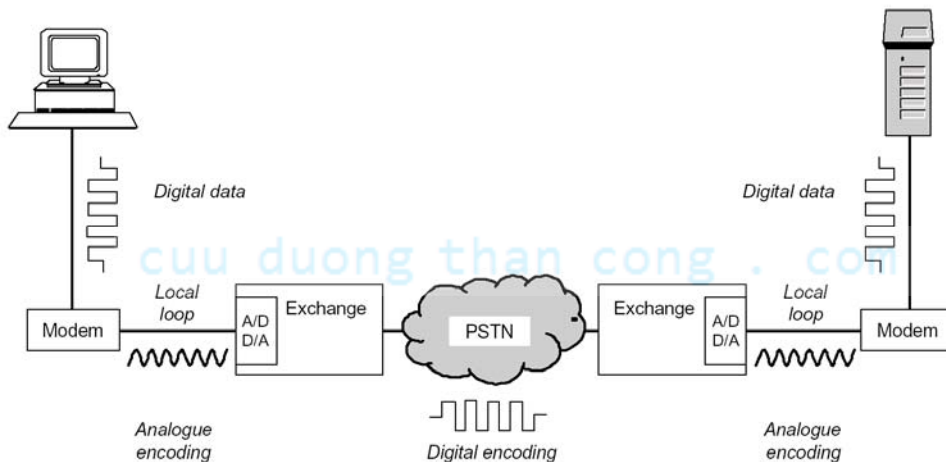
Các loại mạng truy nhập trình bày trong chương này bao gồm: mạng truy nhập điện thoại truyền thống và ISDN, mạng truy nhập x.DSL, mạng truy nhập HFC và cable modem, mạng truy nhập quang, mạng truy nhập vô tuyến cố định (FWA), mạng truy nhập vệ tinh với góc mở bé (VSAT) và các mạng truy nhập vệ tinh di động và không dây. Nội dung chi tiết trình bày nhằm được cấu trúc, nguyên lý hoạt động cơ bản, các yêu cầu kỹ thuật của mạng truy nhập, một số chỉ dẫn để triển khai lắp đặt một vài mạng truy nhập đơn giản.

### 3.1 TRUY NHẬP BẰNG QUAY SỐ

Truy nhập bằng quay số là kết nối thiết bị đầu cuối đến mạng thông qua một modem và mạng điện thoại công cộng. Truy nhập bằng quay số cũng giống như kết nối máy điện thoại, ngoại trừ hai đầu cuối là các thiết bị máy tính. Vì truy nhập bằng quay số sử dụng các đường dây điện thoại, nên chất lượng kết nối không thể luôn luôn tốt và tốc độ dữ liệu bị giới hạn. Tốc độ dữ liệu của truy nhập bằng quay số chỉ đạt đến 56 Kbps, nhưng với công nghệ mới hơn một chút như ISDN thì có các tốc độ cao hơn.

Truy nhập bằng quay số không đòi hỏi thêm cơ sở hạ tầng trên mạng điện thoại, nó là sự lựa chọn thích hợp cho những khu vực nông thôn, khu vực ở xa mà những nơi đó xây dựng mạng băng rộng không hiệu quả vì yêu cầu không cao cũng như mật độ sử dụng thấp.

Truy nhập bằng quay số đòi hỏi thời gian để thiết lập một kết nối điện thoại và thực thi công việc bắt tay trước khi chuyển giao dữ liệu. Khi thực hiện một liên kết, nếu cuộc gọi tính cước theo kết nối, thì mỗi kết nối phải chịu cước phí. Nếu cuộc gọi tính cước theo thời gian, thì thời gian kết nối là thời gian phải chịu cước phí.



**Hình 3.1:** Truy nhập bằng quay số (modem tương tự qua mạng điện thoại IDN)

Khi sử dụng modem để truy nhập, điều cần quan tâm là tốc độ và độ tin cậy của modem. ITU đã định nghĩa các chuẩn và đặc tính của modem như sau:

**V.21:** Modem song công tương tự, sử dụng điều chế audio phase shift keying ở 300 baud, có tốc độ truyền dữ liệu số 300 bps, chuẩn sử dụng cho mạng điện thoại kết nối liên lạc hai chiều giữa hai modem tương tự.

**V.22:** Modem song công tương tự, sử dụng điều chế PSK ở 600 baud, có tốc độ truyền dữ liệu số 1200 bps hoặc 600 bps, chuẩn dùng cho mạng điện thoại kết nối điểm – điểm dùng các mạch 2 dây: Truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, truyền song công đôi dây kết nối giữa hai modem tương tự có tốc độ 1200 bps.

**V.22bis:** Modem song công, sử dụng điều chế QAM ở 600 baud, có tốc độ truyền dữ liệu số 2400bps hoặc 1200 bps, chuẩn sử dụng cho mạng điện thoại và kết nối điểm – điểm dùng các mạch 2 dây (xem như phiên bản của V.22).

**V.23:** Modem đơn công, sử dụng điều chế FSK ở 600/1200 baud, có tốc độ 600/1200 bps.

**V.26bis:** Modem tốc độ 1.200/2.400 bps chuẩn dùng cho mạng điện thoại.

**V.32:** Các modem song công tốc độ đạt đến 9.600 bps, 2.400 baud (thay thế cho 600 baud của chuẩn V.22), sử dụng cho mạng điện thoại của các mạch thuê riêng: Truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, truyền song công trên đôi dây tốc độ 9.600 bps, 4.800 bps.

**V.32bis:** Modem song công tốc độ đạt đến 14,4 Kbps sử dụng cho mạng điện thoại của các mạch thuê riêng nối điểm – điểm: Truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, truyền song công trên đôi dây tốc độ 14,4 Kbps, 12 Kbps, 9.600 bps, 7.200 bps, 4.800 bps.

**V.34:** Modem song công tốc độ đạt đến 28,8 Kbps, truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, song công hai dây (2/4 dây kênh thuê riêng), tốc độ 28,8 Kbps.

**V.34+:** Modem song công tốc độ đạt đến 33,6 Kbps sử dụng cho mạng điện thoại và các mạch điện thoại điểm – điểm thuê riêng: Truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, song công trên hai dây (2/4 dây kênh thuê riêng), tốc độ 33,6 Kbps.

**V.90:** Cặp modem tương tự và số sử dụng cho mạng điện thoại công cộng (PSTN-Public Switched Telephone Network) tốc độ đạt đến 56 Kbps theo chiều xuống và 33,6 Kbps theo chiều lên, được phát triển trong thời gian từ tháng 3 năm 1998 đến tháng 2 năm 1999: Truyền dẫn số đồng bộ/bất đồng bộ, song công trên hai dây, tốc độ 56 Kbps. V.90 sử dụng điều chế PCM (Pulse Code Modulation).

## 3.2 ISDN

### 3.2.1 Giới thiệu

ISDN là một mạng số đa dịch vụ, cung cấp dịch vụ thoại và số liệu chung trên một đường dây thuê bao. ISDN dẫn đến quá trình số hóa mạng lưới, cho phép các nguồn tín hiệu: voice, data, text, graphic, music, video có thể được truyền trên đôi dây đồng hiện hữu. Điểm nổi bật của ISDN biểu hiện qua việc chuẩn hóa các dịch vụ thuê bao, các giao tiếp user/network, và khả năng liên kết mạng. Các ứng dụng của ISDN gồm có: fax nhóm 4, dịch vụ khẩn cấp (bao trộm, báo cháy, ...), dịch vụ ghi số điện, nước, gas. Các thiết bị cũ của mạng PSTN vẫn dùng được với ISDN qua một bộ tương thích đầu cuối TA (Terminal Adapter).

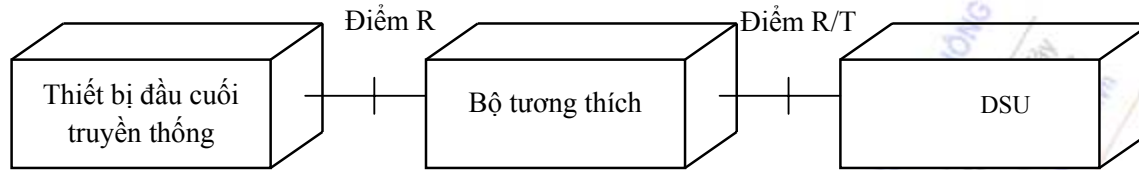
### 3.2.2 Thiết bị ISDN

Các thiết bị ISDN bao gồm: các đầu cuối (terminals), bộ thích nghi đầu cuối (TA-Terminal Adapters), các thiết bị kết cuối mạng, thiết bị kết cuối đường dây, và thiết bị kết cuối tổng đài. Các thiết bị đầu cuối ISDN có hai loại: các đầu cuối ISDN đặc biệt được coi là thiết bị đầu cuối loại 1 (TE1); các đầu cuối không ISDN như là DTE, trước khi có các chuẩn ISDN được coi như là thiết bị đầu cuối loại 2 (TE2). Các TE1 kết nối đến ISDN bằng cáp 4 dây, twisted-pair digital link. Các TE2 kết nối đến ISDN thông qua TA. TA có thể đứng riêng một mình hoặc là board mạch nằm trong TE2. Nếu TE2 không có TA thì nó được kết nối với TA thông qua giao tiếp lớp vật lý chuẩn. Ví dụ bao gồm EIA/TIA-232-C (trước đó RS-232-C), V.24, và V.35.

Kết nối tiếp theo TE1 và TE2 là thiết bị kết cuối mạng loại 1 (NT1) hoặc thiết bị kết cuối mạng loại 2 (NT2). Các thiết bị kết cuối mạng này kết nối đường dây thuê bao 4 dây thành mạch vòng thuê bao 2 dây. Ở khu vực Bắc Mỹ, NT1 là thiết bị CPE. Hầu hết các khu vực còn lại thì NT1 là phần mạng được cung cấp bởi truyền dẫn. NT2 là thiết bị khá phức tạp, thông thường nằm trong các tổng đài PBX và thực hiện các chức năng giao thức lớp 2 và 3 cũng như chức năng tập hợp các dịch vụ. Một thiết bị NT1/2 bao gồm các chức năng của NT1 và NT2 cùng tồn tại trong hệ thống.

### 3.2.2.1 Bộ tương thích đầu cuối TA (Terminal Adapter)

TA là giao tiếp cho thiết bị đầu cuối truyền thống đến mạng ISDN. Thiết bị này là một trong những điều kiện trước tiên để có thể truy nhập các dịch vụ ISDN từ các máy tính cá nhân, máy chủ, máy fax nhóm 3 và các thiết bị trước đây kết nối mạng điện thoại tương tự truyền thống và mạng PBX.

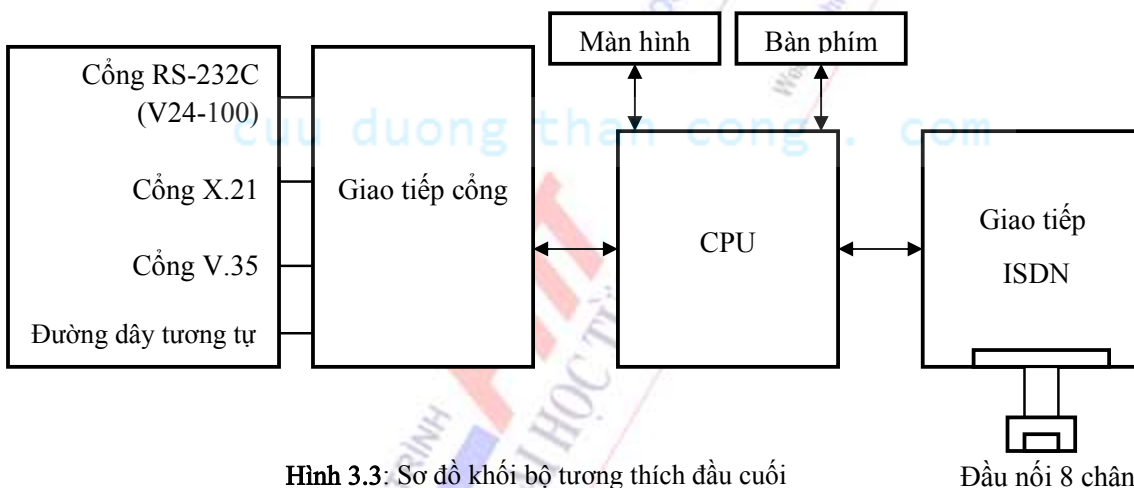


Hình 3.2: Cấu hình kết nối bộ tương thích

Bộ tương thích đầu cuối được đặc trưng bởi các cổng kết nối của nó. Các cổng này có thể được lựa chọn tùy vào bộ tương thích sử dụng.

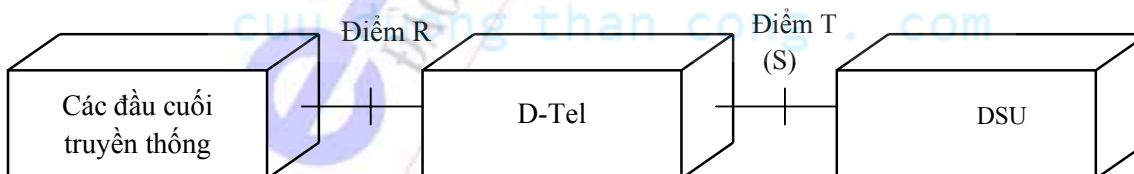
Các bộ tương thích đầu cuối thương mại sử dụng các giao tiếp tiêu chuẩn như là RS-232C, V.35, và X.21. Các giao tiếp này cho phép kết nối hầu hết thiết bị đầu cuối truyền thống.

Sơ đồ khối tổng quát của bộ tương thích được cho trong hình vẽ sau đây:



Hình 3.3: Sơ đồ khối bộ tương thích đầu cuối

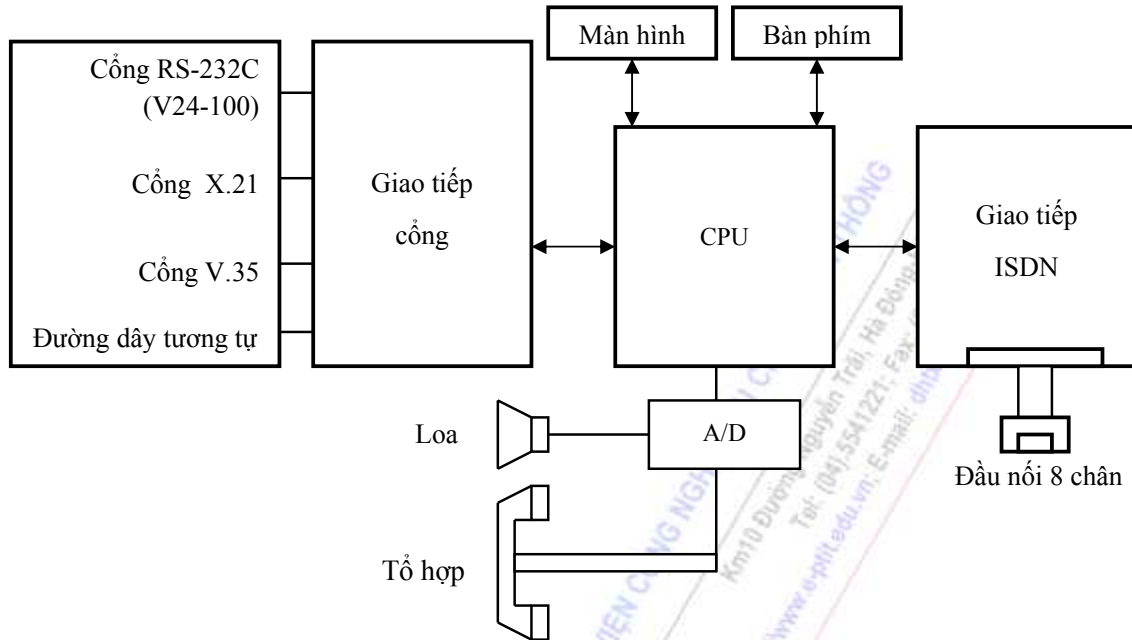
### 3.2.2.2 Máy điện thoại số (D-Tel)



Hình 3.4: Cấu hình kết nối D-Tel

Ngoài dịch vụ truyền thống, máy điện thoại số còn cung cấp nhiều chức năng khác và cũng được xem như là một đầu cuối để truy nhập một số dịch vụ ISDN. Trong máy điện thoại số có trang bị bộ tương thích đầu cuối để có thể kết nối các đầu cuối truyền thống và máy tính đến mạng ISDN. Cấu hình kết nối máy điện thoại số như hình trên.

Sơ đồ khối của một D-Tel như mô tả trong hình sau:



Hình 3.5: Sơ đồ khối D-Tel

Cũng như các bộ tương thích, D-tel có các cổng khác nhau để kết nối các thiết bị đầu cuối. Giao tiếp BA cung cấp cho các đầu cuối nguồn backup 420 mW thông qua DSU để các đầu cuối này vẫn hoạt động liên tục khi có sự cố nguồn điện lưới.

### 3.2.3 Cấu hình ISDN

Trong ISDN có hai loại kênh truyền, B và D. Các kênh B dùng truyền dữ liệu (kể cả thoại), và kênh D dùng cho báo hiệu, điều khiển (cũng có thể dùng cho truyền dữ liệu).

**BRA (Basic Rate Access):** cũng được gọi là BRI (Basic Rate Interface), bao gồm hai kênh B mỗi kênh 64 Kbps, và một kênh D 16 Kbps. Sự kết hợp ba kênh được gọi là 2B+D.

**PRA (Primary Rate Access):** cũng được gọi là PRI (Primary Rate Interface), bao gồm nhiều kênh B và một kênh D, mỗi kênh 64 Kbps. Số kênh B của PRA tùy thuộc vào quốc gia: ở Bắc Mỹ và Nhật Bản là 23B+1D có tốc độ bit là 1,544 Mbps (T1); ở Châu Âu và Úc là 30B+1D có tốc độ bit là 2,048 Mbps (E1).

**ISDN băng rộng (BISDN-Broadband ISDN):** là khả năng truy nhập thứ ba của ISDN và nó có thể đảm trách nhiều loại dịch vụ khác nhau trong cùng thời điểm. Nó chủ yếu được dùng trong các mạng backbone và mạng ATM.

Sử dụng kỹ thuật mã hóa B8ZS (Bipolar with Eight-Zeros Substitution), dữ liệu cuộc gọi được truyền trên các kênh B, kênh D sử dụng cho báo hiệu nhằm thiết lập và quản lý cuộc gọi. Khi một cuộc gọi được thiết lập, có một kênh dữ liệu song công đồng bộ 64 Kbps thiết lập giữa hai đầu cuối sử dụng.

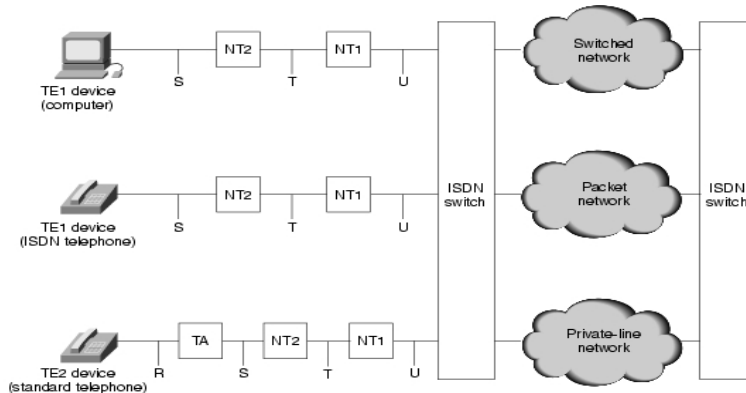
Kênh D có thể được sử dụng để gửi và nhận các gói dữ liệu theo giao thức X.25, và kết nối đến mạng gói X.25.



### 3.2.4 Các điểm tham chiếu

ISDN đặc trưng một số điểm tham chiếu để xác định các giao tiếp logic giữa các nhóm chức năng, như là TA và NT1. Các điểm tham chiếu ISDN bao gồm:

- **R** - Điểm tham chiếu giữa thiết bị không ISDN và TA.
- **S** - Điểm tham chiếu giữa các đầu cuối sử dụng và NT2.
- **T** - Điểm tham chiếu giữa NT1 và NT2.
- **U** - Điểm tham chiếu giữa NT1 và thiết bị kết cuối đường dây trong mạng truyền dẫn. Điểm tham chiếu U chỉ đề cập đến trong khu vực Bắc Mỹ, ở đó chức năng NT1 không được cung cấp bởi mạng truyền dẫn.

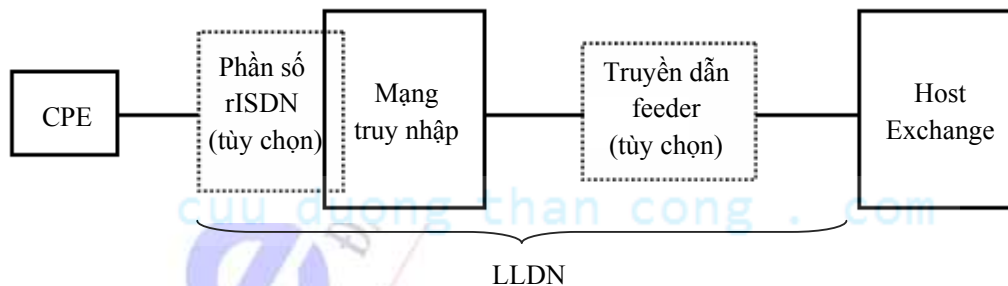


Hình 3.6: Cấu hình cơ bản và các điểm tham chiếu

## 3.3 GIAO DIỆN V5

### 3.3.1 Mô hình truy nhập V5

Mô hình kiến trúc để mô tả V5 khác với các mô hình khác dùng trong mạng truy nhập bởi vì nó chỉ tập trung các khía cạnh có liên quan đến các giao diện V5 và không quan tâm đến các chi tiết chỉ liên quan đến các công nghệ riêng. Mô hình cơ bản được trình bày trong hình sau:



Hình 3.7: Mô hình cơ bản truy nhập V5

Cần phân biệt giữa mạng phân bố đường dây nội hạt LLDN (Local Line Distribution Network) kéo dài từ host exchange trong mạng lõi tới CPE, và mạng truy nhập khi nó được định nghĩa cho giao diện V5. Sự khác nhau ở chỗ LLDN còn bao gồm các hệ thống truyền dẫn feeder (FTS-Feeder Transmission System) và các phần số ở đầu xa (rDS-remote Digital section) nào nếu chúng có mặt.

Một FTS cho phép headend của mạng truy nhập được đặt cách xa host exchange của nó. FTS có thể có dạng một vòng SDH với các bộ ghép kênh xen kẽ tại host exchange và cũng tại các vị trí headend của mạng truy nhập. Nếu trễ truyền dẫn chấp nhận được, FTS có thể cho phép một mạng truy nhập được bố trí trong một quốc gia hoặc một châu lục này và host exchange đặt tại một quốc gia hoặc châu lục khác.

Mạng truy nhập bao gồm hai tầng. Tầng thứ nhất đảm trách lưu lượng giữa host exchange và các đầu xa. Tầng thứ hai đảm trách các lưu thoại nhỏ hơn giữa các đầu xa và các đích đến cuối cùng. Nó cũng có thể thực hiện toàn bộ quá trình truyền dẫn theo một hệ thống truyền dẫn quang phức tạp duy nhất. Hệ thống này có thể được phép phân tập định tuyến đến các vị trí đầu xa để đảm bảo độ an toàn và có thể vận hành với cự ly rộng lớn đến các điểm cuối ở xa.

### 3.3.2 Kiến trúc dịch vụ trong giao diện V5

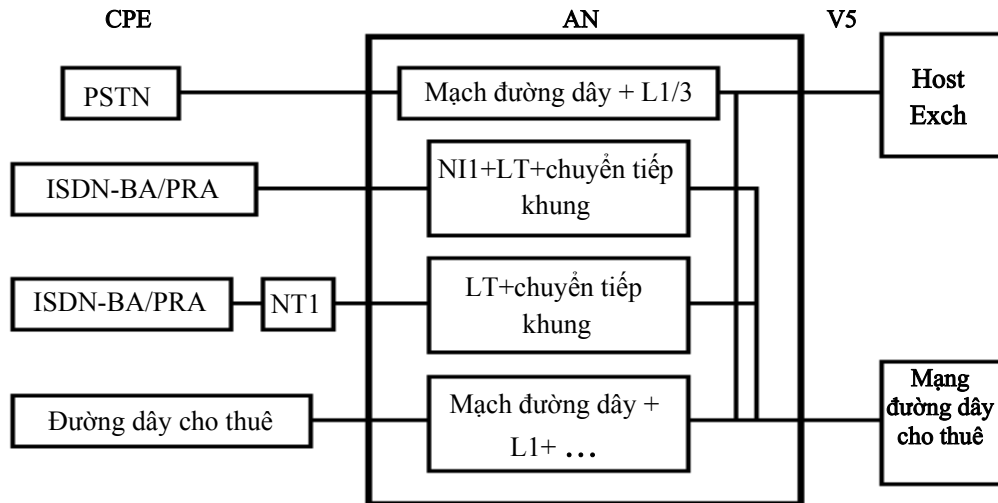
Có bốn loại dịch vụ đặc trưng chung có thể được hỗ trợ tại một cổng người dùng liên quan đến một giao diện V5, nhưng chỉ có tối đa ba trong số đó có thể được hỗ trợ cùng một lúc. Loại dịch vụ đặc trưng chung thứ nhất là dịch vụ theo yêu cầu hoặc dùng cho ISDN hoặc dùng cho PSTN, trong đó kết nối sẽ do host exchange thiết lập vào lúc khởi tạo mỗi cuộc gọi. Ngoài dịch vụ theo yêu cầu còn có hai loại dịch vụ cho thuê. Dịch vụ cho thuê khác với dịch vụ theo yêu cầu ở chỗ kết nối được tạo ra theo cấu hình của mạng và không được thiết lập cho từng cuộc gọi riêng lẻ.

Loại dịch vụ cho thuê thứ nhất là dịch vụ cho thuê cố định. Nó được xử lý qua một mạng đường dây cho thuê tách biệt khỏi host exchange. Các cổng người dùng chỉ hỗ trợ các dịch vụ cho thuê cố định không phụ thuộc vào các giao diện V5, bởi vì không có sự liên quan đến host exchange. Loại dịch vụ cho thuê thứ hai là dịch vụ bán cố định, trong đó lưu lượng được định tuyến qua một host exchange trên một giao diện V5, nhưng kết nối do cấu hình mạng thiết lập và không thiết lập cho mỗi cuộc gọi. Giao diện V5 chỉ cho phép các kênh B 64 Kbps được sử dụng cho các dịch vụ bán cố định, bởi vì các host exchange băng hẹp được thiết kế để kết nối các kênh 64 Kbps.

Các cổng người dùng liên quan đến giao diện V5 và hỗ trợ các dịch vụ theo yêu cầu được phân chia ra thành các cổng người dùng PSTN hoặc ISDN, bất chấp việc các dịch vụ cho thuê nào đó được hỗ trợ tại cổng người dùng này. Việc phân chia này chỉ có ý nghĩa đối với các cổng người dùng ISDN, bởi vì một cổng chỉ có phân loại thành cổng PSTN nếu nó hỗ trợ dịch vụ PSTN theo yêu cầu, và nó không để lại kênh khả dụng cho các dịch vụ cho thuê nào đó. Kênh D của một người dùng ISDN thường xuyên được kết nối đến host exchange qua giao diện V5, bởi vì kênh D duy trì việc điều khiển cuộc gọi cho các dịch vụ theo yêu cầu. Một giao diện V5.1 chỉ có thể hỗ trợ ISDN tốc độ cơ bản, bởi vì nó không có đủ dung lượng cho ISDN tốc độ sơ cấp. Một giao diện V5.2 có thể hỗ trợ cả ISDN tốc độ cơ bản và tốc độ sơ cấp.

Mô hình kiến trúc cho các dịch vụ và các cổng được trình bày trong hình 3.8. Mô hình này bỏ qua FTS có thể có, bởi vì FTS là trong suốt và do vậy không có ảnh hưởng gì tới các cổng và các dịch vụ. Giữa các cổng ISDN với nhau có sự phân biệt là có và không có rDS, do chúng có các giao diện khác nhau tại mạng truy nhập. Bản chất của sự phối ghép tới các NT1 đầu xa cho ISDN không được đặc tả ở đây. Giao diện phối ghép tới một thiết bị đường dây cho thuê không được đặc tả do nó cũng không được tiêu chuẩn hóa.

Host exchange hỗ trợ các dịch vụ theo yêu cầu và các dịch vụ cho thuê bán cố định. Mạng đường dây cho thuê hỗ trợ các dịch vụ cho thuê cố định.



Hình 3.8: Kiến trúc dịch vụ

### 3.3.3 Giao diện V5.1

Đối với V5.1 chỉ có duy nhất một đường truyền thông báo hiệu S-ISDN (Signaling-ISDN) tương ứng với một khe thời gian duy nhất. Khe thời gian này có thể được các giao thức truyền thông khác hoặc các loại đường truyền thông ISDN khác dùng chung hoặc không dùng chung. Có thể có nhiều đường truyền thông P-ISDN (Packet-ISDN) và F-ISDN (Frame relay-ISDN) khác nhau sử dụng tối đa ba khe thời gian. Nếu chỉ có một khe thời gian được sử dụng cho tất cả các kênh truyền thông thì nó phải là khe thời gian 16, bởi vì giao thức điều khiển được bố trí tại đây.

Nếu hai khe thời gian được sử dụng cho các đường truyền thông, thì các khe này là các khe 15, 16. Giao thức điều khiển phải sử dụng khe thời gian 16 và ít nhất có một trong số các đường truyền thông hiện nhiên sẽ phải dùng khe thời gian 15 (xem hình 3.9). Ví dụ, có thể có các đường truyền thông F-ISDN trên cả hai khe thời gian. Tương tự như vậy, có thể có các đường truyền thông P-ISDN trên cả hai khe thời gian. Giao thức PSTN và đường truyền thông S-ISDN đều có thể sử dụng một trong hai khe 16 hoặc 15.

	CONTROL	PSTN	S-ISDN	F-ISDN	P-ISDN	
A-TS16						} Ví dụ 1
B-TS15						
A-TS16						} Ví dụ 2
B-TS15						

Hình 3.9: Các trường hợp gán của V5.1 với hai khe thời gian truyền thông

Nếu ba khe thời gian được sử dụng cho các đường truyền thông, thì các khe này là 16, 15, và 31 (xem hình 3.10). Giao thức điều khiển vẫn phải sử dụng khe 16. Do giao thức PSTN chỉ có thể sử dụng một khe thời gian duy nhất, cho nên cũng phải có các đường truyền thông ISDN hiện diện nếu ba khe thời gian được sử dụng. Có thể có các đường truyền thông F-ISDN, và P-ISDN

trên bất kỳ khe thời gian nào. Giao thức PSTN và đường truyền thông S-ISDN đều có thể sử dụng trong một khe thời gian 16, 15, hoặc 31.

	CONTROL	PSTN	S-ISDN	F-ISDN	P-ISDN	
A-TS16						Ví dụ 1
B-TS15						
C-TS31						
A-TS16						Ví dụ 2
B-TS15						
C-TS31						

Hình 3.10: Các trường hợp gán của V5.1 với ba khe thời gian truyền thông

### 3.3.4 Giao diện V5.2

Ngoài sự khác nhau về số luồng kết nối 2048 Kbps, giao diện V5.2 còn khác giao diện V5.1 ở hai khía cạnh chính. Thứ nhất, giao diện V5.2 hỗ trợ thêm các giao thức nội dịch (housekeeping), mà các giao thức này dùng chung một khe thời gian như giao thức điều khiển. Khía cạnh quan trọng thứ hai, giao diện V5.2 khác với giao diện V5.1 là nó có thêm các khe thời gian dự phòng phụ để nâng cao tính an toàn truyền thông (xem hình 3.11). Ngoài những khác biệt quan trọng này ra, V5.2 còn khác V5.1 ở chỗ có thể có thêm nhiều hơn một đường truyền thông S-ISDN, sao cho việc điều khiển cuộc gọi ISDN không bị giới hạn ở một khe thời gian V5 duy nhất. Điều này cần thiết mở rộng băng thông hơn mức bình thường để cung cấp cho việc điều khiển cuộc gọi khi có thêm các cổng ISDN được giao diện V5.2 hỗ trợ. Băng thông mở rộng hơn mức bình thường khi có thêm các cổng PSTN thì không cần thiết, bởi lẽ báo hiệu PSTN ít đòi hỏi hơn về băng thông.

Các khe thời gian	Link sơ cấp	Link thứ cấp	Các link khác
15	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn
16	Các giao thức nội dịch	Bảo vệ nội dịch	Tùy chọn
31	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn

Hình 3.11: Các khe thời gian truyền thông V5.2

### 3.3.5 Một số điểm khác nhau giữa V5.1 và V5.2

- V5.1 chỉ dùng một luồng 2.048 Kbps, trong khi V5.2 có thể có đến 16 luồng 2.048 Kbps trên một giao diện.
- V5.1 không có hỗ trợ chức năng tập trung trong khi V5.2 vốn được thiết kế để hỗ trợ chức năng tập trung bằng cách sử dụng một giao thức chuyên dụng BCC (Bearer Channel Connection protocol).
- V5.1 không hỗ trợ các cổng người dùng PRA-ISDN trong khi V5.2 có hỗ trợ.



- V5.1 không có khái niệm bảo vệ kênh thông tin, trong khi chức năng này được chấp nhận trong V5.2, khi mà giao diện V5.2 liên quan sử dụng nhiều hơn một luồng 2048 Kbps. Một giao thức đặc trưng, xem như một giao thức bảo vệ được cung cấp cho chức năng này.
- Giao thức điều khiển của V5.2 thì hơi khác với giao thức điều khiển của V5.1.

Giao diện V5.1 giữa AN và LE hỗ trợ các loại truy nhập sau đây:

- Truy nhập điện thoại tương tự.
- Truy nhập cơ bản (BA) ISDN.
- Các truy nhập số hoặc tương tự khác dùng kết nối bán cố định không cần tin tức báo hiệu kênh riêng ngoài băng tần điện thoại.

Giao diện V5.2 giữa AN và LE hỗ trợ các loại truy nhập sau đây:

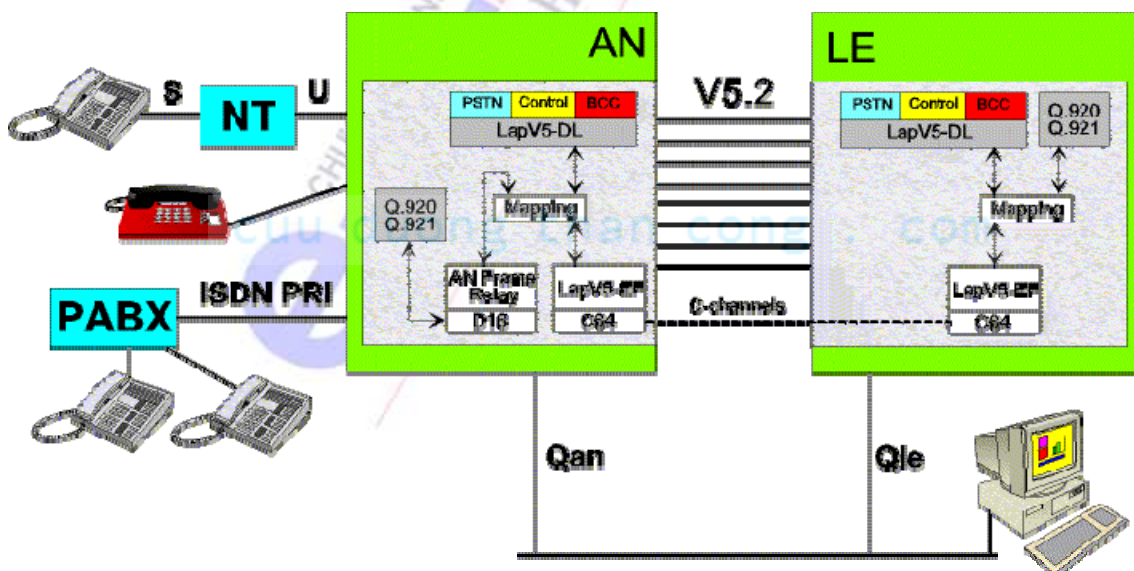
- Truy nhập điện thoại tương tự.
- Truy nhập cơ bản (BA) ISDN.
- Truy nhập tốc độ sơ cấp (PRA/PRI) ISDN.
- Các truy nhập số hoặc tương tự khác dùng kết nối bán cố định không cần tin tức báo hiệu kênh riêng ngoài băng tần điện thoại.

### 3.3.6 Chồng giao thức V5

Chồng giao thức V5 được sử dụng cho kết nối mạng truy nhập (AN-Access Network) đến tổng đài nội hạt (LE-Local Exchange). Nó được dùng cho các truy nhập sau đây:

- Truy nhập điện thoại tương tự.
- Truy nhập ISDN tốc độ cơ bản.
- Truy nhập ISDN tốc độ sơ cấp (V5.2).
- Các truy nhập số và tương tự khác đối với các kết nối bán cố định không cần tin tức báo hiệu kênh riêng ngoài băng.

#### 3.3.6.1 Nguyên lý cơ bản



Hình 3.12: Nguyên lý V5



Các giao diện V5 dựa trên cơ sở các giao diện G.703/G.704 có tốc độ 2.048 Kbps (E1). V5.1 (ETS 300 324) là một giao diện đơn 2.048 Kbps, trong khi V5.2 (ETS 300 347) có thể gồm một hoặc tối đa 16 luồng 2.048 Kbps. Lưu ý rằng AN thông thường tham chiếu kết cuối đường dây (LT-Line Termination) và LE như là kết cuối tổng đài (ET-Exchange Termination).

Khe thời gian 0 (TS0) sử dụng cho đồng bộ khung, báo lỗi, và giám sát thực thi lỗi bằng thủ tục CRC (Cyclic redundancy Check). Trong trường hợp của các luồng V5.2, TS0 còn sử dụng để giám sát tính đúng đắn kết nối vật lý luồng 2.048 Kbps. Có đến ba khe thời gian trong mỗi luồng 2048 Kbps có thể được chỉ định là các **called- communication channel** (C- Channel). Các kênh C này truyền dẫn báo hiệu PSTN, tín tức kênh D ISDN, tín tức điều khiển, và trong trường hợp của V5.2 là giao thức kết nối kênh bearer (**BCC-Bearer Channel Connection** protocol) và giao thức bảo vệ. Tất cả khe thời gian 64 Kbps không phải là kênh C thì là kênh B của PSTN hoặc ISDN hoặc có thể là các kênh tương tự hoặc số thuê riêng.

### 3.3.6.2 Cấu trúc khung của tín hiệu 2M

Đa khung phụ (SMF)	Khung số	Bits 1 đến 8 của TS 0							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I	0	C1	0	0	1	1	0	1	1
	1	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	2	C2	0	0	1	1	0	1	1
	3	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	4	C3	0	0	1	1	0	1	1
	5	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	6	C4	0	0	1	1	0	1	1
	7	0	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
II	8	C1	0	0	1	1	0	1	1
	9	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	10	C2	0	0	1	1	0	1	1
	11	1	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	12	C3	0	0	1	1	0	1	1
	13	E	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	14	C4	0	0	1	1	0	1	1
	15	E	1	A	Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
<p><b>E:</b> Các bit chỉ thị lỗi CRC-4</p> <p><b>Sa4 đến Sa8:</b> Các bit dự phòng, có thể được dùng cho các mục đích DCN</p> <p><b>C1 đến C4:</b> Các bit CRC-4</p> <p><b>A:</b> Chỉ thị cảnh báo từ xa</p>									

Hình 3.13: Cấu trúc đa khung của tín hiệu 2M G.703/G.704

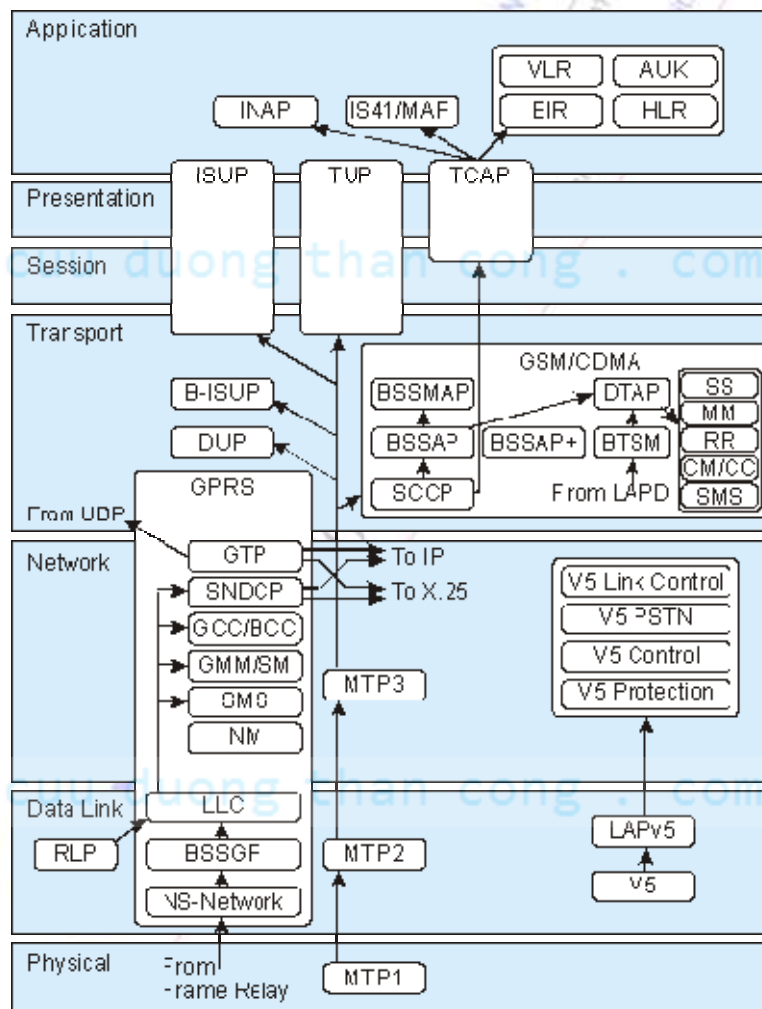
	1	2	3	4	5	6	7	8
				Sa4	Sa5	Sa6	Sa7	Sa8
	Framing			Sync.	--	V5	--	

Hình 3.14: TS0 của tín hiệu 2M G.703/G.704 trong V5.2

Bit Sa7 dùng để điều khiển luồng chỉ khi nào giao diện sử dụng là V5.2. Bit Sa4 dùng để đồng bộ và là một tùy chọn phụ thuộc yêu cầu cung cấp. Trong truy nhập ISDN PRA sử dụng Sa4 đến Sa6 để quản lý luồng.

### 3.3.6.3 Các giao thức V5

Các giao thức V5 và các giao thức điện thoại khác được mô tả trong hình bên dưới có liên hệ đến mô hình OSI.



Hình 3.15: Các giao thức V5 liên quan đến mô hình OSI

### LAPV5-EF (Link Access Protocol V5-Envelope Function)

Các lớp phụ của LAPV5-EF trao đổi thông tin giữa AN và LE. Khuôn dạng của khung như sau:

8	1	Otet
Cờ: 0 1 1 1 1 1 1 0	1	
Trường địa chỉ EF	2	
	3	
Tin tức	4...n-3	
Chuỗi kiểm tra khung (FCS)	n-2	
	n-1	
Cờ: 0 1 1 1 1 1 1 0	n	

*Cấu trúc khung EF*

Trường địa chỉ EF (Envelope Function):

Trường địa chỉ EF bao gồm hai octet. Khuôn dạng của trường địa chỉ EF như sau:

3-8	2	1
Địa chỉ EF	0	EA0
Địa chỉ EF (tiếp theo)		EA1

*Trường địa chỉ EF*

Địa chỉ EF (Envelope Function):

Địa chỉ EF là một số 13 bit, với ba bit cố định, bao gồm các giá trị từ 0 đến 8191.

*EA (Extension Address):*

Bit đầu tiên của trường EF là bit mở rộng địa chỉ. Bit thứ hai của octet thứ nhất là bit C/R (Command/Response) của khung ISDN, nhưng ở đây nó được cài đặt bằng 0 vì chức năng của nó do bit C/R của lớp con liên kết dữ liệu bên trong thực hiện.

Trường tin tức:

Trường EI (Envelope Information) của một khung theo sau trường địa chỉ EF và trước trường FCS (Frame Check Sequence). Các nội dung của trường EI chứa một số nguyên các octet. Số octet tối đa mặc định của trường EI là 533 octet. Số octet tối thiểu của trường EI là 3 octet.

*FCS (Frame Check Sequence):*

FCS được định nghĩa trong phần 2.1 của chuẩn G.921.

### LAPV5-DL (LAPV5-DataLink)

Các lớp phụ của LAPV5-DL định nghĩa trao đổi tin tức peer-to-peer giữa AN và LE. Các khung LAPV5-DL có thể có hoặc không có một trường tin tức. Khuôn dạng của các khung như sau:

8 7 6 5 4 3 2 1	Octet	8 7 6 5 4 3 2 1	Octet
Địa chỉ link	1	Địa chỉ link	1
	2		2
Điều khiển	3	Điều khiển	3
	...		...
		Tin tức	N

Khuôn dạng A                      Khuôn dạng B

*Cấu trúc lớp phụ LAPV5-DL*

Địa chỉ link:

Địa chỉ V5 data link là một số 13 bit các giá trị nằm trong dãy từ 0 đến 8.175 sẽ không sử dụng để xác định một thực thể giao thức lớp 3, bởi vì dãy đó được sử dụng để xác định các cổng người dùng ISDN.

Điều khiển:

Xác định loại khung trong đó hoặc là một lệnh hoặc là đáp ứng. Trường điều khiển chứa các số thứ tự, ở đó có thể dùng được.

Tin tức:

Là một số nguyên các octet. Số tối đa các octet trong trường tin tức là 260.

**V5-Link Control**

Giao thức V5 Link Control được gọi đi bởi AN hoặc LE để truyền đạt tin tức yêu cầu cho sự phối hợp của các chức năng điều khiển luồng trong mỗi luồng 2.048 Kbps riêng biệt. Khuôn dạng của giao thức V5 Link Control như sau:

8	7	1	Octet
Bộ phận phân biệt giao thức			1
Địa chỉ lớp 3			2
Địa chỉ lớp 3 ( tiếp theo)			3
0	Loại bản tin		4
Các thành phần tin tức khác			.v.v.

*Cấu trúc giao thức điều khiển luồng*

Bộ phận phân biệt giao thức:

Phân biệt giữa các bản tin tương ứng với một trong các giao thức V5.

Địa chỉ lớp 3:

Xác định thực thể lớp 3. Trong giao diện V5, mà nó phát hoặc nhận bản tin ứng dụng.

Loại bản tin:

Xác định chức năng của bản tin được gọi đi hoặc nhận về. Loại bản tin có thể là LINK CONTROL hoặc LINK CONTROL ACK.

Các thành phần tin tức khác:

Chỉ có IE của giao thức điều khiển luồng mới có chức năng điều khiển luồng. Khuôn dạng của nó như sau:

8	7	1	Octet
0 0 1 0 0 0 0 1			1
Chiều dài của chức năng điều khiển luồng			2
1	Chức năng điều khiển luồng		3

*IE chức năng điều khiển luồng*

**V5-BCC (V5-Bearer Channel Connection)**

Giao thức V5-BCC cung cấp các điều kiện cho LE để yêu cầu AN thiết lập và giải tỏa các kết nối giữa các cổng người dùng AN đặc trưng và các khe thời gian giao diện V5 đặc trưng. Nó chấp nhận các kênh mang giao diện V5 được định vị trí hay không do các quá trình xử lý độc lập. Có thêm một trình xử lý nữa hoạt động tại bất kỳ mỗi thời điểm để đưa ra một cổng người dùng. Khuôn dạng giao thức V5-BCC như sau:

8	7	1	Octet
Phần tử phân biệt giao thức			1
Số tham chiếu BCC			2
			3
0	Loại bản tin		4
Các thành phần tin tức khác			v.v.

*Cấu trúc giao thức lớp 3*

Phần tử phân biệt giao thức:

Phân biệt giữa các bản tin tương ứng với một trong các giao thức V5.

Số tham chiếu BCC:

Thành phần tin tức số tham chiếu BCC là đặc trưng giao thức BCC. Nó dùng để định vị thành phần tin tức địa chỉ lớp 3 trong cấu trúc bản tin chung cũng như xác định các giao thức trong lớp 3. Số tham chiếu BCC xác định tiến trình giao thức BCC. Trong giao diện V5, nó phát hoặc nhận bản tin ứng dụng.

Giá trị số tham chiếu BCC là một giá trị ngẫu nhiên được tạo ra bởi thực thể (AN hoặc LE) tạo ra tiến trình giao thức BCC mới. Điều cần thiết là các giá trị không được lặp lại trong các bản tin cho dù một tiến trình giao thức khác được yêu cầu (trong cùng một hướng), cho đến khi tiến trình BCC cũ được hoàn thành và số tham chiếu BCC bị xóa. Thành phần tin tức số tham chiếu BCC là một phần của mào đầu (header) bản tin sẽ là phần thứ hai của mỗi bản tin (nằm sau thành phần tin tức phân biệt giao thức). Trong trường hợp bất kỳ, một tiến trình tạo ra các chỉ thị lỗi, số tham chiếu BCC sẽ không được sử dụng lại cho đến khi thời gian hiệu lực đã trôi qua do các bản tin chứa cùng số tham chiếu BCC đến trễ.

Độ dài của thành phần tin tức số tham chiếu BCC là 2 octet. Nó có khuôn dạng như sau:



8	7	1	Octet
ID nguồn	Giá trị số tham chiếu BCC		1
0	0	Giá trị số tham chiếu BCC	2

*Thành phần số tham chiếu BCC*

*ID nguồn:*

Trường 1 bit đặc trưng cho thực thể (AN hoặc LE) tạo ra số tham chiếu BCC. Mã hóa của trường này bằng zero cho một LE và một AN tạo ra tiến trình.

*Giá trị số tham chiếu BCC:*

Trường 13 bit dùng cung cấp mã nhị phân để xác định tiến trình BCC.

*Loại bản tin:*

Xác định chức năng của bản tin được gửi đi hoặc nhận về. Có các loại bản tin như sau:

- ALLOCATION
- ALLOCATION COMPLETE
- ALLOCATION REJECT
- DE-ALLOCATION
- DE-ALLOCATION COMPLETE
- DE-ALLOCATION REJECT
- AUDIT
- AUDIT COMPLETE
- AN FAULT
- AN FAULT ACKNOWLEDGE
- PROTOCOL ERROR

*Các thành phần tin tức khác:*

Các thành phần tin tức đặc trưng cho BCC như sau:

- Nhận dạng cổng người dùng
- Nhận dạng kênh của cổng ISDN
- Nhận dạng khe thời gian V5
- Ánh xạ đa khe
- Nguyên nhân từ chối
- Nguyên nhân lỗi giao thức
- Kết nối không thành công

## V5-PSTN

Đặc trưng giao thức báo hiệu và giao thức PSTN ghép lớp trong giao diện V5 dựa trên cơ sở giao thức tác nhân gây kích thích (Stimulus) mà trong đó nó không điều khiển tiến trình cuộc gọi trong AN, nhưng dĩ nhiên nó chuyển giao thông tin về trạng thái đường dây thuê bao tương tự trên giao diện V5. Giao thức V5 PSTN được sử dụng kết hợp với thực thể giao thức quốc gia trong LE. Thực thể giao thức quốc gia trong LE được dùng cho các đường dây của khách hàng mà chúng được nối trực tiếp đến LE, nó cũng được dùng để điều khiển các cuộc gọi trên các đường dây thuê bao khách hàng khi chúng được kết nối thông qua giao diện V5. Trong các chuỗi thời gian tới hạn, nó cần thiết để tách các chuỗi báo hiệu nào đó ( ví dụ, các chuỗi compelled) từ thực thể giao thức quốc gia đưa vào trong phần AN của thực thể giao thức quốc gia. Giao thức V5 PSTN có một phần nhỏ chức năng mà nó có liên quan đến việc thiết lập đường thông, giải tỏa đường thông trong giao diện V5, giải pháp cho việc xung đột cuộc gọi trong giao diện V5, và điều khiển các cuộc gọi mới trong các điều kiện quá tải trong LE. Phần lớn giao thức V5 PSTN không làm rõ ràng các tín hiệu đường dây , nhưng đơn giản truyền dẫn trong suốt giữa công người dùng trong AN và thực thể giao thức quốc gia trong LE.

Khuôn dạng của header được cho trong hình sau:

8		1	Octet
	Phần tử phân biệt giao thức	1	1
	Địa chỉ lớp 3	1	2
	Địa chỉ lớp 3 (các bit thấp)		3
0	Loại bản tin		4
	Các thành phần tin tức khác		v.v.

Cấu trúc header PSTN

### Phần tử phân biệt giao thức:

Phân biệt giữa các bản tin tương ứng với một trong các giao thức V5. Giá trị phần tử phân biệt giao thức của PSTN là 01001000.

### Địa chỉ lớp 3:

Địa chỉ này xác định thực thể lớp 3 ở trong giao diện V5 mà nó phát hoặc nhận bản tin ứng dụng.

### Loại bản tin:

Xác định chức năng của bản tin sẽ gọi hoặc nhận. Có các loại bản tin trong PSTN như sau:

- ESTABLISH
- ESTABLISH ACK
- SIGNAL
- STATUS
- STATUS ENQUIRY
- DISCONNECT
- DISCONNECT COMPLETE
- PROTOCOL PARAMETER

Các thành phần tín tức khác:

Đối với PSTN có các thành phần tín tức như sau:

***Các thành phần tín tức có một octet:***

- Pulse-notification.
- Line-information.
- State.
- Autonomous-signalling-sequence.
- Sequence-response.

***Các thành phần tín tức có kích thước thay đổi:***

- Sequence-number.
- Cadenced-ringing.
- Pulsed-signal.
- Steady-signal.
- Digit-signal.
- Recognition-time.
- Enable-autonomous-acknowledge.
- Disable-autonomous-acknowledge.
- Cause.
- Resource-unavailable.

**V5-Control**

Cấu trúc của giao thức V5 Control cho trong hình sau đây:

8	7		1	Octet
Phần tử phân biệt giao thức				1
Địa chỉ lớp 3		0	0	2
Địa chỉ lớp 3 (tiếp theo)			1	3
0	Loại bản tin			4
Các thành phần tin tức khác				v.v.

*Cấu trúc giao thức điều khiển*

Phần tử phân biệt giao thức:

Phân biệt giữa các bản tin tương ứng với một trong các giao thức V5.

Địa chỉ lớp 3:

Xác định thực thể lớp 3 trong giao diện V5.2 mà nó phát hoặc nhận bản tin ứng dụng.

Loại bản tin:

Xác định chức năng của bản tin sẽ được gửi hoặc nhận. Có các loại bản tin của điều khiển sau đây:

- PORT CONTROL
- PORT CONTROL ACK
- COMMON CONTROL
- COMMON CONTROL ACK

Các thành phần tin tức khác:

Đối với điều khiển có các thành phần tin tức như sau:

***Các thành phần tin tức có một octet***

- Performance grading
- Rejection cause

***Các thành phần tin tức có kích thước thay đổi***

- Control function element
- Control function ID
- Variant Interface ID

#### **V5-Protection**

Giao diện V5 đơn bao gồm tối đa 16 luồng 2.048 Kbps. Tùy thuộc vào kiến trúc giao thức và cấu trúc ghép kênh của đường truyền thông, mà việc vận chuyển tin tức có thể liên kết với một vài luồng 2048 Kbps. Sự cố của đường truyền dẫn làm cho dịch vụ của một số lớn thuê bao không thực hiện được. Đây thật sự là mối quan tâm của giao thức BCC, giao thức điều khiển, và giao thức điều khiển luồng, ở đó các công người dùng bị ảnh hưởng bởi một sự cố có liên quan đến đường truyền.

Nhằm tăng cường độ tin cậy của giao diện V5, một qui trình bảo vệ được xây dựng cho các kết nối chuyển mạch khi có sự cố xảy ra. Các cơ chế bảo vệ được sử dụng để bảo vệ tất cả các kênh C đang ở chế độ tích cực. Cơ chế bảo vệ này cũng bảo vệ cả kênh C dùng để truyền giao thức bảo vệ (tự bảo vệ). Ngoài ra, các cờ liên tục được giám sát trong tất cả các kênh C vật lý (các kênh C ở chế độ tích cực và chế độ chờ) nhằm bảo vệ chống lại các sự cố mà chúng không được bảo vệ bởi các cơ chế bảo vệ trong lớp 1. Nếu có một sự cố xảy ra trong kênh C đang ở chế độ chờ (standby) thì đơn vị quản trị mạng được thông báo và kết quả là chuyển mạch kênh C ở chế độ chờ thành chế độ không hoạt động.

Cấu trúc của giao thức bảo vệ được cho trong hình sau:

8	7			1	Octet
Phần tử phân biệt giao thức					1
Địa chỉ lớp 3			0	0	2
Địa chỉ lớp 3 (tiếp theo)				1	3
0	Loại bản tin				4
Các thành phần tin tức khác					v.v.

Cấu trúc giao thức bảo vệ

Phần tử phân biệt giao thức:

Phân biệt giữa các bản tin tương ứng với một trong các giao thức V5.

Địa chỉ lớp 3:

Xác định thực thể lớp 3 trong giao diện V5.2 mà nó phát hoặc nhận bản tin ứng dụng.

Loại bản tin:

Xác định chức năng của bản tin sẽ được gửi hoặc nhận. Có các loại bản tin của giao thức bảo vệ sau đây:

- SWITCH-OVER REQ
- SWITCH-OVER COM
- OS-SWITCH-OVER COM
- SWITCH-OVER ACK
- SWITCH-OVER REJECT
- PROTOCOL ERROR
- RESET SN COM
- RESET SN ACK

Các thành phần tin tức khác:

Đối với giao thức bảo vệ có các thành phần tin tức như sau:

***Các thành phần tin tức có kích thước thay đổi***

- 3 Sequence number
- 4 Physical C-channel identification
- 5 Rejection cause
- 6 Protocol error cause



### 3.4 x.DSL

#### 3.4.1 Giới thiệu

x.DSL là một họ công nghệ cung cấp truyền dẫn số trên đường dây điện thoại của mạng chuyển mạch nội hạt. Đường dây điện thoại, di sản phát minh của Alexander Graham Bell vào năm 1875 giờ đây có thể truyền tín hiệu hàng triệu bps. Sở dĩ điều này thực hiện được là nhờ áp dụng các kỹ thuật điều chế tinh xảo để đóng gói dữ liệu vào các đường dây điện thoại, các kỹ thuật truyền dẫn số phức tạp, đó là sự bù các suy giảm truyền dẫn trên đường dây điện thoại. x.DSL đôi khi được xem là một công nghệ ở dậm cuối cùng bởi vì nó chỉ được sử dụng cho các kết nối từ hệ thống tổng đài chuyển mạch thoại đến nhà khách hàng, hoặc văn phòng mà không dùng kết nối các tổng đài chuyển mạch với nhau.

Thông thường, tốc độ chiều xuống của DSL trong tầm từ 640 Kbps÷3 Mbps, hoặc trong trường hợp cá biệt từ 128 Kbps÷24 Mbps tùy thuộc vào công nghệ DSL và cấp độ dịch vụ yêu cầu. Thông thường tốc độ chiều lên thấp hơn tốc độ chiều xuống đối với ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) và bằng nhau đối với SDSL (Symmetric Digital Subscriber Line).

Joe Lechleider (Bellcore nay là Telcordia Technologies) đã phát triển ADSL vào năm 1988 bằng việc đặt các tín hiệu số băng rộng trên tín hiệu thoại tương tự băng tần cơ sở (baseband) có sẵn truyền giữa các tổng đài nội hạt và các khách hàng trên đôi dây cáp đồng xoắn đôi truyền thống.

Các công ty điện thoại của Mỹ đẩy mạnh phát triển DSL để cạnh tranh với cable modem. Dịch vụ DSL đầu tiên được cung cấp cho mạch cảnh báo (dry loop). Nhưng khi FCC (Federal Communications Commission) yêu cầu ILEC (Incumbent Local Exchange Carrier) cho thuê các đường dây của họ để các nhà cung cấp có sự cạnh tranh nhau như là Earthlink. Điều này cho phép một đôi dây đơn truyền dữ liệu (thông qua DSLAM) và tín hiệu thoại tương tự (thông qua tổng đài chuyển mạch kênh) trong cùng một lúc. Trong đó low-pass filter/splitter giữ cho các tín hiệu DSL tần số cao không lẫn lộn với tín hiệu thoại.

#### 3.4.2 Tốc độ, phạm vi bao phủ và giới hạn thiết kế của DSL

Độ lớn (ví dụ như năng lượng) tín hiệu điện giảm khi khoảng cách tăng do điện trở của dây dẫn tăng lên, và suy giảm tín hiệu càng lớn khi ở tần số càng cao. Năng lượng của tín hiệu tiêu hao trên đường dây tăng lên khi tốc độ và khoảng cách lớn lên. Phạm vi của mạch vòng DSL bị hạn chế do tín hiệu quá yếu để nhận biết chính xác.

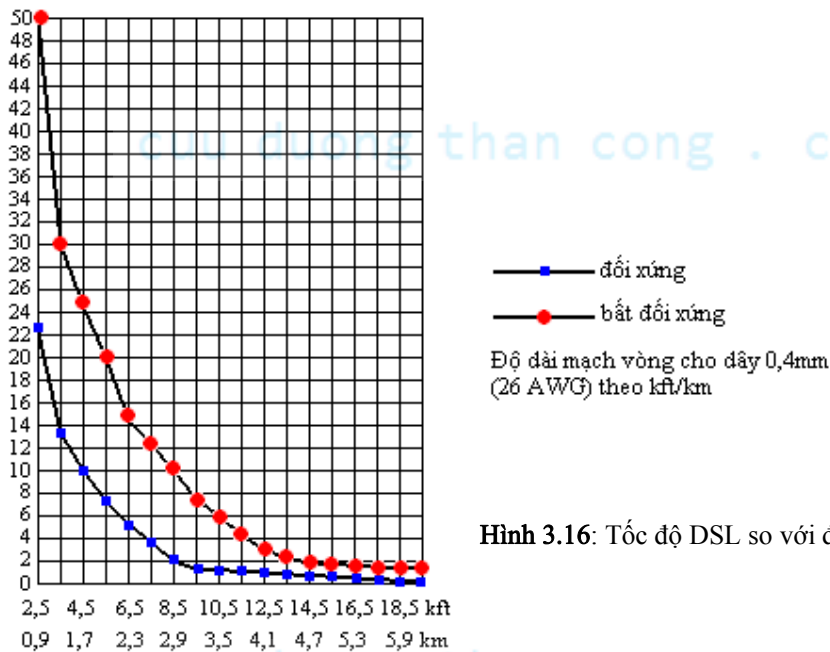
Để kéo dài tối đa khoảng cách truyền dẫn, bằng cách sử dụng kỹ thuật điều chế phức tạp, gởi tín hiệu đi với mức truyền tín hiệu và tần số nhất định. Đối với phương pháp truyền dẫn nhất định, tốc độ truyền dẫn tối đa giảm khi chiều dài tăng lên. Do đó có thể đạt được tốc độ truyền dẫn cao cho những mạch vòng ngắn và tốc độ thấp tương đối cho những mạch vòng dài hơn. Tốc độ dữ liệu đạt được còn phụ thuộc vào các yếu tố khác và xuyên âm (nhiều tín hiệu từ các đôi dây khác trong cùng một cáp). Mức truyền tín hiệu 2,5 V cho hệ thống ISDN cơ bản (BRI) trên mạch vòng có chiều dài tối đa có thể suy giảm tới 42 dB. Tín hiệu thu với mức biên độ đỉnh nhỏ có thể chấp nhận là 20 mV. Hệ thống BRI có nhiệm vụ quan trọng là khôi phục tín hiệu khi chúng chỉ bằng 1/125 tín hiệu phát. Các giá trị qui định cho hệ thống DSL được cho ở dưới đây.

Loại DSL (tốc độ)	Mức đỉnh truyền (V)	Năng lượng tín hiệu suy giảm tối đa (dB)	Mức đỉnh nhận tối thiểu (V)
BRI 2B1Q (144 Kbps)	2,5	42	0,02
HDSL 2B1Q (1,5 Mbps)	2,5	35	0,045
ADSL DMT (1,5 Mbps)	15*	45	0,085
VDSL SDMT (26 Mbps)	3-4	30	0,09-0,12

\* Mức điện áp đỉnh ADSL phụ thuộc vào bộ phát; trong một số trường hợp mức điện áp đỉnh có thể vượt quá 15V. Thông thường với mức truyền 20dB, mức tín hiệu ADSL truyền trung bình là 3,1V và điện áp tín hiệu thu được là 0,02V đối với mạch có chiều dài tối đa.

Tốc độ truyền dẫn gần đúng có thể đạt được theo độ dài đường dây. Trong hình 3.16, đường cong dưới là truyền dẫn đối xứng, đường cong trên là tốc độ thu cho truyền dẫn bất đối xứng với tỉ lệ bất đối xứng là 10:1. Vì vậy tốc độ phát bằng khoảng 1/10 lần như chỉ ra ở trong hình. Giả thiết nhiễu xuyên âm là 6 dB. Biểu đồ này cho thấy lợi thế của truyền dẫn bất đối xứng, đó là tốc độ truyền dẫn thu cao hơn rất nhiều.

Tốc độ đường dây (Mbps)

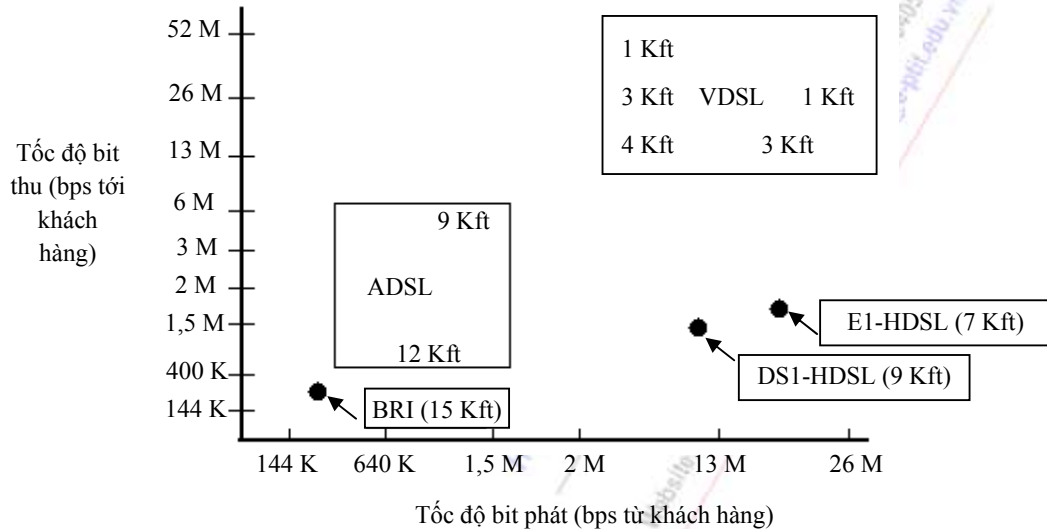


Hình 3.16: Tốc độ DSL so với độ dài mạch vòng

Các DSL được thiết kế ở giới hạn 6dB tỷ số tín hiệu trên tạp âm (SNR-Signal to Noise ratio). Điều này có nghĩa là DSL có BER (Bit Error Rate) là  $10^{-7}$  khi năng lượng tín hiệu nhiễu là 6 dB tức lớn hơn mô hình xuyên âm được định nghĩa là “tệ hại nhất”. Trong nhiều trường hợp, mô hình xuyên âm tệ hại nhất là trong nhóm 50 đôi dây có 49 nguồn nhiễu xuyên âm. Nếu chỉ có Gaussian, 6 dB gây ra mức lỗi là  $10^{-24}$ . Tuy nhiên trên thực tế, nhiễu thường là non-Gaussian. Do đó trên thực tế, với mức 6dB đảm bảo các DSL hoạt động ở BER tốt hơn  $10^{-9}$  và các DSL sẽ cung cấp dịch vụ tin cậy, thậm chí khi môi trường truyền dẫn kém hơn mức bình thường.

Giá trị 6dB xuất phát từ tiêu chuẩn ANSI ISDN cơ bản trong T1D1.3 (trước đó là T1E1.4) vào năm 1985 do Richard McDonald của Bellcore đưa ra. Như mô tả ở T1E1.4/95-133, giới hạn

6dB vẫn là giá trị hợp lý. Giá trị này áp dụng cho nhiều loại cáp (cáp bị lão hóa, cáp nổi, cáp bị ướt), nhiễu bổ sung ở tổng đài nội hạt, dây thuê bao, các nguồn nhiễu khác, thiết kế bộ thu phát không hoàn hảo, và lỗi nhà sản xuất. Mức giới hạn thiết kế là sự phối hợp giữa việc đảm bảo hoạt động tin cậy trong mọi trường hợp và khả năng cho phép độ dài mạch vòng tối đa. Các phương pháp truyền dẫn phức tạp có thể đạt được chất lượng làm việc tốt hơn, nhưng vẫn cần các giới hạn thiết kế. Tuy nhiên, các hệ thống đo giới hạn khi khởi động có thể cung cấp cho người lắp đặt ngay lập tức chỉ số cho biết liệu mạch vòng có giới hạn hay không.



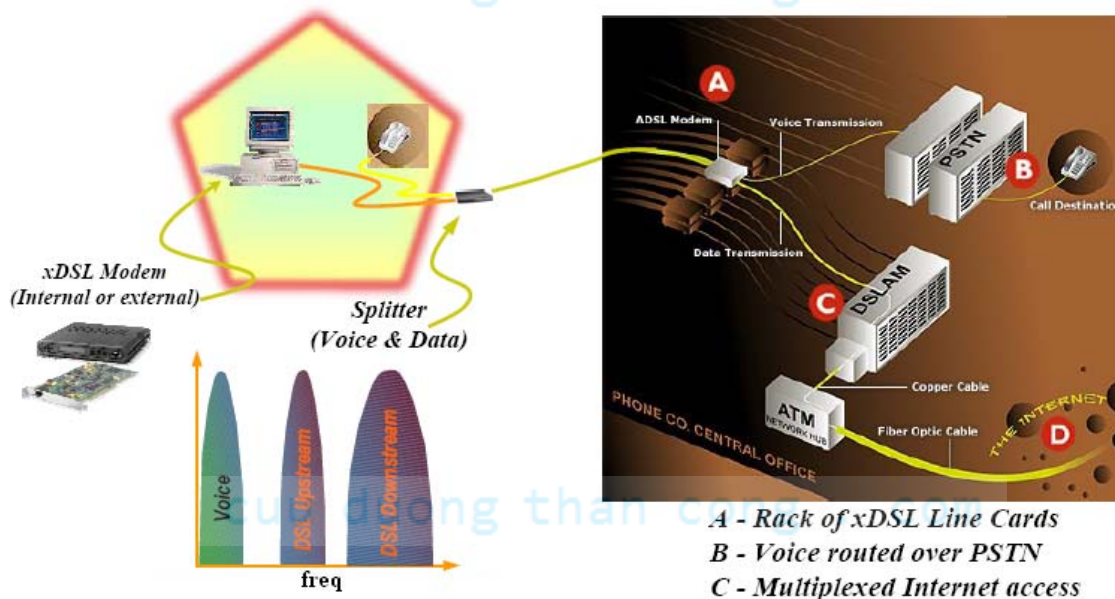
Hình 3.17: Tốc độ bit DSL cùng với độ dài mạch vòng cho dây 26 AWG (Kft không có bộ lặp)

### 3.4.3 Các loại DSL

Acronym	Description	Standard(s)	Modulation	Number of pairs	Line bit rate	Approximate passband frequencies
ADSL	Asymmetric DSL	ANSI T1.413, ITU G.992.1	Discrete multi-tone (DMT)	one	Up to ~ 1 Mbps upstream, up to ~ 8 Mbps downstream	25 to 138 kHz upstream, 25 to 1104 kHz downstream
G.lite	"Splitterless" ADSL	ITU G.992.2, ANSI T1.419	DMT	one	Up to ~ 1 Mbps upstream, up to ~ 1.5 Mbps downstream	25 to 138 kHz upstream, 25 to 552 kHz downstream
ISDN, BRI or BA	Integrated services digital network (ISDN) basic-rate (BRI), or basis access (BA)	ANSI T1.601 ITU G.961	2B1Q	one	160 kbps symmetric	0 to 80 kHz
RADSL	Rate adaptive DSL	ANSI T1.TR.59	Carrierless Amplitude / Phase (CAP), a type of QAM	one	Up to ~ 1 Mbps upstream, up to ~ 8 Mbps downstream	25 kHz to 138 kHz upstream, 25 kHz to 1104 kHz downstream
HDSL	High-bit-rate DSL	ITU G.991.1, ETSI TS 101 135, ANSI T1.TR.28,	2B1Q	two	1.544 Mbps symmetric	0 to 370 kHz

HDSL2	High-bit-rate DSL, 2 <sup>nd</sup> generation	ANSI T1.418 ITU G.991.2	16-level Trellis coded (TC) PAM	one	1.544 Mbps symmetric	0 to 300 kHz upstream, 0 to 440 kHz downstream
HDSL4	4-wire High-bit-rate DSL 2 <sup>nd</sup> generation	ITU G.991.2, ANSI T1.418	16-level Trellis coded (TC) PAM	two	1.544 Mbps symmetric	0 to 130 kHz upstream, 0 to 400 kHz downstream
SDSL	Symmetric DSL	ETSI TS 101 524	2B1Q	one	Up to 2320 kbps symmetric	0 to 700 kHz
G.shdsl	Single-pair High-speed DSL	ITU G.991.2, ANSI T1.422	16-level Trellis coded (TC) PAM	one	Up to 2320 kbps symmetric	0 to 400 kHz
VDSL	Very-high-bit-rate DSL	ANSI trial-use standard T1.424, ITU G.vdsl, ETSI TS 101 270	DMT or QAM	one	Up to ~ 13 Mbps upstream, up to ~ 22 Mbps downstream	25 kHz to 12 MHz
T1 Line	T1 Line	ANSI T1.403	Alternate mark inversion (AMI)	two	1.544 Mbps symmetric	0 to 1.544 MHz
E1 Line	E1 Line	ITU G.703	High-density bipolar (HDB3)	two	2.048 Mbps symmetric	0 to 2.048 MHz

#### 3.4.4 Các thành phần thiết bị của hệ thống DSL



Hình 3.18: Các thành phần thiết bị chủ yếu trong hệ thống DSL

Công nghệ DSL bao gồm hai thành phần thiết bị thuộc hai phía đầu cuối, một phía đầu cuối thuộc CPE và phía đầu cuối kia là CO.

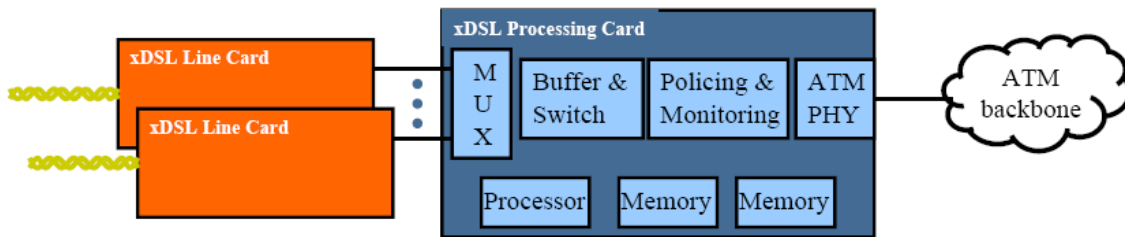
Khoảng cách giữa CPE và CO gọi là chiều dài mạch vòng. Đây là một yếu tố quyết định về tốc độ bit mà phía khách hàng có được. Nó tỉ lệ nghịch với khoảng cách tính từ CO của nhà cung

cấp dịch vụ DSL. Ngoài ra còn có những thách thức có dọc theo đường dây: nhiễu kênh truyền, tín hiệu dội, xuyên kênh, can nhiễu từ hệ thống vô tuyến nghiệp dư và các nguyên nhân gây suy yếu khác, chúng có thể làm suy giảm tốc độ truyền bit đến khách hàng.

Về mặt lý thuyết mà nói, DSL không có sự ảnh hưởng nhiều bởi những người sử dụng khác trong cùng khu vực, ngoại trừ có thể có một chút suy giảm phẩm chất của tín hiệu do bị xuyên kênh (crosstalk), khi mà có một vài kết nối DSL trong cùng một sợi cáp điện thoại.

Hình 3.18 mô tả cấu trúc kết nối các thành phần thiết bị trong hệ thống DSL. Mỗi thành phần thiết bị đảm nhiệm các chức năng của nó được trình bày như sau:

**DSLAM** (Digital Subscriber Line Access Multiplexer): DSLAM là một thiết bị mạng, thuộc nhà cung cấp dịch vụ và thường đặt tại tổng đài nội hạt. DSLAM tiếp nhận các tín hiệu từ các đường dây thuê bao số rồi thực hiện ghép kênh và ghép vào đường truyền **backbone**. Tùy thuộc vào sản phẩm, mà các bộ ghép kênh DSLAM kết nối các **DSL** với các mạng **ATM**, **frame relay**, hoặc **Internet Protocol**.



Hình 3.19: DSLAM

Các đôi dây cân bằng có suy hao càng lớn khi tần số càng cao, khoảng cách từ thuê bao đến DSLAM càng xa thì tốc độ dữ liệu cực đại càng bé. Mối quan hệ giữa khoảng cách và tốc độ dữ liệu cực đại được cho như sau:

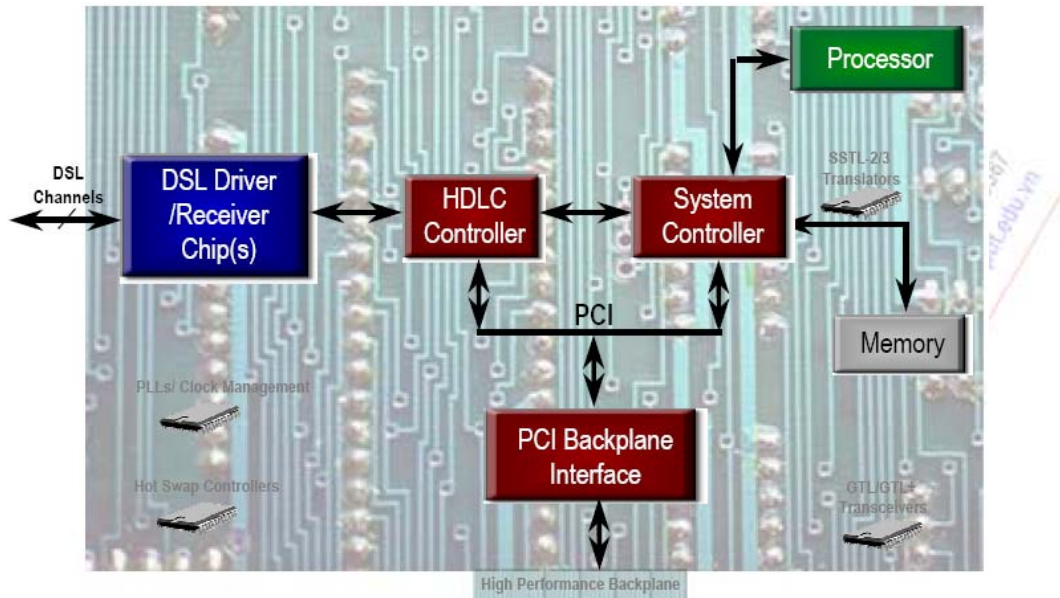
Tốc độ	Khoảng cách
25 Mbps	1000 feet ~300 m
24 Mbps	2000 feet ~600 m
23 Mbps	3000 feet ~900 m
22 Mbps	4000 feet ~1,2 km
21 Mbps	5000 feet ~1,5 km
19 Mbps	6000 feet ~1,8 km
16 Mbps	7000 feet ~2,1 km
⋮	⋮
1,5 Mbps	15000 feet 4,5 km
800 Kbps	17000 feet ~5,2 km

- Các card đường dây x.DSL được lắp đặt trong DSLAM để kết cuối tín hiệu x.DSL đến.
- DSLAM ghép các đường truy nhập x.DSL thành một đường tốc độ cao.



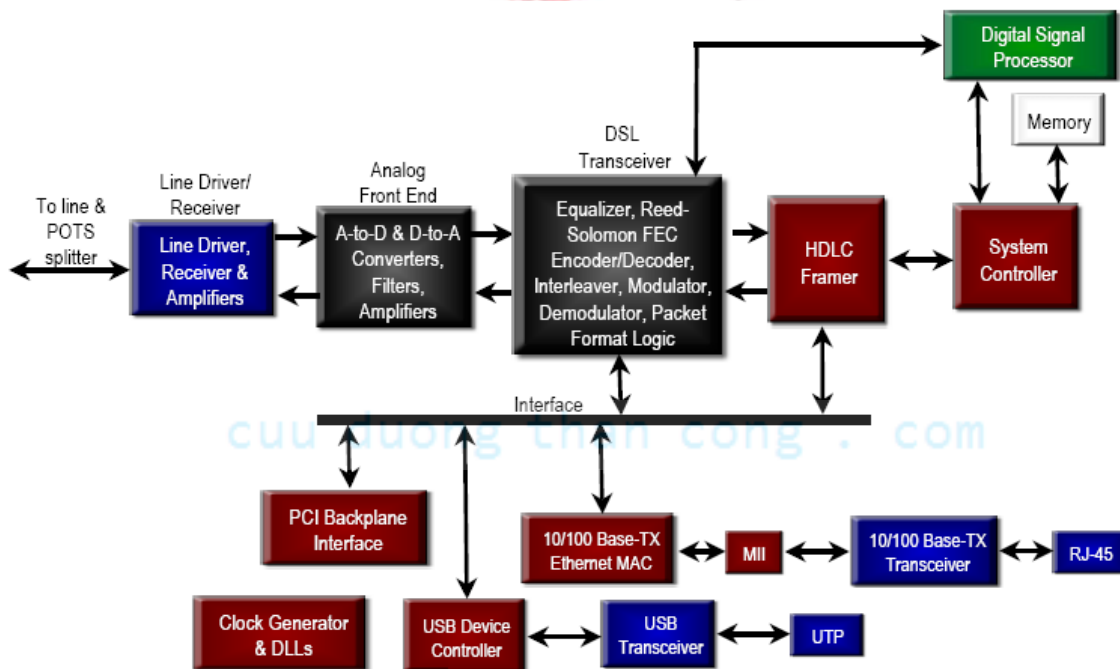
- Tín hiệu sau khi ghép được chuyển thành các cell ATM để gửi lên ATM backbone.

**x.DSL line card:**



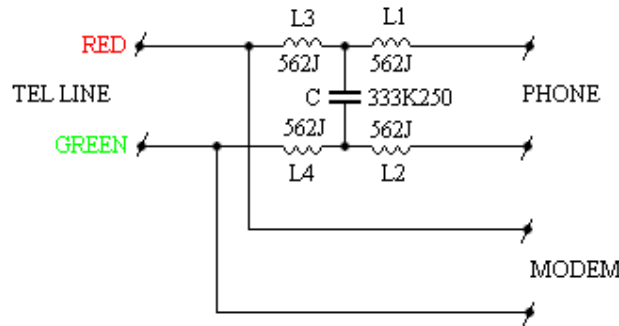
Hình 3.20: Sơ đồ khối x.DSL line card

**x.DSL modem/gateway:** là thiết bị lắp đặt tại CPE để thu phát các tín hiệu x.DSL, có thể lắp đặt bên ngoài hoặc tích hợp bên trong một máy tính. Một x.DSL gateway tích hợp chức năng của modem và router.



Hình 3.21: Sơ đồ khối x.DSL modem

Splitter/DSL filter:



Hình 3.22: PS200 DSL filter

### 3.4.5 Tương thích phổ của các hệ thống DSL

#### 3.4.5.1 Định nghĩa:

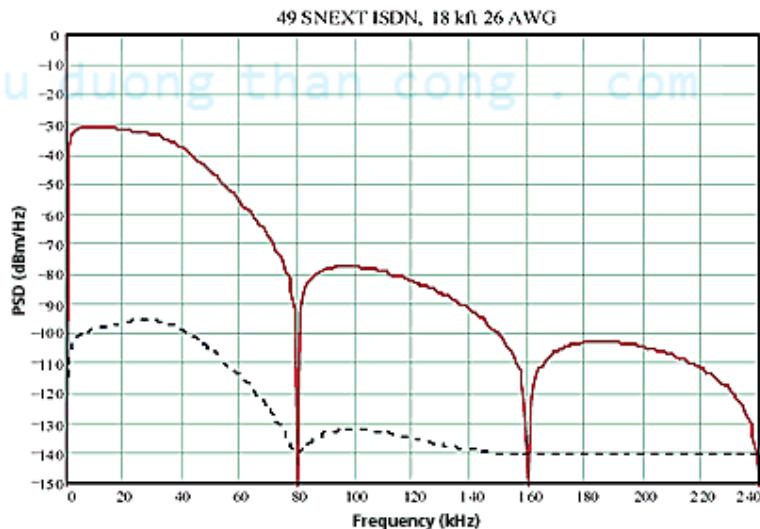
Tương thích phổ của hai hệ thống DSL được định nghĩa bởi sự ảnh hưởng của xuyên kênh (crosstalk) từ một hệ thống DSL này lên một hệ thống DSL kia trong cùng sợi cáp.

#### 3.4.5.2 Giới thiệu

Các DSL khác nhau trong sợi cáp sử dụng các băng tần khác nhau. Tùy thuộc vào năng lượng của tín hiệu và sắp xếp phổ tín hiệu, mà các loại hệ thống DSL khác nhau có thể hoặc không thể tương thích phổ với nhau. Ảnh hưởng xuyên kênh từ một hệ thống DSL này lên hệ thống DSL kia trong cùng sợi cáp sẽ xác định tính tương thích phổ của chúng. Trong thiết kế các hệ thống DSL, vấn đề tương thích phổ là quan trọng bởi vì sự triển khai bất kỳ một dịch vụ DSL mới nào cũng phải không làm ảnh hưởng đến các dịch vụ DSL đã có trong một sợi cáp. Ngược lại, các dịch vụ DSL đã có trong một sợi cáp cũng không làm ảnh hưởng đến việc triển khai một dịch vụ DSL mới.

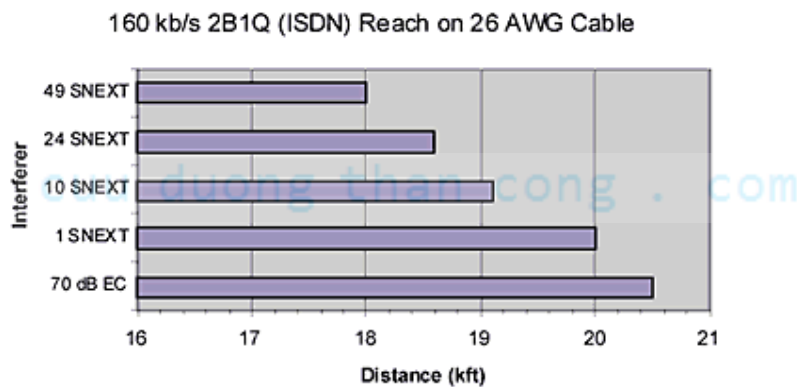
Nghiên cứu tương thích phổ cho các hệ thống DSL truyền dẫn triệt tín hiệu dội (echo-canceled) có liên quan đến các DSL khác triển khai trong một mạch vòng theo thiết kế. Các DSL truyền dẫn gồm có ISDN, HDSL, và SDSL. Các nghiên cứu tương thích phổ này chỉ cho trường hợp sợi cáp 50 đôi, cỡ dây 26-gauge.

#### 3.4.5.3 ISDN



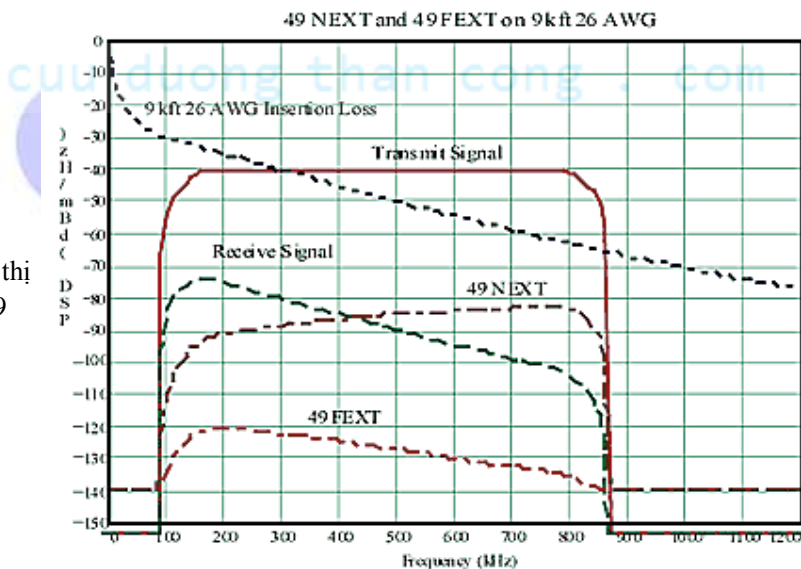
Do ISDN là một hệ thống truyền dẫn không có tính toán tín hiệu dội (echo-canceled), chúng ta cần xem xét đến các ảnh hưởng của xuyên kênh SNEXT (Self-Near End Cross talk). Vì phổ của SNEXT chồng lấp hoàn toàn lên phổ phát của ISDN, chúng ta mong muốn sự nhiễu loạn này chế ngự được các nhiễu loạn khác vì phổ của chúng chồng lấp một phần. Mặc dù phổ HDSL có thể chồng lấp hoàn toàn lên phổ phát của ISDN, nhưng mật độ phân bố phổ công suất của HDSL sẽ thấp hơn mật độ phân bố phổ công suất ISDN bởi vì hai hệ thống có công suất phát tổng cộng như nhau.

Xem xét trong một trường hợp sợi cáp 50 đôi cỡ dây 26-gauge. Nếu chỉ có triển khai một hệ thống truyền dẫn ISDN và 49 đôi còn lại không sử dụng, thì cự ly hoạt động của ISDN với BER bằng  $10^{-7}$  và giới hạn méo 6 dB là 20,5 kft. Khi thêm một tín hiệu ISDN vào sợi cáp, thì nhiễu loạn đơn SNEXT làm giảm cự ly của ISDN xuống còn 20 kft. Với 10 nhiễu loạn SNEXT, thì cự ly của ISDN là 19,1 kft, và với 25 nhiễu loạn SNEXT, thì cự ly của ISDN là 18,6 kft. Nếu toàn bộ 50 đôi chỉ được dùng cho các hệ thống ISDN, thì cự ly tối đa của ISDN là 18 kft. Hình 3.24 tóm tắt cự ly hoạt động của ISDN theo các mức nhiễu loạn khác nhau của SNEXT.



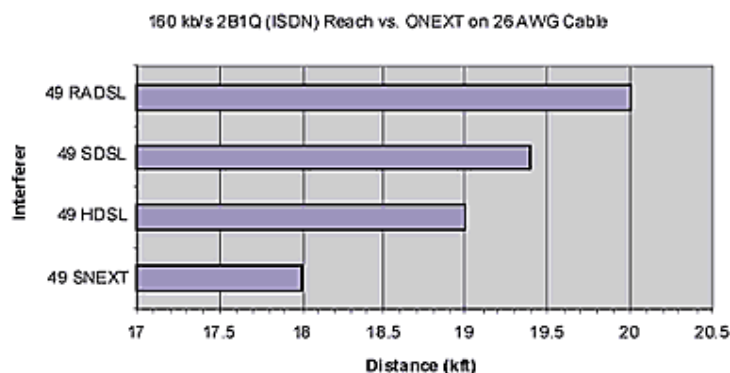
Hình 3.24: Cự ly hoạt động của ISDN theo mức nhiễu loạn SNEXT

Hình 3.25 cho thấy các đồ thị phổ tín hiệu thu và phát của hệ thống ISDN hoạt động ở mạch vòng 18 kft, 26-gauge. Hình vẽ cũng cho thấy phổ insertion loss của mạch vòng 18 kft và 49 SNEXT cộng vào trong toàn bộ tín hiệu dội mà bộ triệt tín hiệu dội không khử được. Vùng giữa đường tín hiệu thu và các đặc tuyến xuyên kênh xác định SNR thu.



Hình 3.25: Các đồ thị phổ ISDN với 49 SNEXT

Xem xét trường hợp khi sợi cáp bao gồm một hỗn hợp của các dịch vụ DSL khác như HDSL, SDSL, và CAP RADSL cho dòng dữ liệu chiều xuống và chiều lên. Trong mỗi trường hợp, đo đặc tầm hoạt động của ISDN có xem xét đến điều kiện xấu nhất là có 49 nhiễu loạn từ các DSL khác. Hình 3.26 cho thấy sự so sánh cự ly hoạt động ISDN với cỡ dây 26-gauge có 49 nhiễu loạn từ mỗi DSL khác.



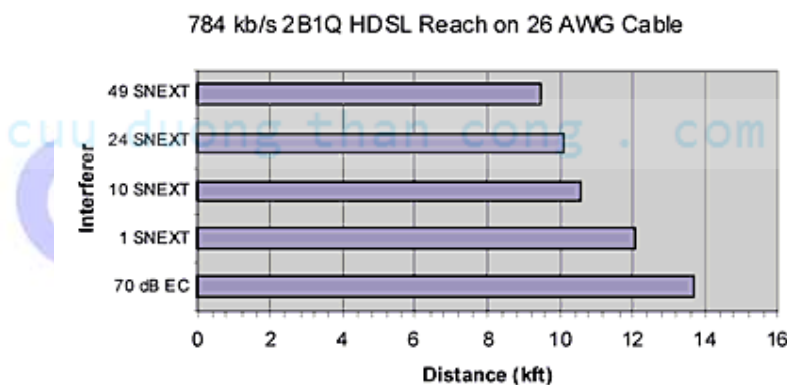
Hình 3.26: Cự ly hoạt động của ISDN theo các mức nhiễu loạn NEXT khác

Vì phổ của SNEXT chồng lấp hoàn toàn nên SNEXT là nhiễu loạn xấu nhất cho ISDN so với nhiễu loạn của các DSL khác, vì phổ của chúng chỉ chồng lấp một phần phổ ISDN. Mặc dù phổ HDSL chồng lấp toàn bộ phổ ISDN, nhưng mức PSD của HDSL thấp hơn mức PSD của ISDN bởi vì hai hệ thống có cùng công suất phát. Do đó, HDSL gây ra xuyên kênh lên ISDN thấp hơn SNEXT.

Tóm lại, SNEXT là nhiễu loạn xấu nhất lên ISDN BRA. Việc triển khai các dịch vụ khác trong cùng một cáp với ISDN sẽ có ít và chậm lên hoạt động của ISDN hơn nếu chỉ có ISDN được triển khai trong sợi cáp.

#### 3.4.5.4 HDSL

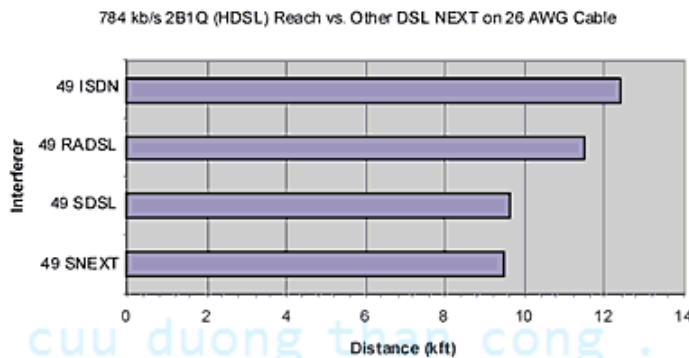
Giống như với ISDN, HDSL cũng là một hệ thống truyền dẫn đối xứng triệt tín hiệu dội (echo-canceled). Trong đánh giá hiệu suất thu phát HDSL, cần đưa vào hiệu suất của bộ triệt tín hiệu dội. Giá trị 70 dB triệt tín hiệu dội đã được đưa vào thực nghiệm cho các bộ thu phát HDSL.



Hình 3.27: Tầm hoạt động của HDSL theo mức nhiễu loạn SNEXT

Nếu không có xuyên kênh trong sợi cáp, thì hiệu suất của bộ thu phát HDSL bị giới hạn bởi hiệu suất của bộ triệt tín hiệu dội. Trong trường hợp đặc biệt cáp 50 đôi, 26-gauge, nếu chỉ có hệ thống truyền dẫn HDSL được triển khai và 49 đôi cáp còn lại không sử dụng, thì cự ly thu phát của HDSL hoạt động với BER bằng  $10^{-7}$  và giới hạn méo 6 dB là 13,7 kft. Khi thêm một hệ thống HDSL vào sợi cáp, thì nhiễu loạn đơn SNEXT làm giảm cự ly phát của HDSL xuống còn 12 kft. Với 10 nhiễu loạn SNEXT, thì cự ly thu phát của ISDN là 10,6 kft, và với 25 nhiễu loạn SNEXT, thì cự ly thu phát HDSL là 10,1 kft. Nếu toàn bộ 50 đôi chỉ được dùng cho các hệ thống HDSL, thì cự ly tối đa của ISDN là 9,5 kft.

Xem xét trường hợp hệ thống HDSL được triển khai trong sợi cáp với hỗn hợp các dịch vụ DSL khác bao gồm ISDN, SDSL, và CAP RADSL cho dòng dữ liệu chiều xuống và chiều lên. Đo đặc tả hoạt động của HDSL có 49 nhiễu loạn từ các DSL khác, trong mỗi trường hợp xem xét đến trường hợp xấu nhất. Hình 3.28 cho thấy sự so sánh tầm hoạt động HDSL với cỡ dây 26-gauge có 49 nhiễu loạn từ mỗi DSL khác.

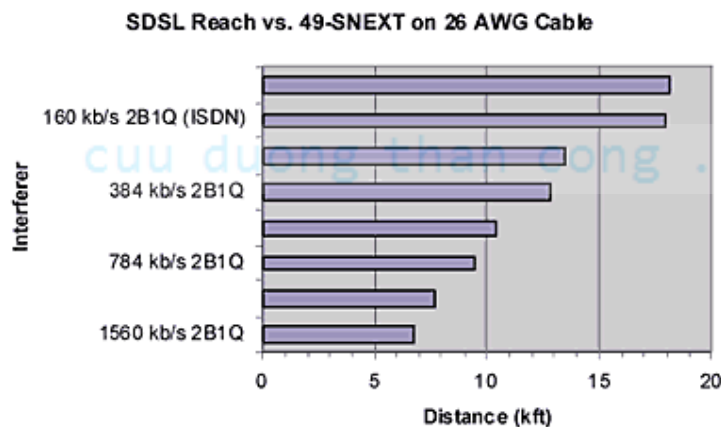


Hình 3.28: Tầm hoạt động của HDSL theo các mức nhiễu loạn NEXT khác

Vì sự chồng lấp phổ hoàn toàn của SNEXT, nên SNEXT là nhiễu loạn xấu nhất cho HDSL so với nhiễu loạn của các DSL khác, vì phổ của chúng chỉ chồng lấp một phần phổ HDSL.

Tóm lại, SNEXT là nhiễu loạn xấu nhất lên HDSL. Bởi vì các DSL khác trong sợi cáp có phổ NEXT không chồng lấp hoàn toàn phổ phát HDSL, nhiễu loạn tổng cộng của chúng bé hơn NEXT từ các tín hiệu HDSL khác.

#### 3.4.5.5 SDSL

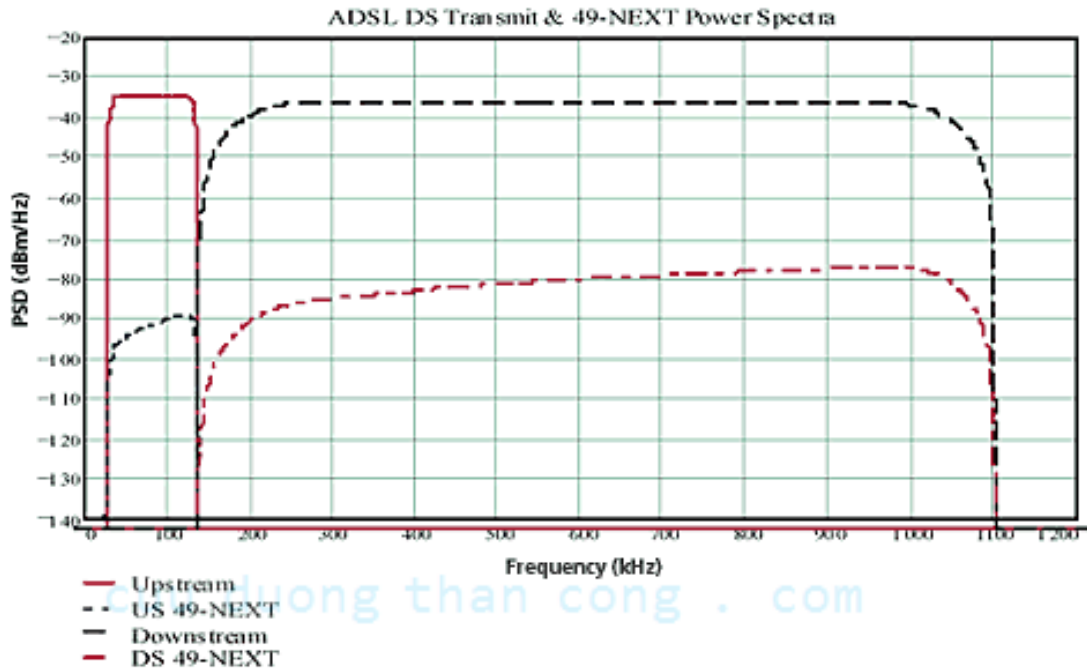


Hình 3.29: Tầm hoạt động của SDSL với 49 SNEXT



SDSL cũng là một hệ thống truyền dẫn đối xứng triệt tín hiệu dội (echo-canceled), và vì thế các nhiễu loạn gây ra chủ yếu do SNEXT. Trên thực tế, SNEXT là nhiễu loạn xấu nhất cho SDSL. Băng thông càng rộng thì SNEXT càng lớn. Tốc độ bit tỉ lệ với băng thông tín hiệu, mà cự ly hoạt động của HDSL giảm đi khi băng thông tăng lên (vì thế, tăng tốc độ bit). Hình vẽ 3.29 cho thấy cự ly hoạt động của HDSL quan hệ với SNEXT. Chú ý giảm cự ly hoạt động thì tăng tốc độ bit.

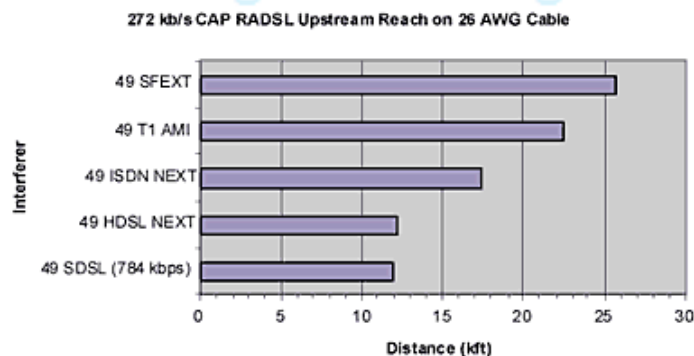
### 3.4.5.6 CAP RADSL



Hình 3.30: Phổ của tín hiệu CAP RADSL chiều xuống và chiều lên

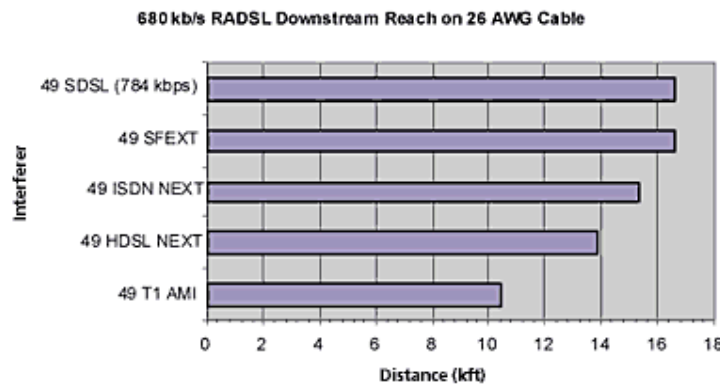
Phổ của tín hiệu CAP RADSL theo chiều xuống và chiều lên được cho trong hình 3.30. Lưu ý CAP RADSL là hệ thống có tốc độ bit và tốc độ mẫu tín thay đổi, vì thế, các băng thông của đường xuống và đường lên cũng thay đổi. Phổ trong hình 3.30 là phổ với các băng thông cực đại cho cả hai chiều.

Bởi vì CAP RADSL là một hệ thống FDM (Frequency Division Multiplexer), nên không có SNEXT liên đới với nó trong sợi cáp. Với hệ thống FDM, có SFEXT liên đới với cả hai kênh chiều xuống và lên, nhưng biên độ của SFEXT bé hơn của NEXT. Mặc dù vậy, nhưng nếu trên cùng sợi cáp có truyền hỗn hợp với các DSL khác mà phổ của chúng chồng lấp lên các phổ của CAP RADSL theo hướng ngược nhau, thì cần phải xem xét NEXT của các DSL đó lên các kênh chiều xuống và lên của CAP RADSL.



Hình 3.31: Tầm hoạt động của CAP RADSL 272 Kbps theo chiều lên với hiện diện của NEXT từ các hệ thống DSL khác

Hình 3.31 cho thấy cự ly hoạt động của CAP RADSL 272 kbps theo chiều lên có hiện diện của SFEXT và NEXT từ các dịch vụ DSL khác bao gồm ISDN, HDSL, 784 kbps SDSL, và T1 AMI. NEXT từ HDSL và SDSL giới hạn cự ly hoạt động của CAP RADSL theo chiều lên vì phổ của chúng chồng lấp hoàn toàn lên phổ kênh chiều lên của CAP RADSL. Cự ly hoạt động của CAP RADSL sẽ xa nhất trong môi trường chỉ có SFEXT bởi vì mức độ nhiễu của nó là thấp nhất. NEXT từ T1 AMI ít ảnh hưởng lên CAP RADSL theo chiều lên bởi vì năng lượng chủ yếu của T1 AMI nằm trong lân cận tần số 772 KHz và năng lượng xuyên kênh của T1 nằm trong băng tần của hướng lên là tương đối bé. Sự hiện diện của NEXT từ HDSL và SDSL làm giảm cự ly hoạt động của CAP RADSL theo chiều lên ở vào khoảng gần 12 kft khi so sánh với SFEXT theo chiều lên.



**Hình 3.32:** Tầm hoạt động của CAP RADSL 680 Kbps theo chiều xuống với hiện diện của NEXT từ các hệ thống DSL khác

Hình 3.32 cho thấy cự ly của CAP RADSL 680 kbps theo chiều xuống có hiện diện của SFEXT và NEXT từ các dịch vụ DSL khác. Lưu ý rằng với sự hiện diện của SFEXT thì kênh theo chiều xuống ngắn hơn kênh theo chiều lên, bởi vì kênh chiều xuống có tần số lớn hơn nên suy hao lớn hơn. Cự ly hoạt động của kênh chiều xuống khi có hiện diện của SFEXT vào khoảng 18 kft. Nhiễu loạn có ảnh hưởng lớn nhất cho CAP RADSL là T1 AMI, bởi vì năng lượng cực đại của nó tại 772 KHz. Để có cự ly tốt nhất là chống lại SFEXT và NEXT từ SDSL 784 Kbps. Phổ của HDSL chồng lấp lên phổ của kênh chiều lên nhiều hơn lên phổ của kênh chiều xuống CAP RADSL nên cự ly của kênh chiều xuống CAP RADSL xa hơn kênh chiều lên CAP RADSL.

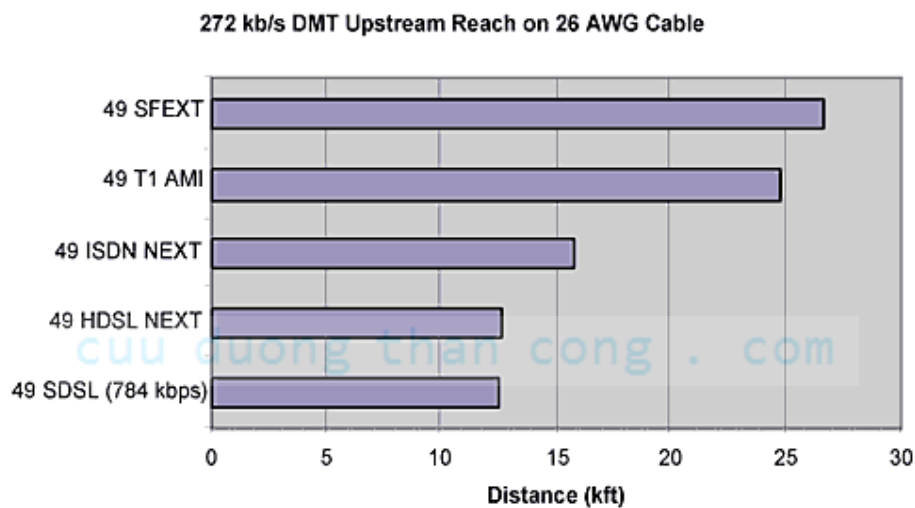
Tóm lại, cách tốt nhất để triển khai một hệ thống dựa trên kỹ thuật FDM như CAP RADSL là triển khai toàn bộ CAP RADSL trong sợi cáp và không có dịch vụ DSL nào dựa trên kỹ thuật triệt tín hiệu đối trong cùng sợi cáp. Bởi vì các kênh theo chiều xuống và lên trong hệ thống FDM chiếm giữ các băng tần khác nhau, không có NEXT, thay vào đó là có FEXT, nhưng FEXT có biên độ nhiễu bé.

#### 3.4.5.7 DMT ADSL

Tương thích phổ DMT ADSL trên cơ sở FDM đã được đưa ra xem xét. Trong hình 3.30 vẽ ra phổ phát và NEXT của các kênh DMT ADSL theo chiều xuống. Sự tương thích phổ của DMT ADSL và CAP RADSL là giống nhau trong trường hợp không có SNEXT. Cả hai đều có SFEXT, và chúng phải quan tâm đến NEXT từ các dịch vụ DSL khác trong sợi cáp.

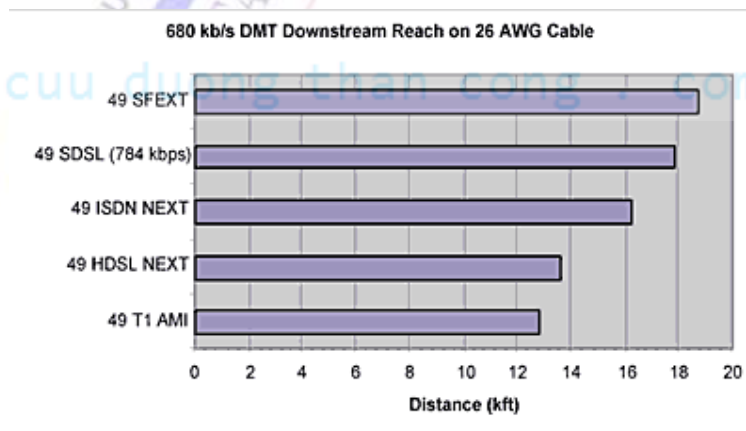
Như với CAP RADSL, DMT ADSL là hệ thống có tốc độ bit thay đổi, và các băng thông thật sự của các kênh theo chiều xuống và lên tùy thuộc vào tốc độ bit và xuyên kênh. Hình 3.30 cho thấy băng thông hữu ích cực đại của các kênh theo chiều xuống và lên.

Để đánh giá sự tương thích phổ của DMT kênh chiều lên với các dịch vụ khác, cần tính toán cự ly hoạt động của kênh theo chiều lên DMT 272 Kbps với hiện diện của xuyên kênh từ các dịch vụ DSL khác. Hình 3.33 so sánh cự ly hoạt động của hệ thống DMT kênh chiều lên 272 Kbps với hiện diện của của NEXT từ HDSL, T1 AMI, ISDN, 784 Kbps SDSL, và SFEXT. Để làm rõ hơn, SFEXT là môi trường nhiễu gây ít nghiêm trọng nhất, có can nhiễu tối thiểu. T1 AMI cũng có can nhiễu bé bởi vì năng lượng tín hiệu AMI là rất bé trong băng tần của kênh chiều lên DMT. Các nhiễu loạn có ảnh hưởng nhiều nhất cho kênh theo chiều lên là HDSL và SDSL, bởi vì NEXT từ các dịch vụ này có một băng thông hoàn toàn chồng lấp lên kênh theo chiều lên DMT. Phổ ISDN có một phần chồng lấp lên kênh chiều lên DMT và vì thế có ít va chạm lên cự ly hoạt động của kênh theo chiều lên hơn là của HDSL và SDSL.



**Hình 3.33:** Tương thích phổ của DMT kênh chiều lên đối với các DSL khác

Để đánh giá sự tương thích phổ của DMT kênh chiều xuống với các dịch vụ DSL khác, cần tính toán cự ly hoạt động của kênh theo chiều xuống DMT 680 Kbps với sự hiện diện của xuyên kênh từ các dịch vụ DSL khác. Hình 3.34 so sánh cự ly hoạt động của hệ thống DMT kênh chiều xuống 680 Kbps với hiện diện của của NEXT từ HDSL, T1 AMI, ISDN, 784 Kbps SDSL, và SFEXT.



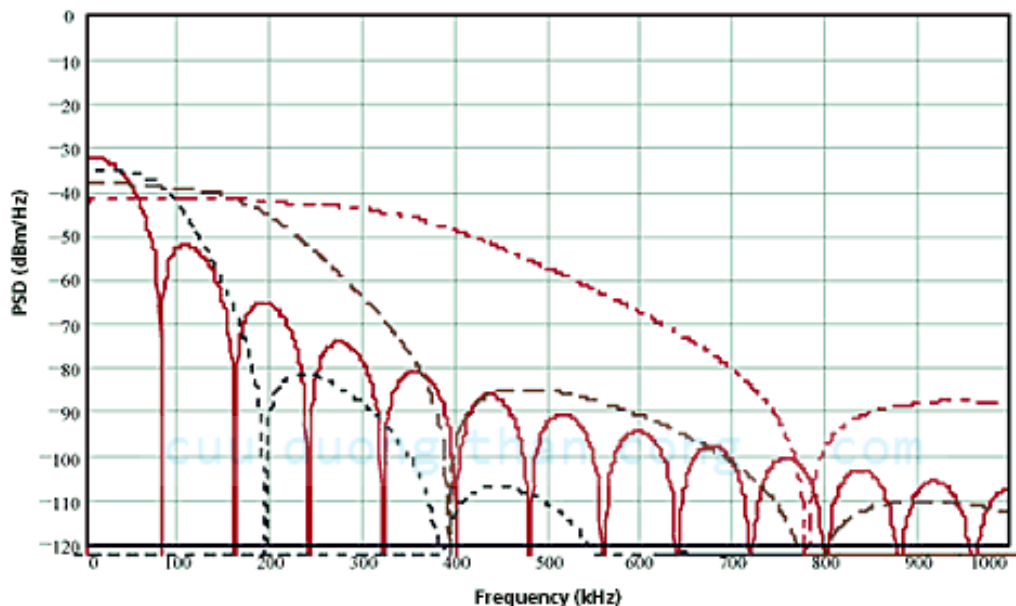
**Hình 3.34:** Tương thích phổ của DMT kênh chiều xuống đối với các DSL khác 119

Như với kênh theo chiều lên, SFEXT là môi trường nhiễu gây ít nghiêm trọng nhất, có can nhiễu tối thiểu. Mặc dù thế, cự ly hoạt động của kênh theo chiều xuống ngắn hơn so với kênh chiều lên bởi vì mạch vòng có suy hao cao hơn ở những tần số của kênh theo chiều xuống. Ngược lại với kênh chiều lên, T1 AMI có can nhiễu ảnh hưởng nhiều đến kênh chiều xuống bởi vì năng lượng tín hiệu AMI cao hơn năng lượng tín hiệu DMT trong băng tần của kênh chiều xuống. Với HDSL, bởi vì băng thông thật sự của HDSL chồng lấp hoàn toàn kênh chiều xuống, nên nó là một nhiễu loạn có ảnh hưởng nhiều tiếp theo trên đường dây. ISDN và SDSL có sự va chạm tối thiểu về NEXT đối với kênh chiều xuống DMT. Sự suy giảm cự ly hoạt động của DMT với hiện diện của T1 AMI có nhiễu loạn SFEXT mạnh nhất là vào khoảng 6 kft.

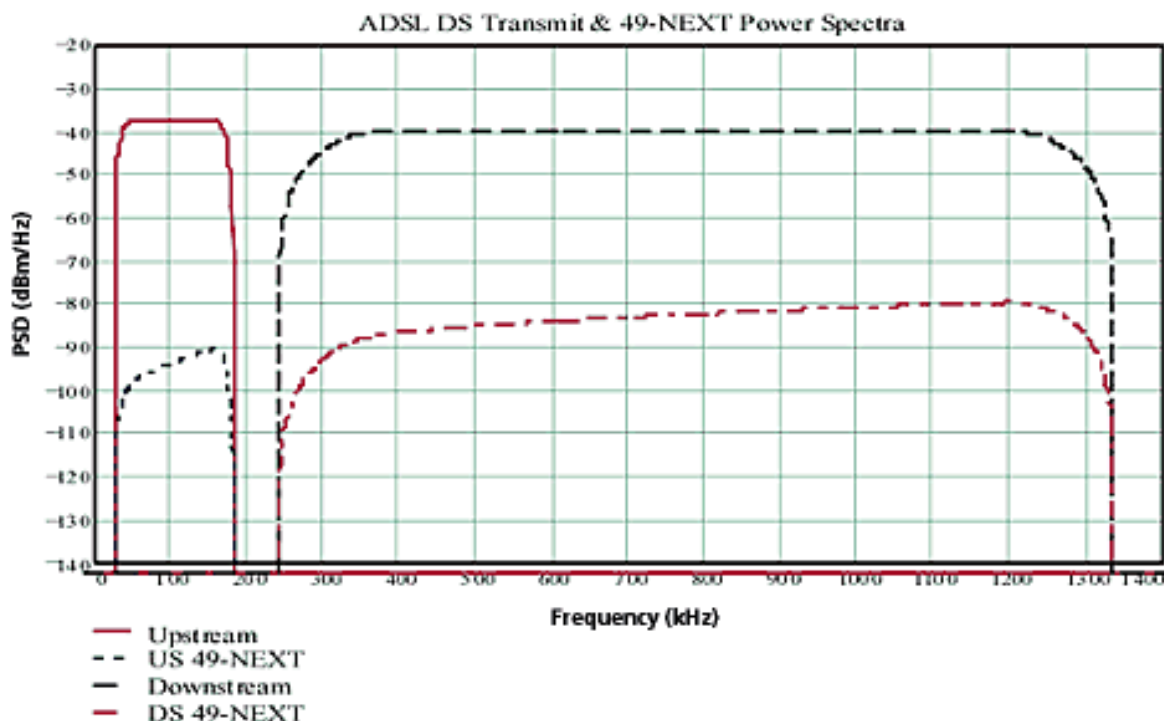
Tóm lại, HDSL và SDSL là những nhiễu loạn gây ảnh hưởng nhiều đến kênh chiều lên của DMT ADSL. T1 AMI là nhiễu loạn gây ảnh hưởng nhiều cho kênh chiều xuống của DMT ADSL. Cách tốt nhất để triển khai dịch vụ DMT ADSL theo kỹ thuật FDM là triển khai toàn bộ DMT ADSL trong sợi cáp và loại trừ tất cả NEXT. Nếu cáp có chứa một sự hỗn hợp của các DSL khác, thì NEXT từ HDSL và SDSL là các nhiễu loạn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến kênh DMT ADSL theo chiều lên, và T1 AMI và HDSL là các nhiễu loạn gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến kênh DMT ADSL theo chiều xuống.

#### 3.4.5.8 Tương thích phổ của CAP RADSL với DMT ADSL

Khi so sánh phổ các kênh chiều xuống và chiều lên của CAP RADSL với DMT ADSL, hiển nhiên có một số chồng lấp giữa kênh chiều lên CAP RADSL và kênh chiều xuống DMT ADSL. Kết quả của sự chồng lấp này là khi mà các hệ thống được triển khai trong cùng sợi cáp, sẽ xuất hiện NEXT lẫn nhau. Nhưng theo hình 3.35 và 3.36 thì sự chồng lấp này là tối thiểu.

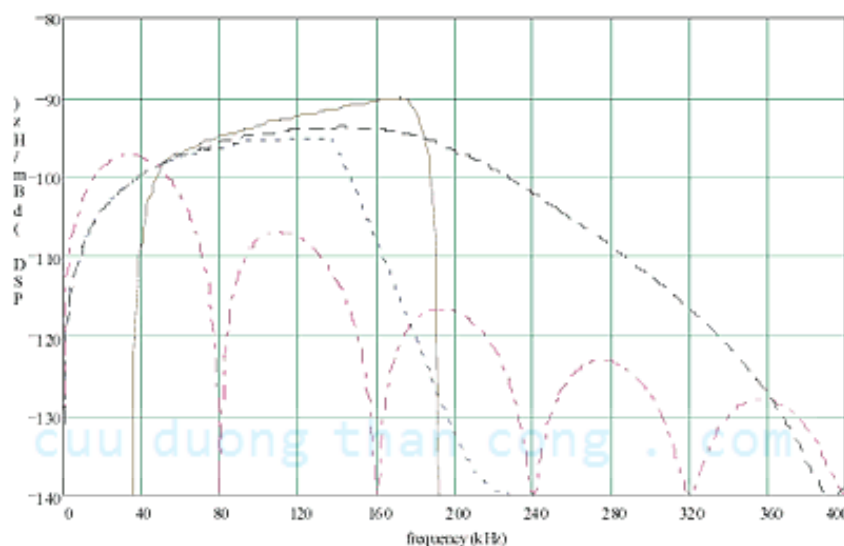


Hình 3.35: So sánh phổ của CAP RADSL với DMT ADSL



Hình 3.36: So sánh phổ của CAP RADSL với DMT ADSL

Hình 3.37 cho thấy đồ thị hỗn hợp của 49 NEXT từ các tín hiệu chiều lên CAP RADSL, chiều lên DMT ADSL, HDSL, và ISDN.



Hình 3.37: Phổ của CAP RADSL chiều lên, DMT ADSL chiều lên, HDSL, và xuyên kênh ISDN

Trong bảng 3.1 chỉ ra giới hạn của bộ thu DMT ADSL 6,784 Mbps dùng kỹ thuật FDM với sự hiện diện của một số nhiễu loạn trên mạch vòng thử nghiệm 9 kft, 26-gauge. Giới hạn của kênh chiều xuống với xuyên kênh từ 20 nhiễu loạn kênh chiều lên DMT ADSL dùng kỹ thuật FDM và



từ 20 nhiễu loạn kênh chiều lên CAP RADSL, với cả hai vào khoảng 5,5 dB. Giới hạn từ 20 nhiễu loạn HDSL là vào khoảng từ 0,5 đến 0,6 dB, xấu hơn là 4,9 dB.

DSL Interferer	Downstream 6,784 Mbps FDM DMT Margin (dB)
20 HDSL	4.9
20 FDM DMT upstream	5.4
20 CAP RADSL upstream	5.5

**Bảng 3.1:** Tương thích phổ với kênh chiều xuống DMT 6,784 Mbps

Bảng 3.2 cho thấy giới hạn của bộ thu DMT ADSL 1,72 Mbps dùng kỹ thuật FDM với sự hiện diện của một số nhiễu loạn trên mạch vòng thử nghiệm 13,2 kft, 26-gauge. Giới hạn của kênh chiều xuống với xuyên kênh từ 24 nhiễu loạn kênh chiều lên DMT ADSL dùng kỹ thuật FDM và từ 24 nhiễu loạn kênh chiều lên CAP RADSL tương ứng 7 dB và 7,4 dB. Giới hạn từ 24 nhiễu loạn ISDN là khoảng 3 dB đến 3,4 dB, xấu hơn là 4 dB. Sự nhiễu loạn từ HDSL không cần quan tâm bởi vì HDSL không được triển khai trên các mạch vòng lớn hơn miền CSA (Carrier Serving Area).

DSL Interferer	Downstream 1,72 Mbps FDM DMT Margin (dB)
24 ISDN	4.0
224 FDM DMT upstream	7.0
24 CAP RADSL upstream	7.4

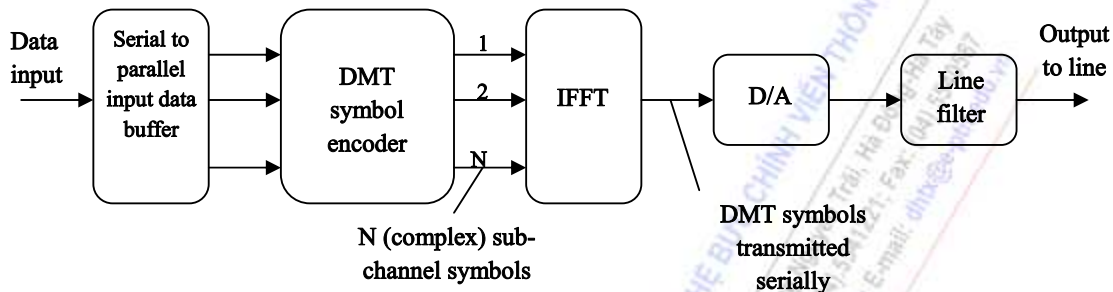
**Bảng 3.2:** Tương thích phổ với kênh chiều xuống DMT 1,72 Mbps

Tóm lại, mặc dù kênh chiều lên CAP RADSL có một băng thông lớn hơn một chút so với kênh chiều lên DMT ADSL, nhưng năng lượng ngoài băng của nó thì bé hơn so với kênh chiều lên DMT ADSL được xác định trong T1.413. Với mức suy hao ngoài băng 50 dB của phổ kênh chiều lên CAP RADSL, sự tương thích phổ với kênh chiều xuống DMT là giống với kênh chiều lên DMT ADSL. Trong mỗi trường hợp, HDSL và ISDN có các nhiễu loạn với kênh chiều xuống lớn hơn kênh chiều lên của DMT ADSL hoặc CAP RADSL. Cho nên CAP RADSL là tương thích phổ với T1.413 ADSL (xem hình 3.37).

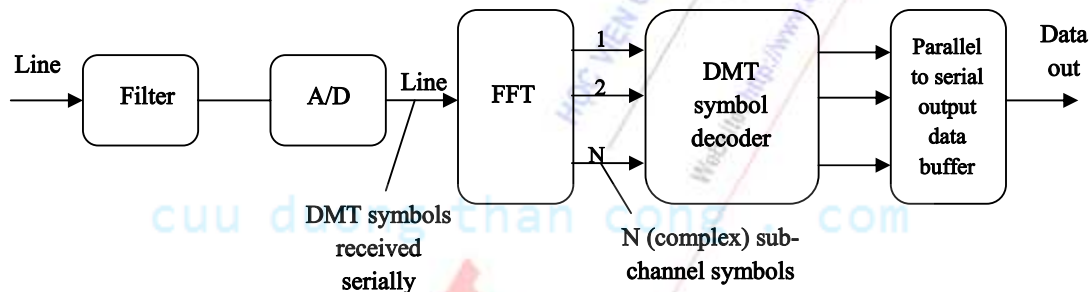
#### 3.4.6 Điều chế DMT (Discret Multitone)

DMT là một phương pháp dùng nguyên lý phân chia tín hiệu đường dây thuê bao số, khi đó băng tần sử dụng được phân chia ra thành 256 băng tần con (các kênh) với mỗi băng tần là 4,325KHz. DMT sử dụng thuật toán FFT (Fast Fourier transform) để điều chế và giải điều chế tín hiệu. Việc phân chia phổ tần số ra thành nhiều kênh cho phép DMT hoạt động tốt hơn khi mà các bộ phát sóng AM đang hiện diện. Với mỗi kênh, bộ điều chế sử dụng QAM. Vì sự thay đổi số bit trên mỗi mẫu trong một kênh, mà modem có thể thích ứng về tốc độ. G.DMT và G.lite đều sử dụng DMT.

Sơ đồ khối cơ bản của bộ phát DMT được cho trong hình 3.38 và bộ thu DMT được cho trong hình 3.39. Bộ phát tạo ra và gửi đi các mẫu DMT ở tốc độ  $1/T$ , với  $T$  là chu kỳ mẫu DMT. Trong mỗi chu kỳ mẫu, dữ liệu ngõ vào được đưa vào bộ đệm, và mỗi bit được chỉ định hoặc ánh xạ vào một trong  $N$  complex multi-level sub-symbols nhờ vào bộ mã hóa DMT. Bộ phát DMT sẽ thực hiện quá trình IFFT. Kết quả một hàm miền thời gian được gửi qua bộ biến đổi D/A và bộ lọc đường dây.

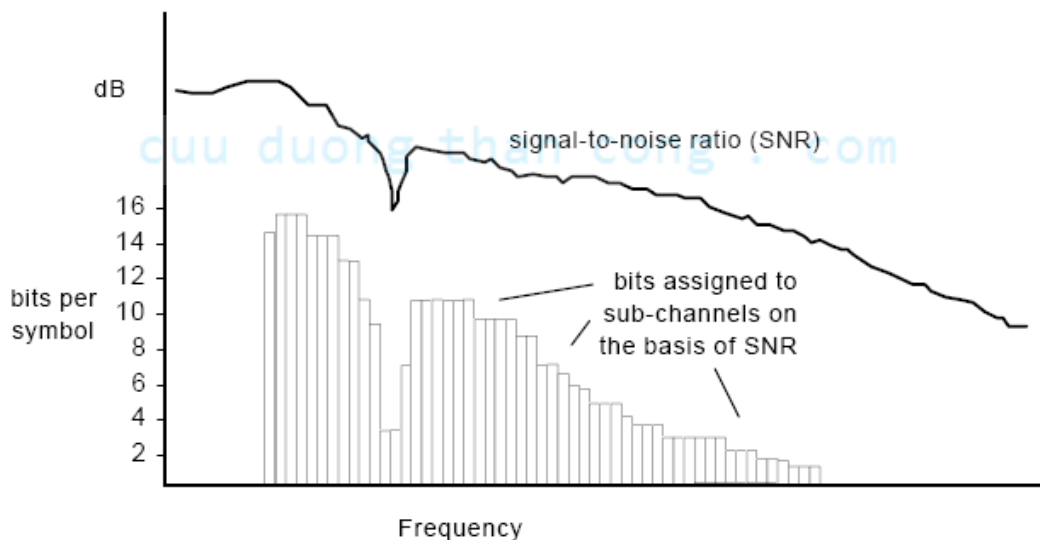


Hình 3.38: Sơ đồ khối cơ bản bộ phát DMT



Hình 3.39: Sơ đồ khối cơ bản bộ thu DMT

DMT vốn có dạng điều chế linh hoạt, đặc biệt đối với việc ánh xạ các bit vào trong các sub-channel symbol. Để thực thi truyền dẫn tốt nhất, ánh xạ phải được thực hiện phù hợp với các dung lượng tin tức của các sub-channel riêng biệt. Chính vì vậy cho nên nó thường ấn định số bit nhiều nhất cho các sub-channel với SNR cao nhất và tối thiểu số sub-channel có số bit và SNR bé nhất.



Hình 3.40: Ánh xạ các bit vào DMT sub-channels

### 3.4.7 Điều chế CAP/QAM

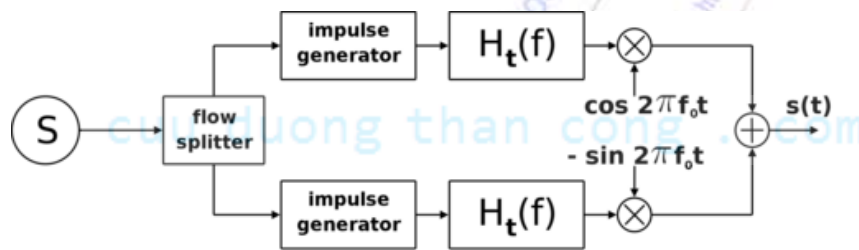
CAP là một biến đổi không chuẩn của QAM. CAP chia băng tần sử dụng ra thành ba băng tần. Băng tần từ 0 KHz ÷ 4 KHz dùng cho truyền dẫn POTS. Băng tần từ 25 KHz ÷ 160 KHz dùng cho kênh chiều lên và băng tần 240 KHz ÷ 1,5 MHz dùng cho kênh chiều xuống.

Về mặt toán học, CAP và QAM gần giống nhau. CAP và QAM kết hợp triệt sóng mang. Vì sóng mang không mang thông tin nên việc triệt sóng mang khi phát và tạo lại ở đầu cuối là việc phổ biến.

Việc triệt sóng mang yêu cầu thêm các mạch điện trong các thiết bị đầu cuối QAM. QAM thiết lập chòm sao dựa trên hai giá trị của tín hiệu thu được là độ lệch pha và biên độ. Mỗi điểm trong chòm sao đều xác định độ lệch pha, biên độ và thể hiện một chuỗi bit xác định. CAP là một QAM đặc biệt với chòm sao quay tự do (vì không có sóng mang để cố định chòm sao). Một phần tử trong mạch CAP được gọi là hàm quay sẽ xác định các điểm của chòm sao QAM. Vì vậy, CAP được tạo ra từ QAM bằng cách thêm hàm quay vào máy thu và triệt sóng mang phía máy phát.

#### Transmitter

Hình vẽ sau đây cho thấy cấu trúc lý tưởng của bộ phát QAM, với tần số sóng mang  $f_0$  và  $H_t$  đáp ứng tần số của bộ lọc phát:



Hình 3.41: Bộ phát QAM

Trước khi chuỗi bit được phát đi, nó phân ra thành hai phần bằng nhau: quá trình này tạo ra hai tín hiệu độc lập nhau. Chúng được mã hóa riêng biệt nhau giống như trong điều chế ASK. Một kênh (“in phase”) được nhân với hàm cosine, trong khi kênh kia (“in quadrature”) được nhân với hàm sine. Với cách này hai tín hiệu lệch pha nhau  $90^\circ$ . Hai tín hiệu đi qua bộ cộng để tạo thành tín hiệu phát đi trên kênh truyền.

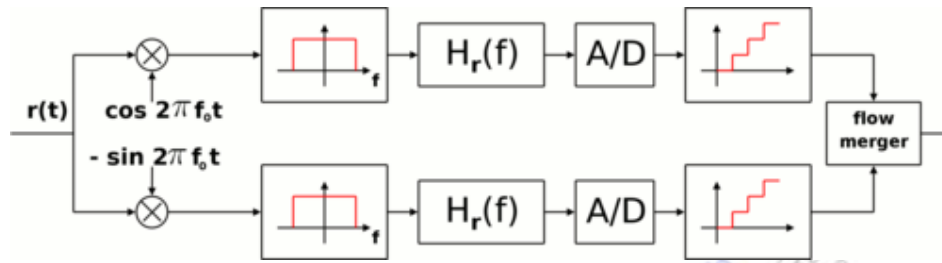
Tín hiệu phát đi trên kênh truyền được tính bằng công thức:

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} [v_c[n] \cdot h_t(t - nT_s) \cos(2\pi f_0 t) - v_s[n] \cdot h_t(t - T_s) \sin(2\pi f_0 t)] \quad (3.1)$$

Với:  $V_c[n]$  và  $V_s[n]$  là các điện áp đáp ứng tạo ra từ mẫu thứ n của hàm cosin và hàm sin tương ứng.

#### Receiver

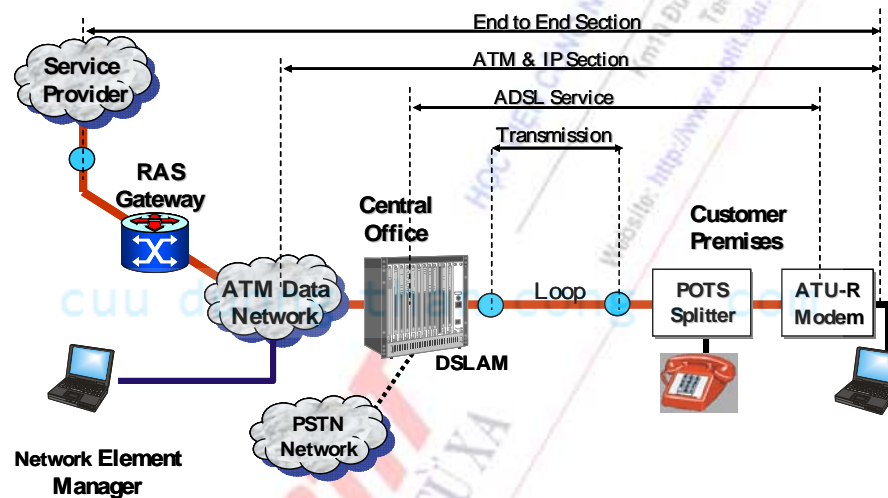
Bộ thu QAM thực hiện quá trình ngược lại của bộ phát. Cấu trúc lý tưởng của bộ thu QAM với  $H_r$  là đáp ứng tần số của bộ lọc thu được cho trong hình sau:



Hình 3.42: Bộ thu QAM

Tín hiệu thu được nhân với hàm cosine, sine. Sau đó đi qua bộ lọc thông thấp để tách thành phần “in phase”, “in quadrature”. Bây giờ chỉ còn là giải điều chế ASK và hai tín hiệu dòng dữ liệu được kết hợp lại như ban đầu.

### 3.4.8 Đo thử DSL



Hình 3.43: Phân lớp đo thử ADSL

Trong chương hai, phần 2.1.7 đã trình bày các phép đo lỗi cáp. Phần này sẽ trình bày về các kỹ thuật đo cho hệ thống DSL.

#### Phân lớp đo thử:

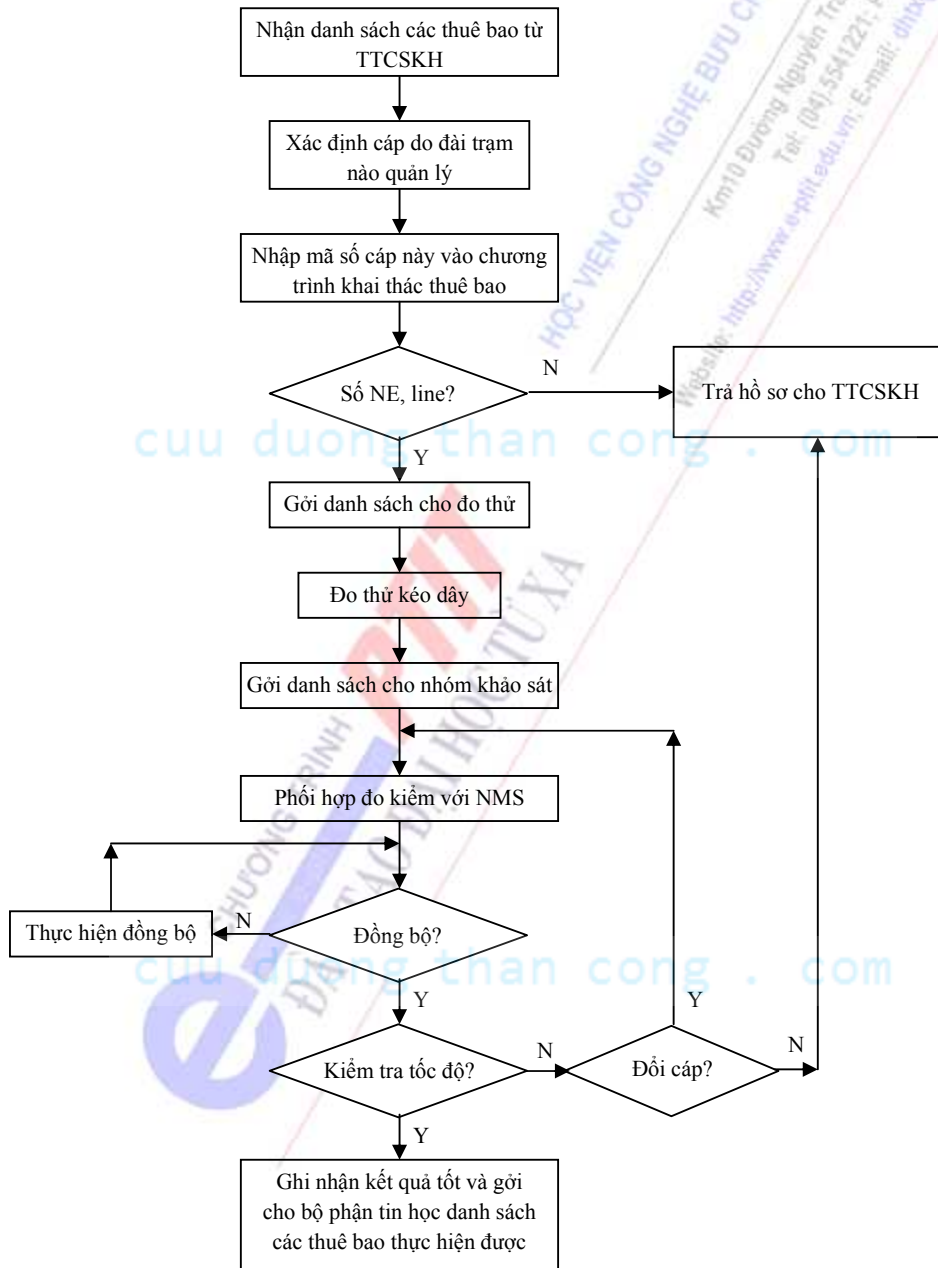
Căn cứ vào hình 3.43 ta có thể chia lớp đo thử ADSL ra thành các lớp như sau:

- Lớp 1: Đo thử lớp vật lý, chính là các phép đo đã được trình bày trong 2.1.7.
- Lớp 2: Đo thử lớp dịch vụ ADSL.
- Đo thử lớp IP và lớp ATM.
- Đo thử end to end.

#### Quy trình đo thử:

- Trung tâm chăm sóc khách hàng (TTC SKH) tiếp nhận danh sách yêu lắp đặt DSL. Danh sách có đầy đủ các thông tin như sau:
  - ❖ Tên cá nhân/ pháp nhân đăng ký.

- ❖ Địa chỉ đăng ký.
- ❖ Họ tên người liên hệ và điện thoại liên hệ.
- ❖ Thuê bao này đang sử dụng đường dây điện thoại loại nào: đường dây điện thoại số, đường dây ISDN, leased line, hoặc lắp đặt một đường dây mới.
- ❖ Phân loại khách hàng: Cá nhân người Việt Nam, Cá nhân người nước ngoài, Doanh nghiệp tư nhân, Công ty trách nhiệm hữu hạn, Văn phòng đại diện, Liên doanh, Doanh nghiệp nhà nước, Cơ quan thông tin, Đại lý internet, Doanh nghiệp nước ngoài, Lãnh sự quán, Cơ quan Đảng/Nhà nước, Cơ quan hành chính, ...
- Qui trình đo thử tuân theo lưu đồ sau đây:



Hình 3.44: Lưu đồ đo thử ADSL



### 3.4.9 Lắp đặt DSL (chủ yếu xem xét lắp đặt ADSL).

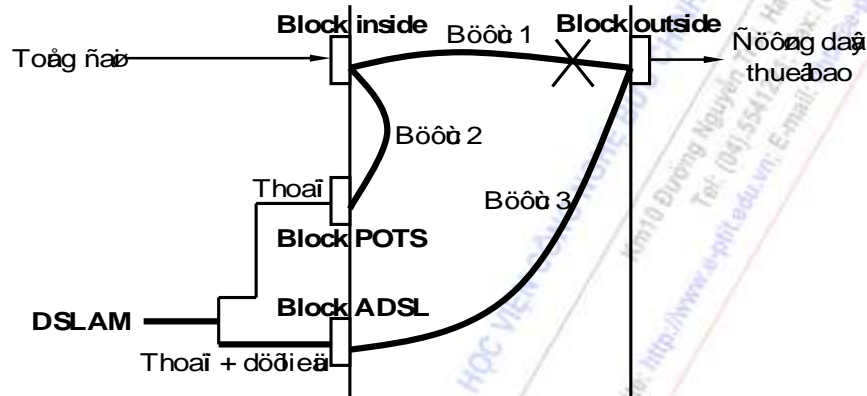
#### 3.4.9.1 Đầu chuyển tại dàn MDF

Đối với thuê bao có yêu cầu sử dụng thoại trên đường dây ADSL, mô hình chuyển dây được thực hiện như sau:

Bước 1: Gỡ bỏ đoạn dây nhảy cũ đầu từ BLOCK INSIDE đến BLOCK OUTSIDE (nếu có).

Bước 2: Đầu đoạn dây nhảy mới từ BLOCK INSIDE sang BLOCK POTS.

Bước 3: Đầu đoạn dây nhảy từ BLOCK ADSL sang BLOCK OUTSIDE.

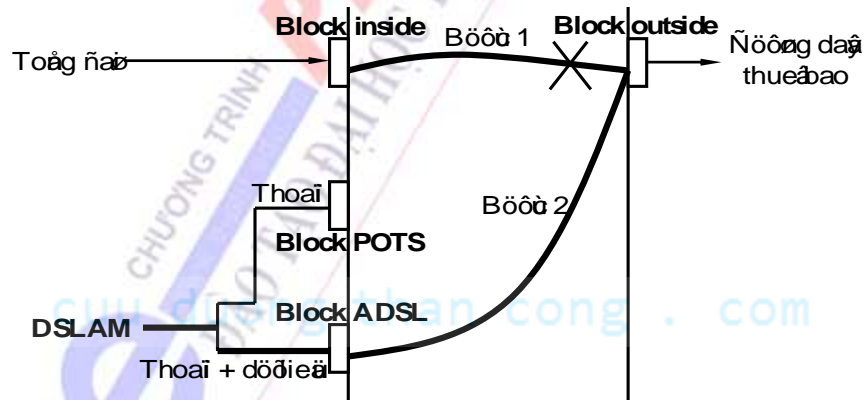


Hình 3.45: Đầu chuyển thuê bao khi có yêu cầu sử dụng điện thoại

Đối với thuê bao không có yêu cầu sử dụng thoại trên đường dây ADSL, mô hình đầu chuyển dây được thực hiện như sau:

Bước 1: Gỡ bỏ đoạn dây nhảy cũ đầu từ BLOCK INSIDE đến BLOCK OUTSIDE (nếu có).

Bước 2: Đầu đoạn dây nhảy mới từ BLOCK ADSL sang BLOCK OUTSIDE.

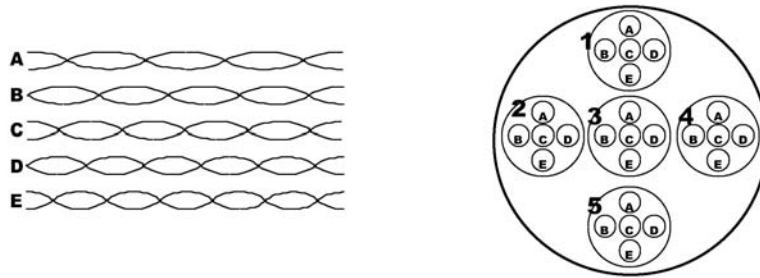


Hình 3.46: Đầu chuyển thuê bao khi không có yêu cầu sử dụng điện thoại

#### 3.4.9.2 Những yếu tố cần lưu ý khi chọn đường dây ADSL

- Phân bổ các dây ADSL trên các sợi cáp khác nhau để tối thiểu xuyên kênh.
- Kiểm tra mối nối trên đường dây, các mối nối phải bảo đảm kỹ thuật.

- Chọn dây thuê bao có xuyên kênh nhỏ. Xuyên kênh nhỏ nhất giữa các đôi thuộc về các bó cáp khác nhau và khác bước xoắn.



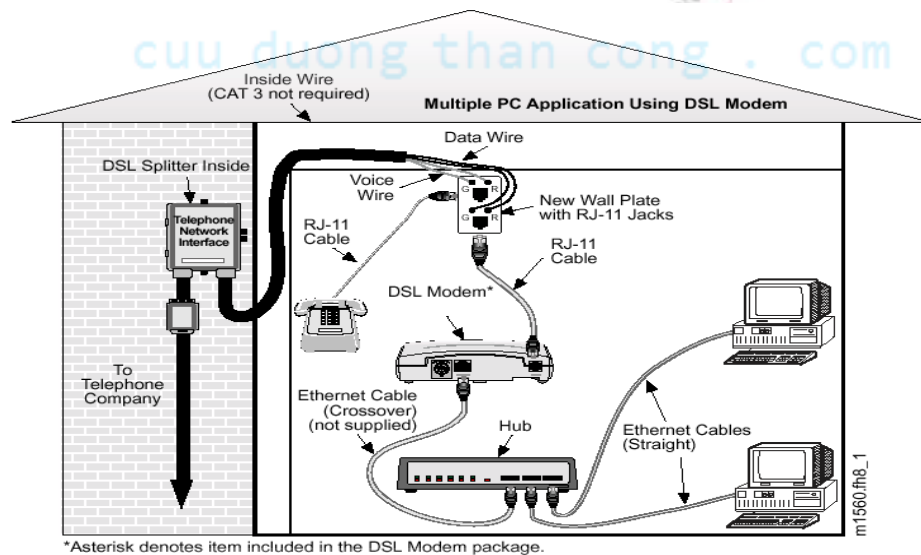
Hình 3.47: Chọn lựa đôi dây cho ADSL trong một sợi cáp

Hình 3.47 cho thấy 5 nhóm cáp có 5 đôi cáp A,B,C,D,E có bước xoắn khác nhau. Xuyên kênh lớn nhất sẽ từ các đôi 2A, 3A, 4A vì có cùng bước xoắn. Xuyên kênh từ đôi 5A thấp do tuy cùng bước xoắn nhưng không thuộc nhóm cáp lại cách xa đôi 1A.

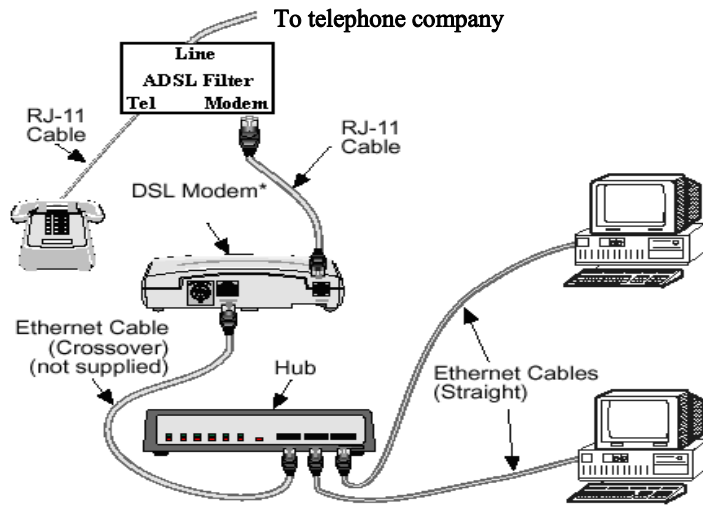
### 3.4.9.3 Lắp đặt tại nhà thuê bao

(1) Sơ đồ lắp đặt các thành phần thiết bị theo cấu hình G.DMT và G.Lite

Tùy theo cấu hình G.DMT hoặc G.Lite mà có cách lắp đặt tương ứng. Các hình vẽ sau đây cho thấy cách lắp đặt các thành phần thiết bị ADSL tại nhà thuê bao.



Hình 3.48: Lắp đặt các thành phần thiết bị cho cấu hình G.DMT



Hình 3.49: Lắp đặt các thành phần thiết bị cho cấu hình G.Lite

## (2) Lắp đặt modem

Có thể tóm tắt việc lắp đặt modem ADSL qua các bước chung như sau:

### Bước 1: Thực hiện công việc kết nối

- Nếu là external modem: có thể có cả giao tiếp Ethernet và USB. Sử dụng giao tiếp Ethernet thì dùng cáp ethernet (cáp ethernet chuẩn T568A/B) nối từ cổng ethernet trên modem đến cổng ethernet trên máy tính. Sử dụng giao tiếp USB thì dùng cáp USB (kèm theo thiết bị) nối từ cổng USB trên modem đến cổng USB trên máy tính.
- Nếu là internal modem (modem card): thông thường kết nối với máy tính qua giao tiếp PCI. Khi đó có thể cắm modem card vào khe PCI còn trống bên trong máy tính.
- Kết nối line điện thoại đến modem: Đối với cấu hình G.DMT dùng cáp RJ-11 kết nối từ cổng RJ-11 (data wire) trên wall plate (tham khảo hình 3.48) đến cổng LINE trên modem. Đối với cấu hình G.Lite, dùng cáp RJ-11 nối từ cổng MODEM trên ADSL Filter đến cổng LINE trên modem (tham khảo hình 3.49).

### Bước 2: Cấp nguồn cho modem (đối với external modem).

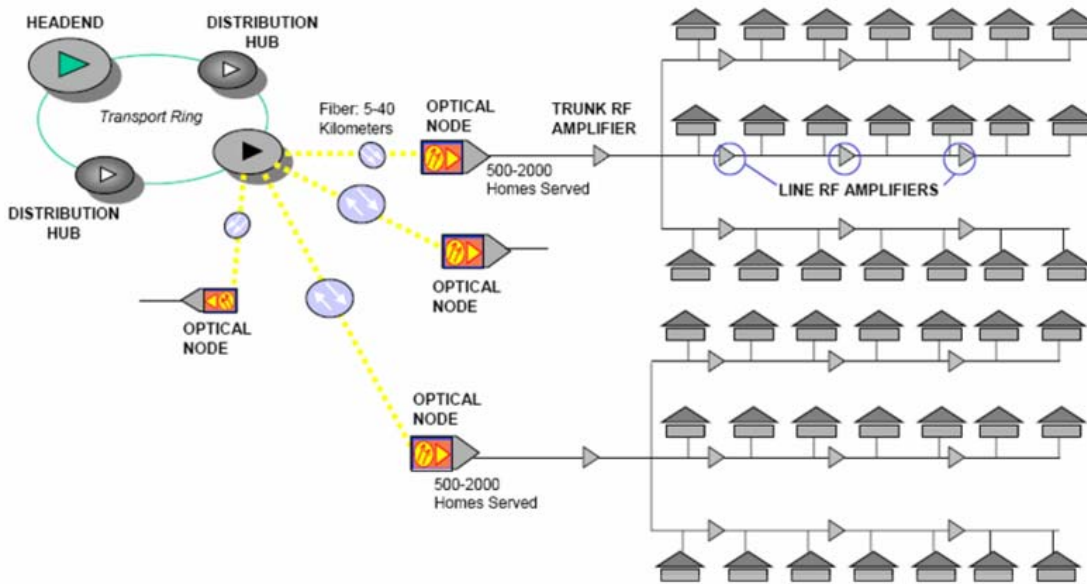
### Bước 3: Cài đặt phần mềm.

- Nếu kết nối modem với máy tính bằng USB thì thông thường phải cài đặt driver cho modem. Còn kết nối với máy tính bằng ethernet thì không cần phải cài đặt driver cho modem.
- Cài đặt các thông số cho ADSL: Để bắt đầu cài đặt, trong cửa sổ Microsoft internet explorer (đối với Win XP) nhập địa chỉ trang web của modem (địa chỉ này được cung cấp trong tài liệu hướng dẫn sử dụng và cài đặt modem) vào ô address và enter để vào giao diện cửa sổ của trang web. Trong cửa sổ này thực hiện các yêu cầu theo chỉ dẫn. Trong các bước thực hiện này, hệ thống yêu cầu người sử dụng nhập user name và password.
- Nếu việc cài đặt đã thực hiện đầy đủ và đúng, thì người sử dụng đã có thể truy cập được internet.

## 3.5 HFC VÀ CABLE MODEM

### 3.5.1 Mạng HFC

HFC (Hybrid Fiber Coaxial) là một mạng kết hợp giữa cáp quang và cáp đồng trục để tạo ra một mạng băng rộng. HFC đã được sử dụng cho **cable TV** từ thập niên 1990. Sơ đồ kiến trúc cơ bản của mạng HFC được cho trong hình vẽ sau đây.



Hình 3.50: Kiến trúc cơ bản mạng HFC

Mạng cáp quang mở rộng từ headend chủ (master headend) đến các headend vùng (regional headend), hubsite của mạng lân cận và sau cùng là nút chuyển đổi quang-điện (fiber optic node) để phục vụ từ 500 thuê bao ÷ 2000 thuê bao ở mọi nơi. Master headend thường có các antenna parabol vệ tinh để thu các tín hiệu video trong không gian cũng như các luồng IP. Một số master headend còn bao gồm các thiết bị điện thoại để cung cấp các dịch vụ viễn thông đến cộng đồng. Một regional headend thu tín hiệu video từ master headend và thêm vào các kênh của chính phủ, kênh giáo dục, kênh công cộng khi được phép, hoặc đưa vào chương trình quảng cáo.

Fiber optic node có một bộ thu phát quang băng rộng có khả năng chuyển đổi tín hiệu điều chế quang chiều xuống đến từ headend ra thành tín hiệu điện gửi đến thuê bao, cũng như chuyển đổi tín hiệu điện đến từ thuê bao ra thành tín hiệu quang cho chiều ngược lại. Tín hiệu điện chiều xuống gửi đến thuê bao là tín hiệu điều chế RF nằm trong dải tần từ 50 MHz ÷ 1000 MHz. Cáp quang nối optical node đến headend hoặc hub theo point-to-point hoặc star topology hoặc ring topology. Fiber optic node cũng có một reverse path transmitter để gửi thông tin từ thuê bao đến headend. Ở Mỹ tín hiệu theo chiều ngược lại này có điều chế RF nằm trong dải tần từ 5MHz ÷ 42MHz, ở những khu vực khác từ 5 MHz ÷ 65 MHz.

Phần cáp đồng trục của mạng kết nối từ 25 ÷ 2000 thuê bao (thông thường 500 thuê bao) theo cấu hình dạng cây và nhánh. Các bộ khuếch đại RF được sử dụng để khuếch đại tín hiệu, bù lại suy hao do cáp, và các suy hao khác có nguyên nhân từ chia cáp hoặc rẽ cáp. Các cáp đồng trục trung kế được kết nối đến optical node và có dạng của coaxial backbone để phân phối các cáp kết nối nhỏ hơn. Các cáp trung kế cũng tải nguồn AC từ 60V đến 90V. Nguồn AC này cung cấp cho các bộ khuếch đại. Từ các cáp trung kế, các cáp phân phối nhỏ hơn được kết nối đến một

công của bộ khuếch đại trung kế để tải tín hiệu RF và nguồn AC xuống các nhánh mạng riêng biệt. Khi cần thiết, các bộ kéo dài dây với các bộ khuếch đại phân phối nhỏ sẽ khuếch đại tín hiệu để giữ công suất của tín hiệu TV ở mức mà TV có thể chấp nhận được. Các dây phân phối được mắc vào các bộ rẽ nhánh từ những điểm rẽ riêng biệt để dẫn đến nhà thuê bao. Các bộ rẽ nhánh dẫn tín hiệu RF và chặn lại nguồn AC trừ khi có các thiết bị điện thoại cần thiết có nguồn dự phòng an toàn cung cấp từ hệ thống nguồn cấp đồng trục. Các bộ kết cuối rẽ nhánh với các điểm rẽ nhánh riêng biệt thường sử dụng đầu nối loại F (tham khảo 2.2.4). Dây rẽ nối đến nhà thuê bao, cần có nối đất để bảo vệ hệ thống từ những điện áp nhiễu. Tùy vào thiết kế mạng, tín hiệu có thể đi qua bộ chia để đến cùng lúc nhiều TV. Trường hợp có quá nhiều TV kết nối, thì chất lượng hình ảnh của tất cả TV trong nhà rất xấu.

### 3.5.2 Truyền dẫn trên mạng HFC

Sử dụng ghép kênh phân tần số ([frequency division multiplexing](#)), nên một mạng HFC có thể tải nhiều dịch vụ khác nhau, bao gồm truyền hình tương tự, truyền hình số ([HDTV](#)-High Definition Television), truyền hình theo yêu cầu ([VoD](#)-[Video on Demand](#)), video số có chuyên mạch, điện thoại, và truyền dữ liệu tốc độ cao. Đường truyền hướng tới và hướng lui đều dùng chung một cáp đồng trục, đây là đường truyền hai chiều trên cùng một mạng từ headend/hub office đến thuê bao, và từ thuê bao đến headend/hub office. Các tín hiệu chiều tới hoặc chiều xuống tải tin tức từ headend/hub office đến thuê bao, như là nội dung video, thoại và dữ liệu internet. Các tín hiệu chiều lui hoặc chiều lên tải tin tức từ thuê bao đến headend/hub office, như các tín hiệu điều khiển STB, dữ liệu cable modem, và thoại. Như vậy, mạng HFC được cấu trúc là không đối xứng. Những năm trước đây, kênh chiều lui chỉ được sử dụng cho một vài tín hiệu điều khiển để yêu cầu các bộ phim, hoặc các tín hiệu giám sát trạng thái. Các ứng dụng này đòi hỏi băng thông rất bé. Sau này các dịch vụ cộng thêm đã được đưa vào mạng HFC, như dữ liệu internet và thoại, do đó kênh chiều lui được sử dụng nhiều hơn.

Cable [Multiple System Operators](#) (MSOs) phát triển các phương pháp để gởi các dịch vụ bằng tín hiệu RF trên cáp quang và cáp đồng trục. Phương pháp nguyên thủy để truyền video trên mạng HFC mà cho đến bây giờ vẫn sử dụng rộng rãi là điều chế các kênh TV tương tự tiêu chuẩn, cũng giống như phương pháp sử dụng để truyền dẫn các kênh truyền hình quảng bá trong không gian. Một kênh TV tương tự chiếm băng thông 6 MHz. Mỗi kênh có một tần số trung tâm làm sóng mang (ví dụ: kênh 2 có tần số trung tâm là 55,25 MHz), do đó không có va chạm giữa các kênh liền kề. Các kênh TV số tạo ra một cách truyền video hiệu quả hơn bằng cách dùng mã hóa [MPEG-2](#) hoặc [MPEG-4](#) trên các kênh QAM ([Quadrature amplitude modulation](#)).

### 3.5.3 IEEE 802.14

Nhóm làm việc IEEE 802.14 được hình thành vào tháng 11 năm 1994 để chuẩn hóa lớp vật lý (PHY layer) và lớp điều khiển truy nhập đa phương tiện (MAC layer) cho các hệ thống HFC.

#### *MAC layer*

- Hỗ trợ các dịch vụ cho connectionless và connection-oriented
- Hỗ trợ QoS.
- Hỗ trợ CBR, VBR, ABR.
- Hỗ trợ các dịch vụ unicast, multicast, broadcast.



*PHY layer*

- 500 thuê bao tại điểm thiết kế tham chiếu.
- Hỗ trợ sub-split (5 MHz÷40 MHz upstream), mid-split (5 MHz÷120 MHz upstream), và high-split (800 MHz÷1000 MHz upstream).
- Sử dụng lại tần số chiều lên.
- Lựa chọn điều chế QAM 64 cho chiều xuống.
- QAM-64 với 6 bit/Hz tạo ra 30 Mbps trong 6 MHz.
- Điều chế QPSK được chọn cho chiều lên để chịu đựng nhiễu lớn.
- Có một vài kênh chiều lên trên một kênh chiều xuống.

Có bốn kỹ thuật điều chế sử dụng 5,12 Msymbols/second cho chiều xuống và một kỹ thuật điều chế sử dụng 1,28 Msymbols/second cho chiều lên.

Tốc độ bit của năm kỹ thuật điều chế này là:

- QPSK:  $2 \text{ bits/symbol} \times 5,12 \text{ Msymbols/second} = 10,24 \text{ Mbps}$ .
- 16 QAM:  $4 \text{ bits/symbol} \times 5,12 \text{ Msymbols/second} = 20,48 \text{ Mbps}$ .
- 64 QAM:  $6 \text{ bits/symbol} \times 5,12 \text{ Msymbols/second} = 30,72 \text{ Mbps}$ .
- 256 QAM:  $8 \text{ bits/symbol} \times 5,12 \text{ Msymbols/second} = 40,96 \text{ Mbps}$ .
- QPSK:  $2 \text{ bits/symbol} \times 1,28 \text{ Msymbols/second} = 2,56 \text{ Mbps}$

**3.5.4 Khả năng băng thông**

- Phổ kênh chiều xuống 550 MHz÷750 MHz.
- Phổ kênh chiều lên 5 MHz÷42 MHz.
- Phổ 550 MHz÷750 MHz cho 33 kênh 6 MHz.
- Phổ 5 MHz÷42 MHz cho 20 kênh 1,8 MHz.

*Chiều xuống:*

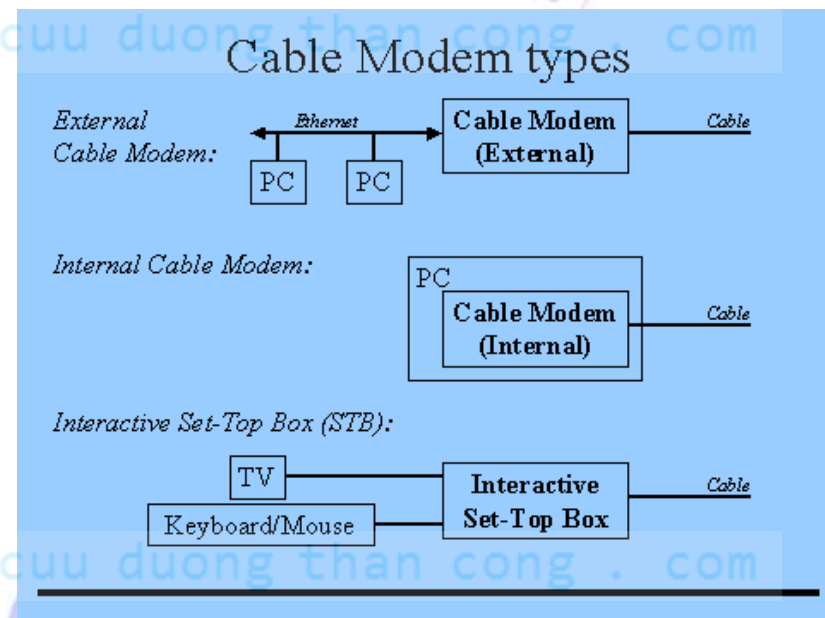
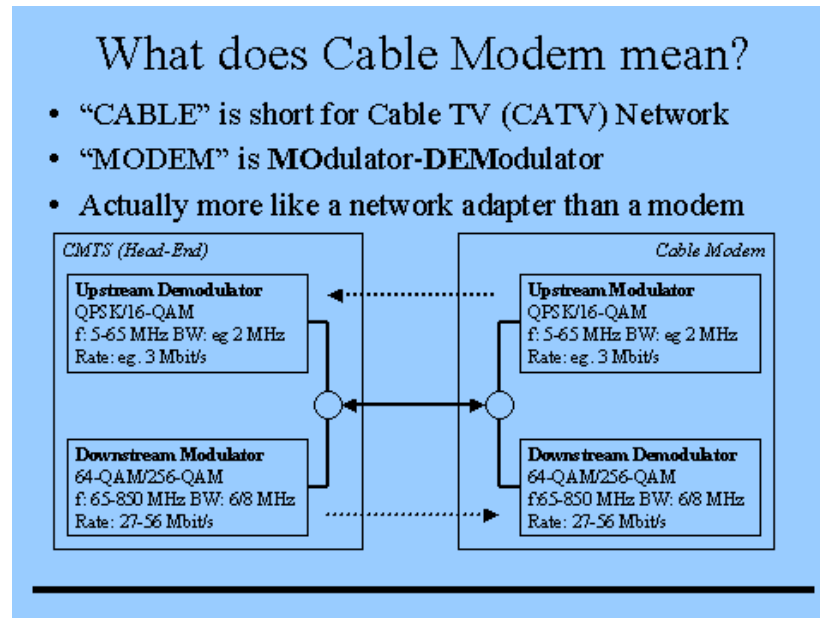
- QPSK:  $33 \text{ kênh FDM} \times 10,24 \text{ Mbps/kênh} = 337 \text{ Mbps}$ .
- 16 QAM:  $33 \text{ kênh FDM} \times 20,48 \text{ Mbps/kênh} = 1013 \text{ Mbps}$ .
- 64 QAM:  $33 \text{ kênh FDM} \times 40,96 \text{ Mbps/kênh} = 1351 \text{ Mbps}$ .

*Chiều lên:*

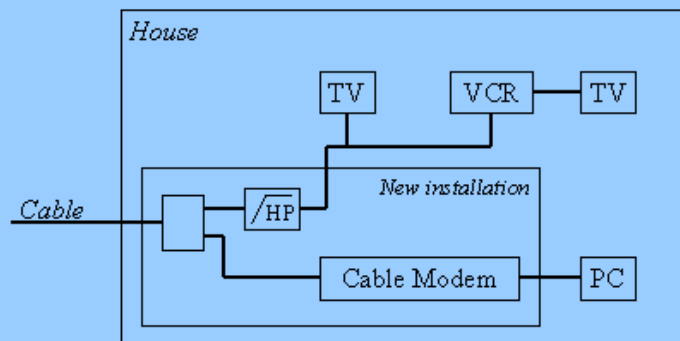
- QPSK:  $20 \text{ kênh FDM} \times 2,56 \text{ Mbps/kênh} = 51 \text{ Mbps}$

### 3.5.5 Cable modem

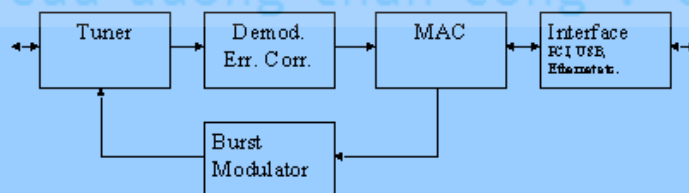
#### 3.5.5.1 Giới thiệu cable modem



## Typical Cable Modem Installation



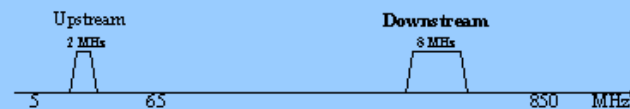
## What's inside a Cable Modem?



- Tuner converts TV channel to a fixed lower frequency (6-40 MHz)
- Demodulator performs A/D, demodulation, error correction and MPEG synchronization
- MAC extracts data from MPEG frames, filters data for other Cable Modems, runs the protocol, times transmission of upstream bursts etc.
- Burst modulator performs R-S encoding, modulation, frequency conversion, D/A conversion etc.
- Interface can be PCI bus, Universal Serial Bus, Ethernet or other?

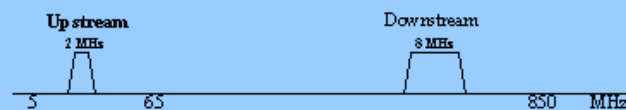
## What is Downstream?

- What the Cable Modem receives
- Frequency 65-850 MHz
- Bandwidth 6 MHz (USA) or 8 MHz (EU)
- Modulation 64-QAM (or 256-QAM)
- Data-rate 27-56 Mbit/s (4-7 Mbyte/s)
- Continuous stream of data
- Received by all modems



## What is Upstream?

- What the Cable Modem transmits
- Frequency 5-65 MHz (5-42 MHz)
- Bandwidth eg. 2 MHz.
- Modulation QPSK or 16-QAM
- Data-rate eg. 3 Mbit/s (~400 KB/s)
- Transmit bursts of data in timeslots (TDM)
- Reserved and contention timeslots



## Downstream data format

MPEG Payload	SYNC Byte	MPEG Header	MPEG Payload	SYNC Byte
--------------	-----------	-------------	--------------	-----------

- Reed-Solomon error correction
- Corrects 6 errors in 204 bytes
- MPEG-TS (Transport Stream)
- MPEG-PS (Program Stream)
- MAC messages
- ATM cells (DVB/DVBC)
- Data addressed to one, many or all Cable Modems

## Upstream data format

ATM Payload	Gap	U.W. 16bit	ATM Header	ATM Payload	Gap	U.W. 16bit
-------------	-----	---------------	------------	-------------	-----	---------------

- Reed-Solomon error correction
- Prepend unique word
- One ATM cell per burst (DVB/DVBC)
- MAC message or data as payload
- 18 time-slots per 3 ms (DVB/DVBC)
- Reserved time-slots for longer data
- Contention time-slot for small data (initiate)
- Ranging time-slots are 3 slots



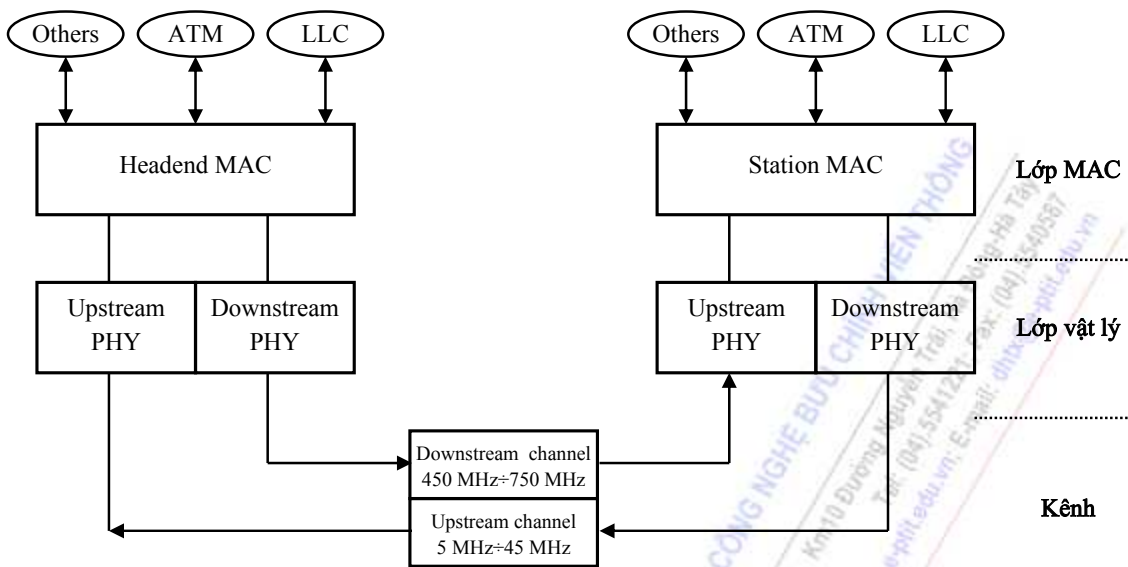
## What is MAC?

- Media Access Control
  - Implemented in HW and maybe some SW
  - Performs ranging to calibrate TX level
  - Performs ranging to calibrate time reference
  - Assigns upstream frequency and data-rate
  - Allocates time-slots (upstream bandwidth)
  - Runs on both Cable Modem and Head-End
  - Very similar to satellite protocol
- 

## What standards?

- Proprietary systems (1st generation systems).
  - MCNS (USA mainly). Developed for Cable Modem only. Specifies external Cable Modem only, but may add internal Cable Modem also.
  - DAVIC/DVB (Europe mainly). Used for set-top box and now also Cable Modem.
  - IEEE 802.14 lost 1st round, but tries to leapfrog and be the standard of the future (3rd generation systems).
-

### 3.5.5.2 Mô hình kiến trúc phân lớp cable modem



**Hình 3.51:** Kiến trúc phân lớp cable modem/headend

IEEE 802.14 xác định mô hình tham chiếu cho cable modem và bộ điều khiển headend. Kiến trúc tham chiếu là một khối có nhiều tầng cần để xác định kiến trúc phân lớp. Mô hình tham chiếu là bảng kiến trúc chi tiết dựa trên đó để xây dựng các thiết bị. Mô hình kiến trúc phân lớp cable modem/headend được cho trong hình 3.51 và gồm có:

- Kênh (Channel).
- Lớp vật lý (Physical (PHY) layer).
- Lớp MAC (MAC layer).

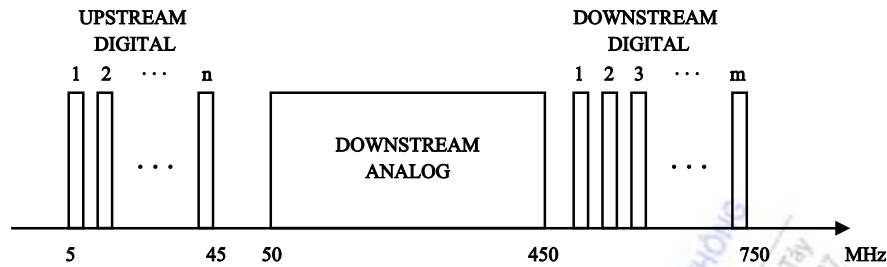
Ủy ban IEEE 802.14 phát triển ba tài liệu tiêu chuẩn. Các tài liệu này được dùng để chuẩn hóa lớp vật lý. Ba tài liệu đó là:

- Mô hình kênh cho chiều lên.
- Mô hình kênh cho chiều xuống.
- Sự hội tụ các đặc tính kỹ thuật.

### 3.5.5.3 Phổ cable modem

Phổ tần số của kênh chiều lên và chiều xuống có vị trí khác nhau như chỉ ra trong hình 3.52. Băng thông 400 MHz từ 50 MHz ÷ 450 MHz được dùng truyền các tín hiệu TV kênh chiều xuống, bao gồm NTSC tương tự, âm thanh điều chế FM. Băng thông 40 MHz từ 5 MHz ÷ 45 MHz được dùng cho các kênh số RF chiều lên. Mỗi kênh có độ rộng từ 1 MHz ÷ 6 MHz, và có khả năng tải băng thông số trong tầm từ 1,6 Mbps đến 10 Mbps khi sử dụng kỹ thuật điều chế QPSK. Các kênh RF chiều lên được thiết kế để truyền các thông tin điều khiển và dữ liệu đến headend. Một số lượng lớn các kênh chiều xuống nằm trong băng tần 300 MHz giữa 450 MHz và 750 MHz. Các kênh RF này được dùng để phát quảng bá dữ liệu và tin tức từ headend đến tất cả trạm thu.

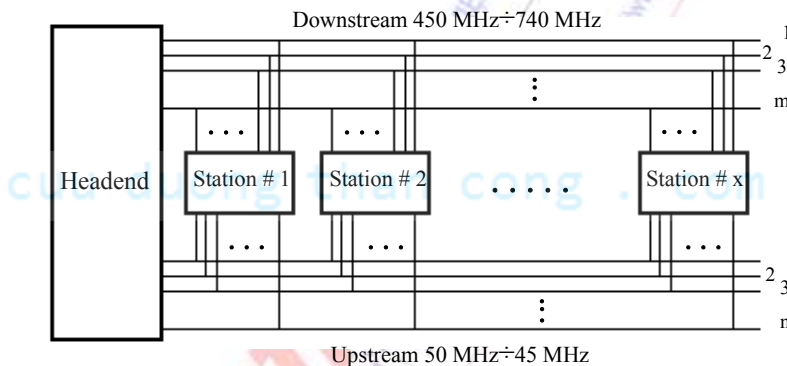
Phổ tần số của cable modem được cho trong hình vẽ sau đây:



Hình 3.52: Phổ RF của cable modem

#### 3.5.5.4 Ảnh xạ phổ của cable modem

Truyền thông giữa headend và cable modem có thể đạt được tốt nhất như mô tả trong hình 3.53. Một bộ thu cable modem (xem như một trạm) được kết nối đến tất cả các kênh 6 MHz chiều xuống (từ kênh 1 đến kênh m) của phổ. Cable modem phải có khả năng điều chỉnh bất được bất kỳ một băng tần nào trong các băng tần 6 MHz để nhận dữ liệu từ headend. Tại kết cuối đầu phát, cable modem cũng phải có khả năng phát bất kỳ một kênh chiều lên nào trong từ 1 đến n kênh chiều lên như mô tả trong hình vẽ.



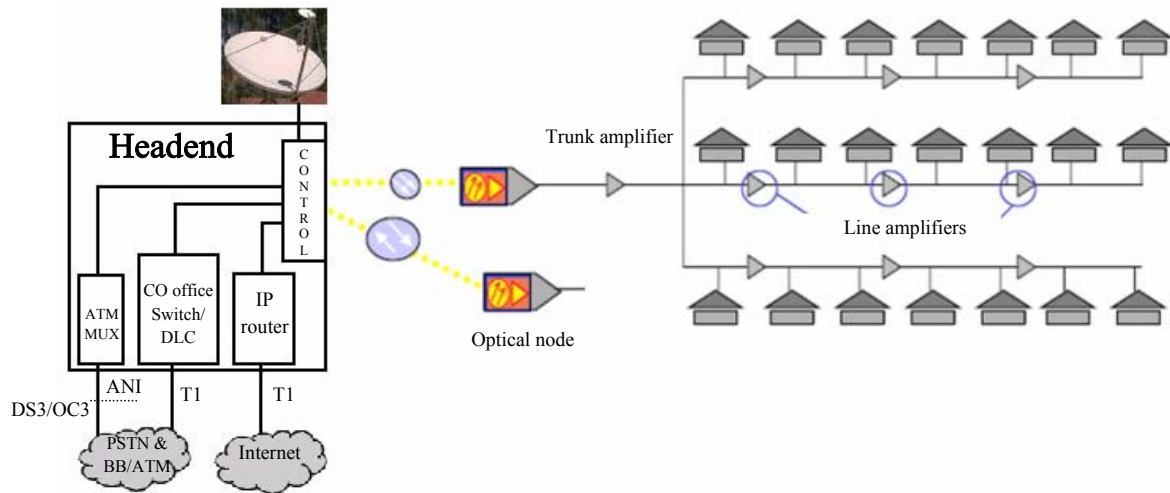
Hình 3.53: Ảnh xạ phổ Headend/station

Đối thoại giữa cable modem và headend được khởi tạo khi một modem lắp đặt vào. Nó tự động bắt đầu lắng nghe các kênh chiều xuống, tìm kiếm và ghi nhận thiết bị của nó. Mạng đáp ứng lại bởi việc chỉ định các kênh chiều lên thích hợp mà trong đó nó có thể truyền dữ liệu của nó. Tùy thuộc vào cấu hình của headend mà một kênh chiều xuống thông thường được liên kết với các kênh chiều lên. Đối thoại giữa headend và các station là do lớp quản trị MAC chịu trách nhiệm.

Khả năng mà một station dò và cấu hình các công vật lý của nó trong hệ thống được tham chiếu như là *frequency-agile cable modem*.

#### 3.5.6 POST trên HFC

Cấu hình POST trên HFC được chỉ ra trong hình 3.54. Một bộ chuyển mạch hoặc DLC được đặt tại headend. Bộ điều khiển headend nhận kênh thoại từ các cable modem đặt tại nhà thuê bao và nó thông qua DLC hoặc bộ chuyển mạch để tiến hành xử lý. Nếu headend có trang bị DLC thì các trung kế T1 truyền dẫn các mạch thoại sẽ được kết nối đến một tổng đài class 5 ở gần đó dùng để xử lý cuộc gọi.



Hình 3.54: Headend với các khả năng POST và IP

Headend cũng được trang bị đầy đủ các tính năng của tổng đài chuyển mạch class 5, với khả năng này headend có thể thực hiện:

- Chuyển mạch nội hạt.
- Tính cước.
- Rẽ tất các đường truyền tổng đài nội hạt và giao tiếp trực tiếp đến các đường truyền tổng đài đường dài, do đó tiết kiệm các chi phí truy nhập cho khách hàng.

Headend cũng có thể được trang bị các IP router để điều khiển các dịch vụ IP và liên kết với mạng internet. Bộ điều khiển headend sẽ tách lưu lượng IP và chuyển giao nó cho các router để xử lý.

ATM MUX (cũng là một chuyển mạch ATM) là một nút truy nhập ATM để kết nối các truyền dẫn ATM đến bộ chuyển mạch ATM trong mạng công cộng. Bộ điều khiển headend có thể phân biệt lưu lượng ATM, nó là dữ liệu, video hoặc là các dịch vụ CBR. Diễn đàn ATM định nghĩa giao tiếp này là ANI.

### 3.5.7 An toàn trong môi trường HFC

#### 3.5.7.1 Giới thiệu

An toàn đã trở thành một chủ đề rất quan trọng kể từ khi phát triển internet. Hầu hết tất cả các ứng dụng tương tác đều yêu cầu một mức độ an toàn. Các mục tiêu cho an toàn nói chung đề cập đến ba đối tượng sau đây:

- Những người sử dụng dịch vụ (Users).
- Những người điều hành quản lý (Operators).
- Các cơ quan chính phủ (Government agencies).

Về phương diện người sử dụng dịch vụ, an toàn có nghĩa là đảm bảo tính riêng tư, bí mật, toàn vẹn dữ liệu, tính cước chính xác, kích hoạt và ngừng kích hoạt dịch vụ.

Về phương diện người điều hành quản lý, an toàn có nghĩa là toàn vẹn dữ liệu, độc lập, giữ gìn danh tiếng và uy tín tốt đối với các khách hàng, tính cước chính xác không gian lận hoặc lừa

gạt, làm đúng chức năng mạng, và có trách nhiệm giải trình khi dịch vụ không hoạt động do sự cố. Tóm lại, chính những nhà cung cấp dịch vụ/điều hành quản lý mạng cần sự an toàn để giữ gìn các hấp dẫn trong kinh doanh của họ, các nghĩa vụ của họ đối với các khách hàng và cộng đồng.

Về phương diện các cơ quan chính phủ, yêu cầu an toàn để hợp lệ với các chỉ thị, các qui định pháp luật, nhằm đảm bảo lợi ích của các dịch vụ, cạnh tranh lành mạnh, và bảo vệ sự bí mật.

Với những vấn đề đặt ra ở trên, trong diễn đàn ATM, một nhóm làm việc về an toàn mạng định nghĩa một bộ các loại an toàn gồm những chức năng an toàn ứng dụng cho khách hàng, điều khiển, và các dịch vụ. Các chức năng đó bao gồm:

- Điều khiển truy nhập.
- Xác thực.
- Bí mật dữ liệu.
- Toàn vẹn dữ liệu.

### 3.5.7.2 An toàn và bí mật trong mạng HFC

Các vấn đề an toàn và bí mật trong mạng HFC khác nhau từ những mạng có kết nối dây theo điểm-điểm truyền thống. Trong trường hợp của cáp đồng, mạng này cung cấp kết nối trực tiếp thuê bao đến một mạch đường dây tại tổng đài nội hạt, việc nghe trộm thực hiện không dễ dàng như đối với đường dây dùng chung. Các cuộc điện đàm riêng tư dĩ nhiên không thể bị giám sát bởi người sử dụng ở những nhà khác. Trong một mạng cáp, vấn đề an toàn trở nên khó khăn hơn bởi vì có nhiều thuê bao truy nhập vật lý đến cùng một đường dây. Như đã trình bày trong phần trước, mạng HFC hai chiều có các truyền dẫn nhiều-đến-một và một-đến-nhiều trên cùng một trung kế.

#### Các yêu cầu an toàn tại lớp MAC

Cố gắng tạo ra các cơ chế an toàn cho các mạng truy nhập đa phương tiện dùng chung có thể so sánh với các mạng truy nhập đa truy nhập không dùng chung. Các cơ chế an toàn bao gồm sau đây:

- Xác thực (Authentication): Thuê bao phải tự xác nhận tính hợp lệ đối với mạng truy nhập. Thuê bao này phải xác định thiết bị thuê bao nào được quyền phục vụ và thừa nhận đối với profile của dịch vụ. Sự phức tạp của quá trình xác thực phải là tối thiểu. Đòi hỏi này dẫn ra các giao thức nhanh và đối xứng.
- Mật mã (encryption): Dữ liệu người dùng giữa thuê bao và giao diện HFC phải được bí mật.
- Bảo vệ sự phát lại (Replay protection): Mạng truy nhập phải được bảo vệ ngăn chặn sự phát lại các băng tin trước đó.
- Quản lý khóa (Key management): Duy trì bí mật thông tin người sử dụng là then chốt đối với bất kỳ mạng an toàn nào.
- Sự thuận lợi đối với người sử dụng đầu cuối (End user convenience): Các chức năng an toàn hoạt động mà không đòi hỏi người sử dụng đầu cuối thực thi các hoạt động hỗ trợ đối với an toàn hệ thống.



- Tính trong suốt (Transparency): Các chức năng an toàn phải hoạt động mà không làm giảm đi cấp của dịch vụ (CoS-Class of Service) cung cấp cho người sử dụng.
- Khả năng xuất khẩu (Exportability): Các mạng truy nhập đa phương tiện có tính chia sẻ sẽ sử dụng world wide. Rất nhiều quốc gia có các qui định về sử dụng, nhập khẩu và xuất khẩu các hoạt động an toàn. Các hoạt động an toàn phải tôn trọng triệt để các qui định về xuất khẩu và nhập khẩu.
- Truyền dữ liệu tin cậy (Data transport reliability): Các mạng truy nhập đa phương tiện chia sẻ phải có dung sai của các lỗi bit sao cho tối thiểu mở rộng lỗi. Các lỗi bit của một đường truyền dẫn đơn phải không là nguyên nhân làm cho các khối bit bị gián đoạn do việc mở rộng lỗi vô hạn. Hệ thống phải khôi phục đồng bộ một cách tức thì sau khi có sự gián đoạn truyền dẫn dữ liệu.
- An toàn vật lý (Physical security): An toàn truy nhập đa phương tiện chia sẻ phải không lệ thuộc vào các phần tử của an toàn vật lý ngoại trừ các thuộc tính có trong các loại mạng HFC.
- Khôi phục sự an toàn (Security recovery): An toàn mạng truy nhập đa phương tiện chia sẻ phải được thiết kế sao cho nó có khả năng thiết lập lại các thông tin bảo mật (ví dụ như các khóa).
- Khả năng nâng cấp (Upgradability): Các cơ chế an toàn đã chọn cho các mạng truy nhập đa phương tiện chia sẻ phải cho phép nâng cấp hay thay mới các cơ chế an toàn, các thuật toán, và các mô hình an toàn.

#### **Mật mã và giải mật mã**

Mật mã và giải mật mã được thực hiện bằng thuật toán DES. Chế độ mật mã sử dụng là CBC (Cypher Block Chaining).

Có một số vấn đề về kỹ thuật mật mã cần biết như sau:

- Mật mã sử dụng phải được chứng minh và công nhận.
- Mật mã phải được thực thi trên phần cứng hoặc phần mềm.
- Mật mã phải không chiếm băng thông nhiều. Dữ liệu trước và sau khi mật mã có kích thước như nhau.
- Mật mã phải có độ trễ bé.
- Giải mật mã phải giới hạn khuếch đại lỗi.
- Mật mã phải tự đồng bộ.

Với các nguyên tắc ở trên, IEEE 802.14 kết hợp kỹ thuật mật mã vào hệ thống MAC sao cho truyền thông giữa một trạm và headend được bí mật và xác thực. Thực hiện điều này một cách rất rảo, sẽ biết địa chỉ người nghe trộm và các vấn đề thật giả có tự nhiên trên mạng cáp truyền dẫn chia sẻ. Qui trình mật mã có thể tóm tắt như sau:

- Trao đổi khóa (Key exchange): IEEE 802.14 đề nghị sử dụng giao thức trao đổi khóa Diffie-Hellman cho HFC.
- Provisioning: Trong chức năng này headend cho phép thuê bao đăng ký. Chứng thực ID của thuê bao trong cable modem sẽ được sử dụng để xác định tính hợp pháp của thuê bao. Có

hai bước cần thiết để truy nhập các dịch vụ: đăng ký ID phần cứng thuê bao (certification number or serial number của thiết bị) và sử dụng trao đổi khóa bí mật Diffie-Hellman.

- Đăng ký (Registration): Trong chức năng này, thuê bao gửi các yêu cầu ID duy nhất của nó cho headend. Headend quan tâm đến thuê bao hợp pháp mới này (thông qua provisioning) sẽ xử lý bằng khóa bí mật trao đổi để thử đăng ký cho thuê bao. Chứng thực ID được sử dụng để xác thực tính hợp pháp của thuê bao. Nếu headend không chấp nhận ID này coi như việc đăng ký của thuê bao bị thất bại.
- Trao đổi khóa bí mật Diffie-Hellman: Thuật toán cho phép hai người sử dụng trao đổi an toàn một khóa dùng để mã hóa thông tin. Thuật toán chỉ dùng để trao đổi khóa không dùng để mã hóa và giải mã thông tin.

Thuật toán Diffie-Hellman dựa trên tính khó của bài toán logarit rời rạc trong trường có hạn, so sánh với việc tính lũy thừa trên cùng một trường.

Giả sử có hai người sử dụng là Alice và Bob. Trước tiên, Alice và Bob thỏa thuận một số nguyên tố lớn  $p$ , và một phần tử nguyên thủy  $g \bmod p$ . Alice và Bob có thể thỏa thuận hai số  $p$  và  $g$  trên một kênh công khai.

Các bước của thuật toán được trình bày như sau:

Bước 1: Alice chọn một số nguyên lớn ngẫu nhiên  $x$  và tính  $X = g^x \bmod p$  rồi gửi  $X$  cho Bob.

Bước 2: Bob chọn một số nguyên lớn ngẫu nhiên  $y$  và tính  $Y = g^y \bmod p$  rồi gửi  $Y$  cho Alice.

Bước 3: Alice tính:  $k = Y^x \bmod p$ .

Bước 4: Bob tính:  $k' = X^y \bmod p$ .

Cả hai giá trị  $k$  và  $k'$  đều bằng nhau và bằng  $g^{xy} \bmod p$ . Những người tấn công khó có thể tính được giá trị  $k$  mặc dù biết được giá trị  $p$ ,  $g$ ,  $X$ , và  $Y$ . Vì thực hiện phép tính logarit rời rạc  $\bmod p$  để khôi phục  $x$ ,  $y$  là rất khó. Do đó,  $k$  là khóa mật mã cả Alice và Bob có thể tính toán một cách độc lập nhau.

Việc chọn  $p$  và  $g$  có thể có ảnh hưởng đáng kể đến độ mật của hệ thống. Số  $(p-1)/2$  cũng phải là số nguyên tố. Cần lưu ý chọn  $n$  là số nguyên tố lớn.

*Ví dụ.* Alice và Bob thỏa thuận chọn  $p=23$ ,  $g=2$

Bước 1: Alice chọn  $x=7$ , gửi cho Bob  $X=2^7 \bmod 23=13$

Bước 2: Bob chọn  $y=4$ , gửi cho Alice  $Y=2^4 \bmod 23=16$

Bước 3: Alice tính:  $k=16^7 \bmod 23=18$

Bước 4: Bob tính:  $k'=13^4 \bmod 23=18$

(trong ví dụ trên chỉ để minh họa thuật toán và dễ tính nên chọn các giá trị  $p$ ,  $x$ ,  $y$  nhỏ. Trong thực tế phải chọn số  $p$ ,  $x$ , và  $y$  là các số lớn).

IEEE 802.14 khuyến nghị các giá trị của  $p$ ,  $x$ , và  $y$  tối thiểu bằng 512 bit. Giá trị tối đa cho phép là 1024 bit.

## 3.6 TRUY NHẬP QUANG

### 3.6.1 Giới thiệu

Mạng truy nhập quang (OAN-Optical Access Network) là mạng truy nhập chủ yếu sử dụng cáp quang làm phương tiện truyền dẫn.

Những ưu điểm của mạng truy nhập quang là:

- Dung lượng lớn.
- Kích thước và trọng lượng cáp nhỏ.
- Không bị nhiễu điện.
- Tính bảo mật cao.
- Tình hình thị trường rất tốt.
- Chất lượng truyền dẫn tốt.

Tuy nhiên mạng truy nhập quang cũng có một số nhược điểm là:

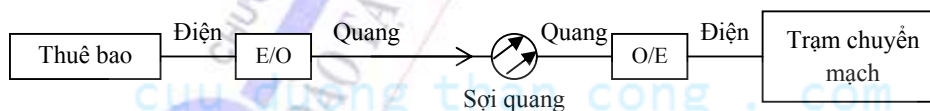
- Vấn đề biến đổi điện – quang: tín hiệu điện phải được biến đổi thành sóng ánh sáng và ngược lại. Chi phí của các thiết bị biến đổi cao, cần được xem xét khi thiết kế mạng.
- Đường truyền thẳng: điều này không thích hợp cho các vùng rừng núi hay các nơi có địa hình phức tạp.
- Yêu cầu lắp đặt đặc biệt do sợi chủ yếu làm bằng thủy tinh.
- Đòi hỏi phải có kỹ năng tốt trong công tác lắp đặt và bảo dưỡng.

### 3.6.2 Cấu trúc mạng truy nhập quang

Dựa trên các khuyến nghị của ITU-T và tiêu chuẩn có liên quan để đưa ra cấu hình tham chiếu và các khối chức năng của mạng truy nhập quang.

#### 3.6.2.1 Cấu hình tham chiếu

- Mạng truy nhập quang dùng sợi quang làm môi trường truyền dẫn chủ yếu.
- Thông tin trao đổi của tổng đài chuyển mạch và thông tin nhận được của thuê bao đều là tín hiệu điện.
- Cần phải có biến đổi E/O (Electric/Optical) ở phía tổng đài và biến đổi O/E ở đơn vị mạng quang (ONU-Optical Network Unit) để có thể thực hiện truyền dẫn tín hiệu quang như mô tả qua hình vẽ sau:



Hình 3.55: Sơ đồ khối mạng truy nhập quang

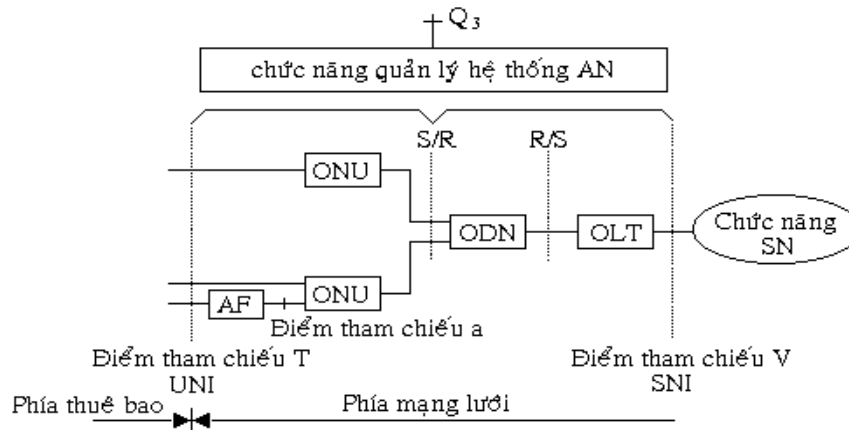
- Hình 3.56 là ví dụ của mạng truy nhập quang thụ động (PON-Passive Optical Network) (hoặc mạng quang không nguồn), gồm có 4 module cơ bản: OLT (Optical Line Terminal), ODN (Optical Distribution Network), ONU, và AF (Adaption Function).
- Điểm tham chiếu gồm có: điểm tham chiếu phát quang (S), điểm tham chiếu thu quang (R), điểm tham chiếu giữa các nút dịch vụ (V), điểm tham chiếu đầu cuối thuê bao (T), và điểm tham chiếu giữa các ONU.

- Giao diện bao gồm: giao diện quản lý mạng (Q3), và giao diện giữa thuê bao với mạng UNI (User-Network Interface).

Như vậy có thể phát biểu mạng truy nhập quang sử dụng chung các giao diện với các mạng truy nhập khác.

### 3.6.2.2 Các khối chức năng

Hệ thống truyền dẫn truy nhập cáp quang đảm nhiệm một loạt đường liên kết truy nhập và gồm các module: OLT, ODN, ONU, và AF.

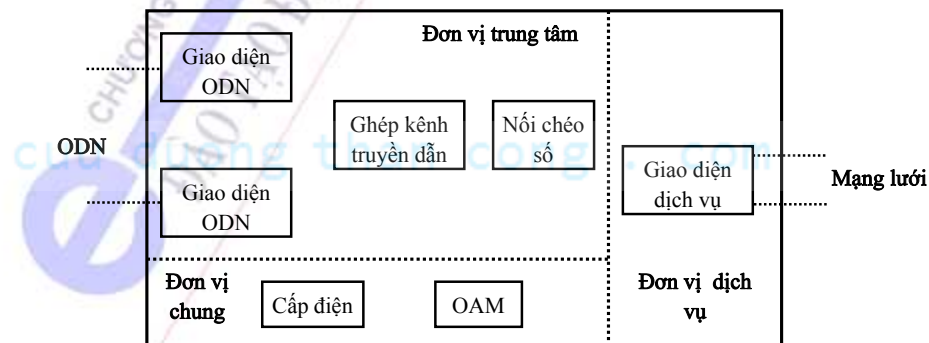


**Hình 3.56:** Cấu hình tham chiếu mạng truy nhập quang

#### (1) OLT (Optical Line Terminal)

OLT cung cấp giao diện quang giữa mạng với ODN, đồng thời cung cấp biện pháp cần thiết để truyền các dịch vụ khác nhau. OLT có thể chia thành dịch vụ chuyển mạch và dịch vụ không chuyển mạch, quản lý báo hiệu và thông tin giám sát điều khiển đến từ ONU. Từ đó cung cấp chức năng bảo dưỡng cho ONU.

OLT có thể lắp đặt ở giao diện tổng đài chuyển mạch nội hạt, cũng có thể lắp đặt ở đầu xa. Về mặt vật lý nó có thể là thiết bị độc lập, cũng có thể nằm trong một thiết bị tổng thể khác. OLT gồm đơn vị trung tâm, đơn vị dịch vụ, và đơn vị chung tạo thành, như hình vẽ sau:



**Hình 3.57:** Sơ đồ khối chức năng OLT

Chức năng Đơn vị trung tâm:

- Nối chéo số.

- Ghép kênh truyền dẫn.
- Chức năng giao diện ODN: Chức năng này căn cứ vào các loại sợi quang của ODN để cung cấp các giao diện quang vật lý, đồng thời thực hiện biến đổi điện/quang và quang/điện.

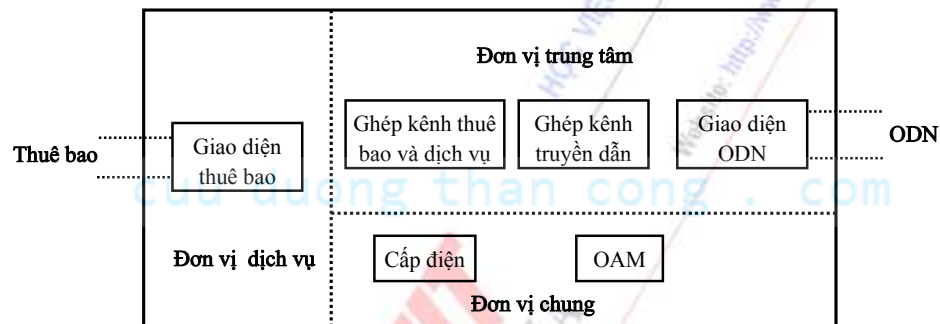
*Chức năng đơn vị chung:*

- Chức năng cấp điện: Chuyển đổi nguồn điện cung cấp từ bên ngoài thành trị số điện yêu cầu của nội bộ.
- Chức năng OAM: Thông qua giao diện tương ứng, thực hiện sự vận hành, quản lý và bảo dưỡng đối với tất cả các khối chức năng và đối với quản lý mạng lớp trên.

*Chức năng đơn vị dịch vụ:*

- Bộ phận dịch vụ là đầu vào của các dịch vụ.
- Yêu cầu các dịch vụ phải có tốc độ sơ cấp của ISDN.
- Có thể đảm nhận đồng thời hai dịch vụ khác nhau trở lên.

(2) ONU (Optical Network Unit)



Hình 3.58: Sơ đồ khối chức năng OLT

*Chức năng đơn vị trung tâm:*

- Giao diện ODN: Cung cấp một loạt giao diện quang vật lý, nối với ODN đồng thời hoàn thành việc biến đổi quang/điện và điện/quang.
- Chức năng ghép kênh truyền dẫn: Xử lý và phân phối thông tin.
- Chức năng ghép kênh thuê bao và dịch vụ: Tập hợp và phân phối các thông tin từ/đến các thuê bao khác nhau.

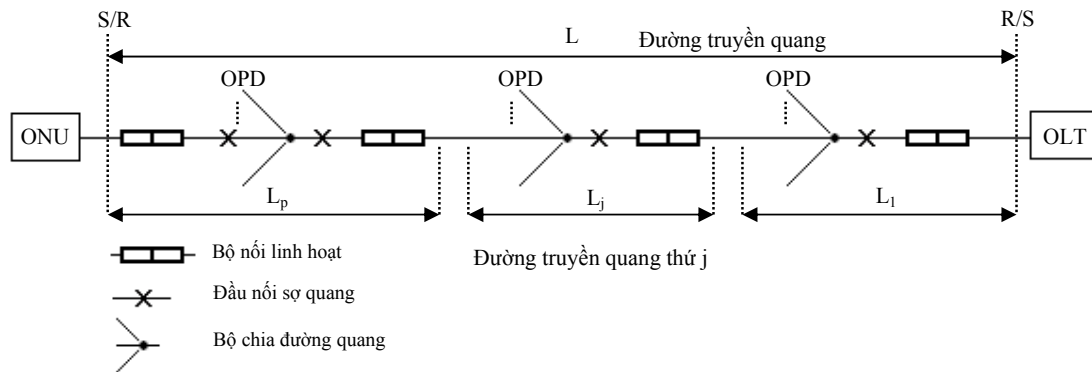
*Chức năng đơn vị chung:* Cấp điện và OAM, tính chất chức năng bộ phận chung giống như trong OLT.

*Chức năng đơn vị dịch vụ:* Cung cấp chức năng của thuê bao, bao gồm phối hợp  $n \times 64$  Kbps và chuyển đổi báo hiệu ....

(3) ODN (Optical Distribution Network)

Mạng phân phối quang đặt giữa ONU và OLT. Chức năng của nó là phân phối công suất của tín hiệu quang. ODN chủ yếu là linh kiện quang không nguồn và sợi quang tạo thành mạng phân phối đường quang thụ động. Thông thường áp dụng cấu trúc hình cây như mô tả trong hình sau:





Hình 3.59: Đường truyền quang trong ODN

ODN trong hình trên được cấu thành bởi các linh kiện đường truyền quang có số cấp là  $p$ . Các linh kiện này nối đường truyền quang, chia/ghép đường quang, truyền dẫn quang đa bước sóng và giám sát điều khiển đường quang, ...

#### (4) AF (Adaption Function)

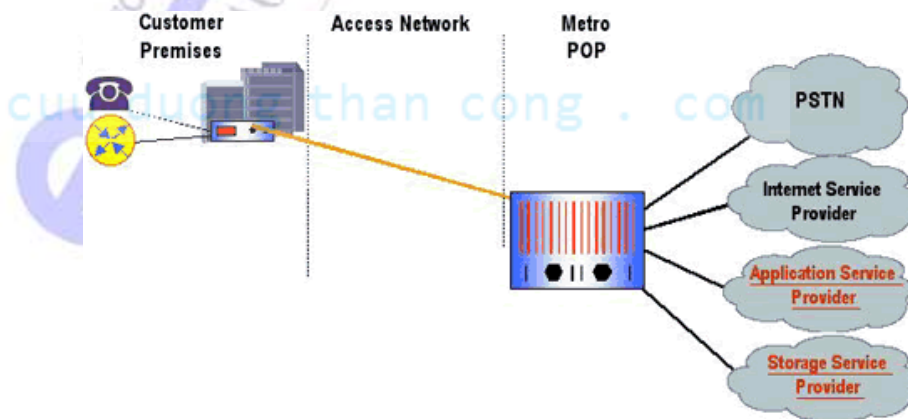
AF chủ yếu cung cấp chức năng phối hợp ONU với thiết bị thuê bao. AF có thể thuộc ONU hoặc độc lập.

### 3.6.3 Topology và các áp dụng của truy nhập quang

Có một vài topology truy nhập quang được sử dụng để đáp ứng cho lưu lượng có tốc độ cao trong mạng truy nhập: hub and spoke, multidrop, ring, và mesh. Mạng hub and spoke, dữ liệu có thể được tập hợp lại và gửi đi theo điểm-điểm bằng cách sử dụng các kỹ thuật kênh đơn hoặc đa kênh. Mỗi phương pháp có các đặc trưng của nó, được trình bày sau đây.

#### 3.6.3.1 Aggregated Point to Point Using a Single Channel per Optical Fiber

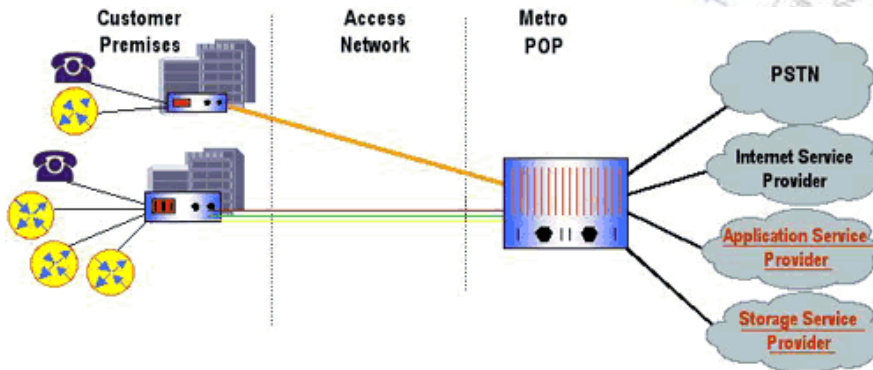
- Chi phí của các channel card với giao tiếp đến thiết bị CPE hoặc PoP/CO có thể được giảm xuống trong trường hợp không có các liên kết WDM.
- Các chi phí quản lý có thể được giảm xuống nhờ vào các kỹ thuật như tốc độ cấu hình bằng phần mềm và các chẩn đoán ban đầu.



Hình 3.60: Aggregated Point to Point

### 3.6.3.2 Aggregated Multichannel Point to Point

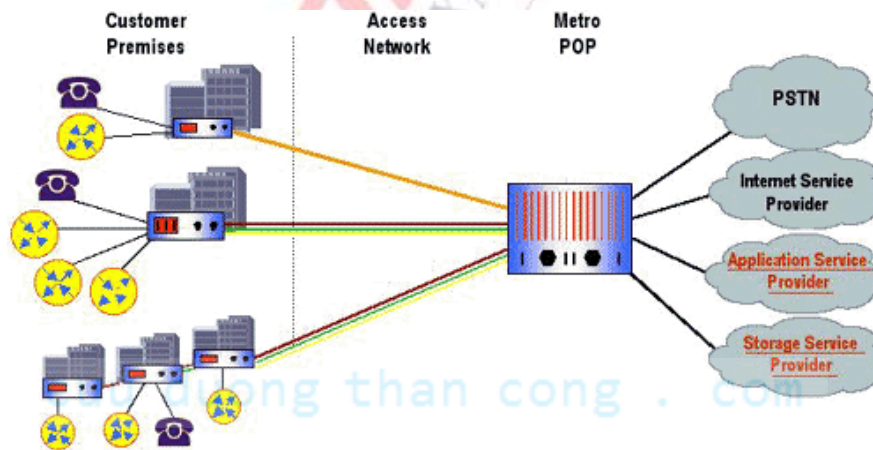
Các liên kết WDM rộng lớn làm giảm chi phí sợi quang, và cung cấp giải pháp đa kênh một cách hoàn toàn thỏa đáng cho các liên kết mạng truy nhập mà ở đó không có yêu cầu ghép kênh bước sóng với mật độ sử dụng cao. Nó gần giống như các hệ thống đa kênh được trộn lẫn với kênh đơn, các liên kết điểm-điểm.



Hình 3.61: Aggregated Multichannel Point to Point

### 3.6.3.3 Spatially Distributed WDM

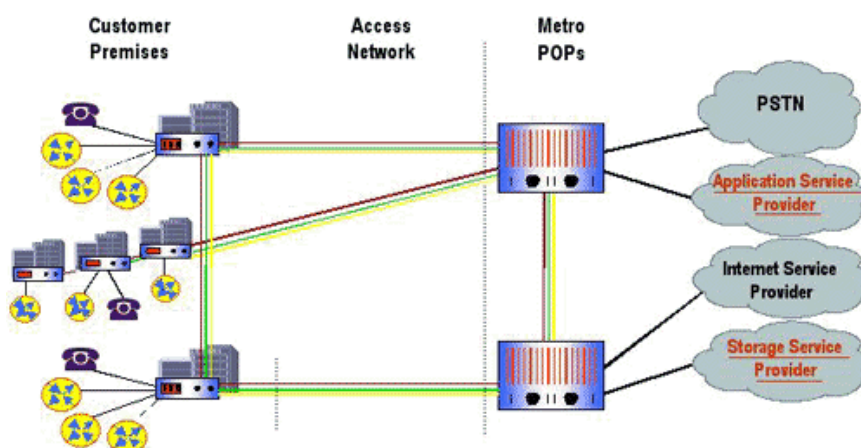
- Cấu hình multidrop.
- Thường dành cho các ứng dụng mạng campus và riser.



Hình 3.62: Spatially Distributed WDM

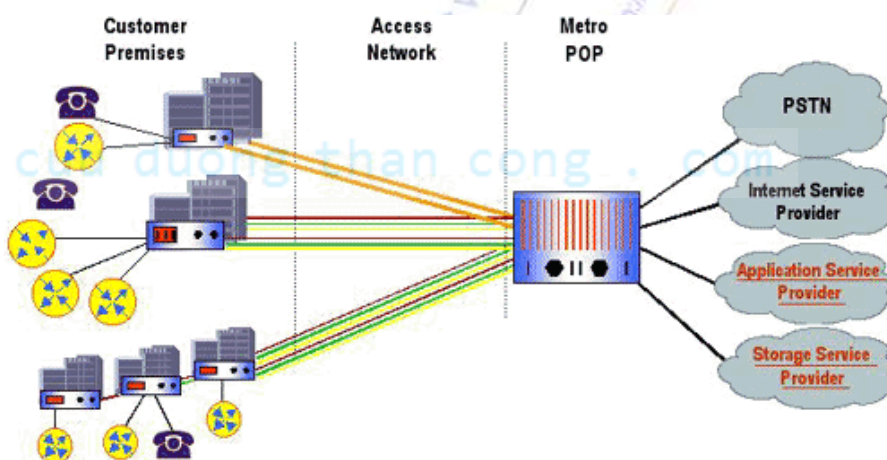
### 3.6.3.4 Arbitrary Mesh

- Các nút trong mạng truy nhập cần sự liên kết để kết nối các thành phần thiết bị của mạng khách hàng.
- Yêu cầu có các liên kết WDM và không WDM.



Hình 3.63: Arbitrary Mesh

### 3.6.3.5 Link Protection



Hình 3.64: Link Protection

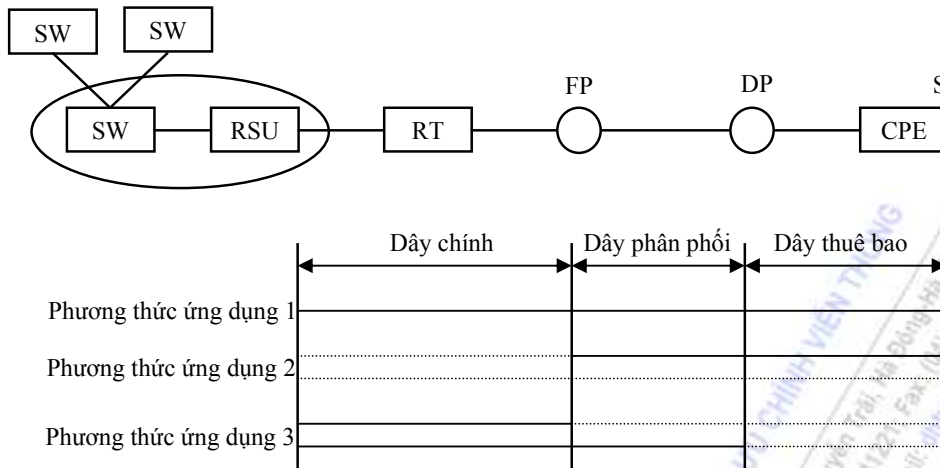
## 3.7 TRUY NHẬP VÔ TUYẾN CỐ ĐỊNH

### 3.7.1 Định nghĩa

Truy nhập vô tuyến cố định (FWA-Fixed Wireless Access) được định nghĩa là từ giao diện nút dịch vụ đến bộ phận đầu cuối thuê bao, áp dụng phương thức vô tuyến toàn bộ hoặc một phần. Liên kết bằng vô tuyến được dùng để thay thế cho cáp hoặc sợi quang để truyền dẫn dữ liệu và thoại. FWA có thể được dùng cho truy nhập internet nhanh và hội nghị truyền hình. Thông tin được truyền đi từ một trạm phát đến các đầu cuối cố định, khác với điện thoại di động, thông tin truyền đi từ một trạm phát đến các đầu cuối di động.

FWA thích hợp cho truy nhập băng rộng ở những nơi mà việc xây dựng hệ thống cáp quang hoặc cơ sở hạ tầng khác khó khăn hoặc có chi phí lớn. Ví dụ như khu vực thưa dân, ít người sử dụng, khu vực đồi núi hoặc sông hồ, ....

### 3.7.2 Các phương thức ứng dụng FWA



Hình 3.65 : Các phương thức ứng dụng FWA

#### Phương thức 1:

Toàn bộ đoạn từ tổng đài chuyển mạch nội hạt đến đầu thuê bao áp dụng phương thức truyền dẫn vô tuyến. Tức là vô tuyến thay thế dây đường trục, dây phân phối, và dây dẫn nối với thuê bao.

#### Phương thức 2:

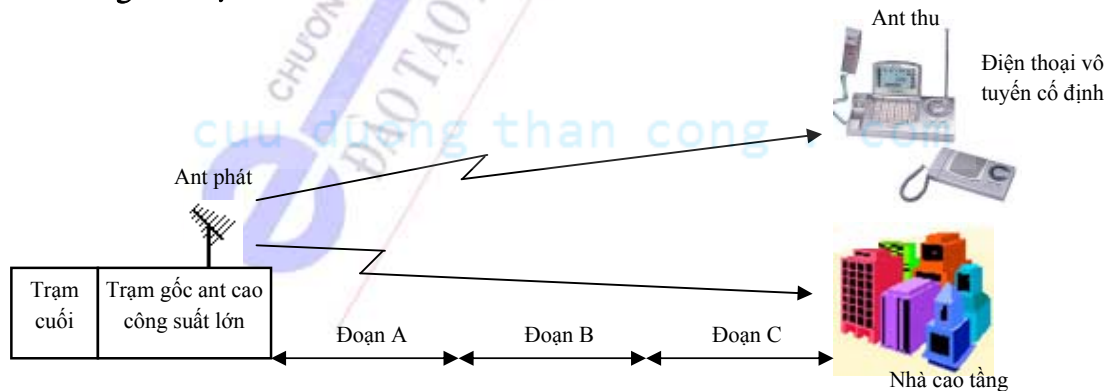
Đoạn từ tổng đài chuyển mạch nội hạt đến nút chia đường (điểm linh hoạt hoặc điểm phân phối) áp dụng phương thức hữu tuyến. Còn đoạn nhập vào thuê bao áp dụng phương thức vô tuyến. Tức là vô tuyến thay thế đoạn dây hữu tuyến sau cùng, làm dây phân phối và dây dẫn vào thuê bao.

#### Phương thức 3:

Đoạn từ tổng đài chuyển mạch nội hạt đến nút chia đường áp dụng phương thức vô tuyến, sau đó lại dùng phương thức hữu tuyến cáp quang, cáp đồng nối đến thuê bao. Tức là vô tuyến thay thế đoạn dây đường trục hoặc đoạn dây đường trục và dây phân phối.

### 3.7.3 Phân loại FWA

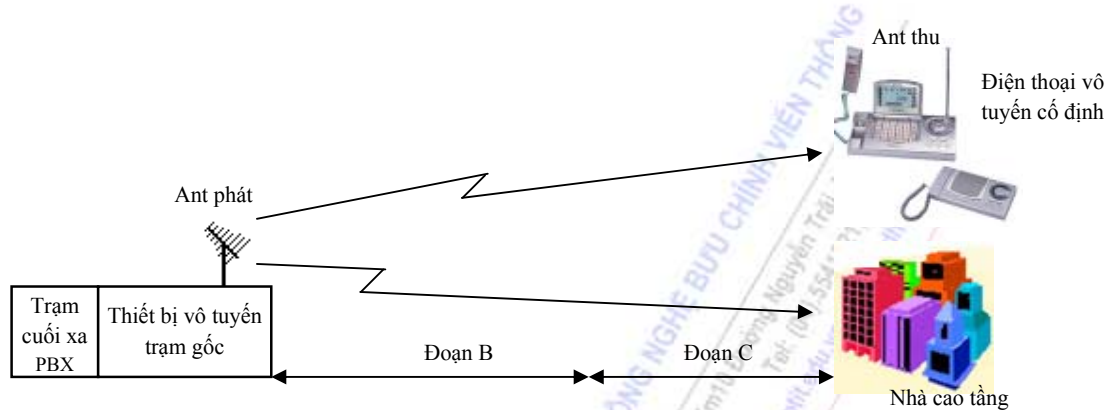
#### 3.7.3.1 Dùng toàn bộ FWA



Hình 3.66: Từ trung tâm trạm đến đầu cuối đều dùng FWA

Loại này ở một số mặt nào đó là rất kinh tế, tiện lợi trong việc lắp đặt, điều chỉnh, đo thử. Nhưng hệ thống này có phạm vi phủ sóng lớn, cho nên với cùng một tài nguyên băng tần và cùng một kỹ thuật ghép kênh đa truy nhập thì dung lượng hệ thống tương đối nhỏ, số lượng thuê bao hạn chế. Phương thức này thích hợp với khu vực ngoại ô, vùng núi và nông thôn.

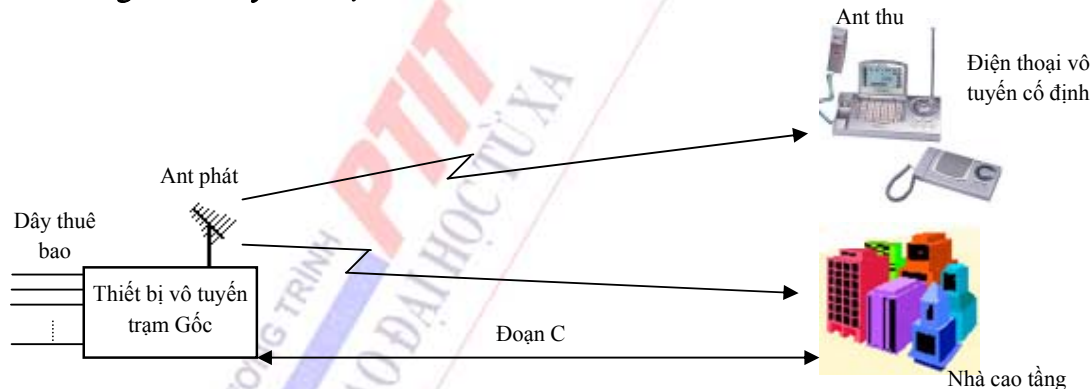
### 3.7.3.2 Dùng FWA thay thế đoạn B và C



Hình 3.67: Dùng FWA thay thế đoạn B và C

Loại này phần nhiều sử dụng hệ thống công suất thấp, phạm vi phủ sóng trung bình, tương đương khu vực rất nhỏ. Dung lượng thuê bao trong trường hợp này có thể gấp 20 lần so với trường hợp thứ nhất, nhưng chỉ bằng 1/5 của khu vực cực nhỏ. Thích hợp với khu dân cư mới, khu vực nhỏ vùng cận ngoại ô, cơ quan lớn, vùng mỏ, công xưởng, công trường, ....

### 3.7.3.3 Dùng FWA thay thế đoạn C



Hình 3.68: Dùng FWA thay thế đoạn C

Loại này áp dụng cho hệ thống công suất thấp, chi phủ sóng ở phạm vi cực nhỏ. Hệ thống áp dụng công nghệ CT2, CT2+PACS, DECT, PHS, chi phí nghiên cứu chế tạo tương đối thấp. Dung lượng thuê bao lớn nhất trong 3 trường hợp. Thích hợp với khu vực thành thị có dân số đông.

## 3.7.4 Cấu hình cơ bản FWA

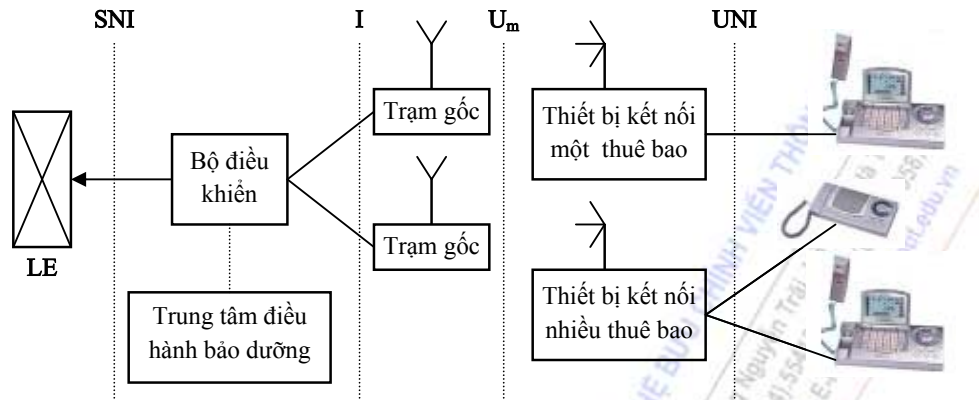
### 3.7.4.1 Áp dụng công nghệ chuyên dùng

#### (1) Thiết bị kết nối đầu cuối

- Cung cấp giao diện tiêu chuẩn đầu cuối điện thoại, fax.
- Điều chế và giải điều chế cho thuê bao.



- Nối với giao diện vô tuyến thông qua trạm gốc.
- Dịch vụ và chức năng mà hệ thống chuyển mạch có thể cung cấp cho thuê bao đầu cuối.



Hình 3.69: Cấu hình cơ bản hệ thống FWA

#### (2) Trạm gốc

- Điều khiển thiết bị thu phát tin vô tuyến phục vụ một hoặc nhiều khu vực nhỏ của cùng một địa chỉ trạm gốc.
- Thông qua giao diện vô tuyến để cung cấp và cố định kênh vô tuyến giữa các thiết bị kết nối đầu cuối thuê bao cố định.

#### (3) Bộ điều khiển

- Cung cấp giao diện với trạm gốc, phía mạng và OAM.
- Điều khiển kênh vô tuyến và giám sát đo thử trạm gốc, hoàn thành chuyển tiếp của tổng đài.

#### (4) Trung tâm điều hành bảo dưỡng

- Phụ trách điều hành và bảo dưỡng toàn bộ thiết bị hệ thống truy nhập vô tuyến cố định.
- Quản lý mạng và điều hành mạng lưới thường ngày.
- Cung cấp số liệu và thống kê cho quản lý và qui hoạch mạng.

### 3.7.4.2 Áp dụng công nghệ viba điểm-đa điểm

#### (1) Trạm trung tâm

- Đặt cùng với tổng đài chuyển mạch nội hạt.
- Tất cả trạm thuê bao trong hệ thống xem như thiết bị thông tin thu phát viba.

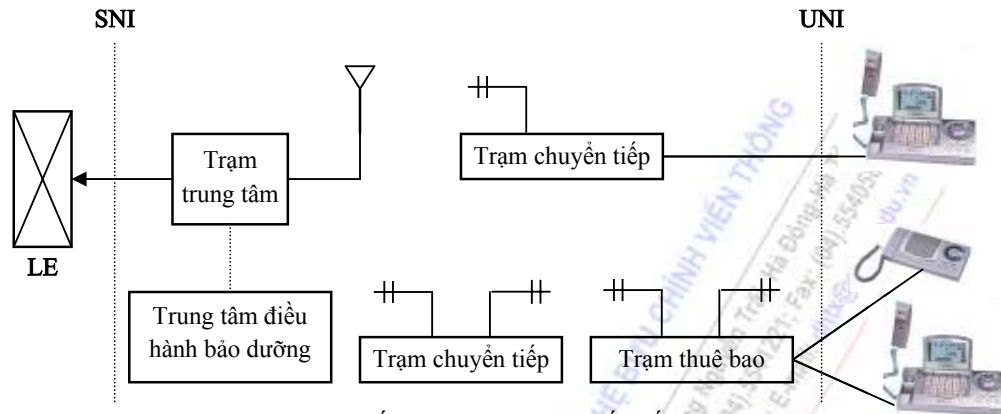
#### (2) Trạm chuyển tiếp

- Chuyển phát tín hiệu giữa trạm trung tâm với trạm thuê bao.
- Kéo dài cự ly giữa trạm trung tâm với trạm thuê bao.

#### (3) Trạm thuê bao

- Thiết bị thu phát viba phía thuê bao.

- Từ trạm thuê bao đến các thuê bao dùng dây cáp để kết nối.
- Thiết bị đầu cuối thuê bao có thể là máy điện thoại, fax, đầu cuối số liệu.



Hình 3.70: Hệ thống truy nhập vô tuyến cố định dựa vào Viba điểm-đa điểm

### 3.7.5 Chỉ tiêu kỹ thuật của FWA

#### 3.7.5.1 Sử dụng tần số

- 1,8 GHz÷3,5 GHz: Là đoạn băng tần cao, suy hao nhanh, diện tích phủ sóng nhỏ, giá thành của linh kiện chế tạo trạm gốc và máy đầu cuối cao, cho nên tương đối thích hợp cho thành phố; còn ở nông thôn và vùng núi hẻo lánh xa xôi thì đoạn băng tần này không thích hợp.
- 800 MHz÷1 GHz: Băng tần này thích hợp cho nông trường, vùng núi, sa mạc.
- VHF: Đặc điểm giống băng tần 800 MHz÷1 GHz. Số thuê bao tương đối lớn, giá thành thiết bị thấp, đây là hệ thống FWA giá rẻ.

#### 3.7.5.2 Sắp xếp tần số

Sắp xếp tần số

- GSM/DCS
  - Tần số sử dụng:
    - GSM: 905 MHz÷915 MHz, 950 MHz÷960 MHz.
    - DCS1800: 1.710 MHz÷1.785 MHz, 1.805 MHz÷1.880 MHz.
  - Khoảng cách thu phát song công: 45/95 MHz.
  - Khoảng cách tần số: 200 KHz.
  - Phương thức đa truy nhập: TDMA.
  - Số khe thời gian/sóng mang: 8.
  - Hệ số ghép kênh: 9/12.
- CDMA
  - Tần số sử dụng:
    - Băng tần 800 MHz: 824 MHz÷849 MHz, 869 MHz÷894 MHz.

Băng tần 1.900 MHz: 1.850 MHz÷1.910 MHz, 1.930 MHz÷1.990 MHz.

- Khoảng cách thu phát song công: 45/80MHz.
- Khoảng cách sóng mang: 1,25 MHz.
- Phương thức đa truy nhập: CDMA.
- Hệ số ghép kênh: 1.

### 3.7.5.3 Phạm vi phủ sóng

- Phạm vi phủ sóng của trạm gốc được xác định theo khu vực sử dụng.
- Độ rộng của khu vực phủ sóng chủ yếu tùy thuộc vào công suất phát xạ và độ nhạy máy thu, độ cao và kiểu antenna.
- Phạm vi phủ sóng có thể chia thành khu vực lớn, nhỏ, cực nhỏ.
- Đối với khu vực lớn, bán kính phủ sóng lớn hơn 5 Km, lớn nhất có thể tới 55 Km. Hệ thống có dung lượng lớn, thích hợp trong thành phố.
- Khu vực nhỏ, bán kính phủ sóng trong khoảng 0,5 Km÷5 Km. Chủ yếu sử dụng ở vùng ngoại ô và nông thôn.
- Khu vực cực nhỏ, bán kính phủ sóng khoảng 50 m, sử dụng phù hợp khu vực có mật độ dân số tập trung.

### 3.7.5.4 Dung lượng và dịch vụ

- Dung lượng trạm gốc tùy thuộc vào phương thức đa truy nhập và phạm vi khu vực phủ sóng.
- Với cùng bán kính phủ sóng, tần số thì dung lượng hệ thống áp dụng công nghệ CDMA lớn hơn rất nhiều so với áp dụng công nghệ TDMA và FDMA.
- Với cùng một hệ thống do phải phủ sóng khu vực có độ rộng khác nhau, số thuê bao trên mỗi km<sup>2</sup> tăng theo qui luật hàm mũ bậc cao.
- Hệ thống FWA hiện nay chủ yếu cung cấp dịch vụ thoại, fax, dịch vụ số liệu và hình ảnh cũng đang phát triển.

### 3.7.5.5 Tán xạ

- Tán xạ là sự phát xạ của một hoặc nhiều tần số nào đó ngoài băng tần cần thiết.
- Mức điện phát xạ của chúng có thể giảm xuống mà không ảnh hưởng đến việc truyền thông tin.

Trị số giới hạn mức điện công suất tán xạ			Công suất bình quân phát xạ (W)	Băng tần (chỉ giới hạn trên) (MHz)
Mức điện tuyệt đối *1 (uW)	Mức điện tuyệt đối *1(mW)	Mức điện tương đối *2 (dB)		
	20	60	>25	235÷960
25		40	>25	
	100	50	>10	960÷17.700
100			>10	

\*1 Định nghĩa mức điện tuyệt đối là công suất bình quân hoặc công suất đỉnh tán xạ biểu thị bằng (uW) hoặc (mW).

\*2 Mức điện tương đối là lượng suy giảm giữa công suất bình quân tán xạ hoặc công suất đỉnh tán xạ so với công suất đỉnh phát xạ biểu thị bằng (dB).

- Bảng trên là chỉ tiêu tán xạ của thiết bị truy nhập vô tuyến cố định.
- Trị số đề ra trong bảng ngoài mức điện tuyệt đối được định nghĩa theo công suất bình quân, còn có trị số mức điện tuyệt đối được định nghĩa theo công suất bao đỉnh của hệ thống viba số.

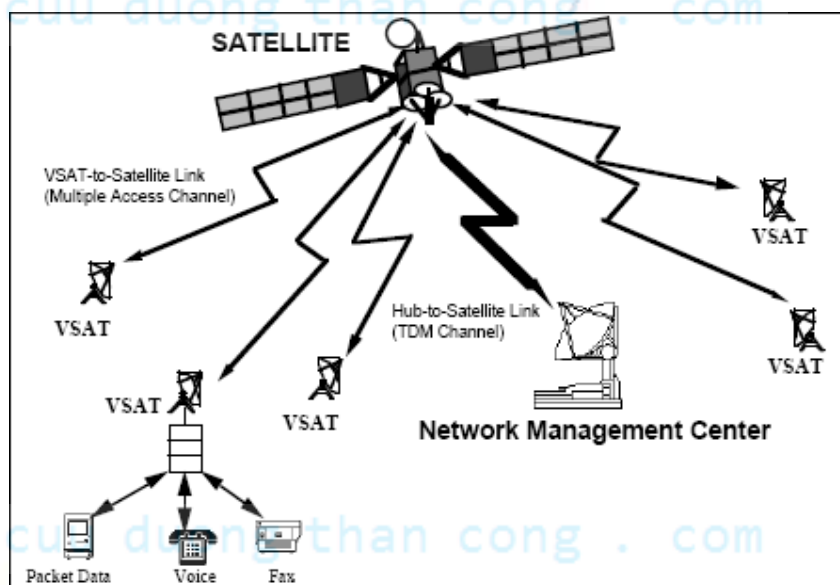
## 3.8 VSAT

### 3.8.1 Giới thiệu

VSAT (Very Small Aperture Terminal) là hệ thống trạm vệ tinh mặt đất hai chiều với đường kính đĩa antenna nhỏ hơn 3 m (hầu hết các antenna có đường kính từ 75 cm đến 1,2 m). Tốc độ dữ liệu VSAT trong khoảng từ băng hẹp đến tối đa Mbps. VSAT truy nhập đến các vệ tinh địa tĩnh để chuyển tiếp dữ liệu từ các trạm mặt đất nhỏ ở xa (terminals) đến các terminal khác (trong các cấu hình mesh) hoặc trạm chủ mặt đất “hubs” (trong các cấu hình star).

VSAT thông thường được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu băng hẹp (giải quyết các vấn đề **point of sale**: credit card, polling, **RFID** data; **SCADA**) hoặc dữ liệu băng rộng (cung cấp khả năng truy nhập internet qua vệ tinh cho những khu vực ở xa, VoIP, video). VSAT cũng được sử dụng truyền thông lưu động (với phased-array antennas) hoặc truyền thông hàng hải (**Inmarsat**, **BGAN**).

### 3.8.2 Cấu trúc cơ bản của VSAT



Hình 3.71: Mạng VSAT cơ bản

Hệ thống VSAT bao gồm một bộ thu phát vệ tinh, hub trung tâm hoặc một trạm chủ mặt đất, và các VSAT ở xa. Đầu cuối VSAT có khả năng nhận và phát các tín hiệu thông qua vệ tinh đến các VSAT khác trong mạng. Tùy thuộc vào công nghệ truy nhập được sử dụng mà các tín hiệu có thể được gởi đi thông qua vệ tinh đến hub trung tâm hoặc gởi trực tiếp đến các VSAT.

### 3.8.3 Kỹ thuật truyền dẫn của VSAT

Hệ thống VSAT áp dụng nhiều công nghệ mới về truyền dẫn số như mã hóa nguồn tin, mã hóa kênh tin, sửa sai, điều chế FSK.

#### 3.8.3.1 Mã hóa nguồn tin

PCM là phương thức mã hóa cơ bản của truyền dẫn thoại. Xuất phát từ mục tiêu nâng cao hiệu suất sử dụng băng tần, hệ thống VSAT áp dụng mã hóa thoại ADPCM làm cho tốc độ thông tin giảm đi một nửa đến 32 Kbps. Hiện nay chất lượng thoại của ADPCM có thể đạt được yêu cầu của mạng điện thoại công cộng.

#### 3.8.3.2 Mã hóa kênh và sửa sai

Mã hóa kênh là việc giảm hiệu suất sử dụng độ rộng băng thông để đạt được yêu cầu tỷ số S/N thấp, từ đó giảm yêu cầu hệ số phẩm chất đối với trạm thu hoặc yêu cầu công suất phát đối với trạm phát.

Hệ thống VSAT mong muốn giảm nhỏ tối đa kích thước antenna và giảm giá thành của các trạm nhỏ, vì vậy áp dụng phổ biến mã hóa sửa sai hướng đi (FEC). Hệ thống VSAT thường áp dụng mã hóa FEC và giải mã viterbi.

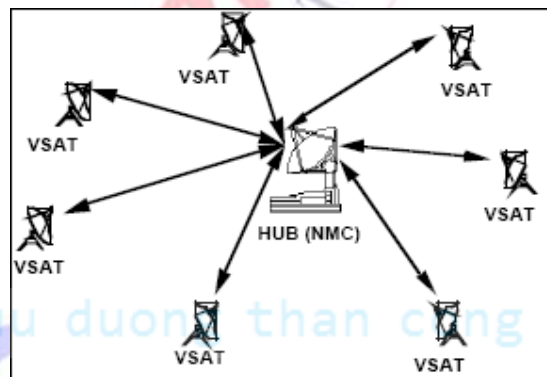
#### 3.8.3.3 Điều chế và giải điều chế

Hệ thống VSAT thường sử dụng phương thức điều chế BPSK hoặc QPSK. BPSK là một lựa chọn thích hợp cho hệ thống VSAT để làm giảm giá thành các trạm nhỏ, nâng cao độ tin cậy hoạt động.

### 3.8.4 Topology của VSAT

Tùy thuộc vào lưu lượng yêu cầu cho các ứng dụng đầu cuối mà mạng VSAT có các topology khác nhau. Các topology của VSAT là Star topology và Mesh topology.

#### 3.8.4.1 Star topology



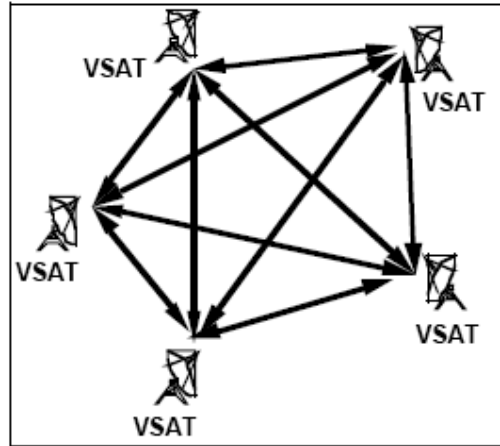
Hình 3.72: Kiến trúc two-way Star VSAT

Star topology được sử dụng phổ biến trong hệ thống VSAT. Star topology có một trạm mặt đất trung tâm còn gọi là hub. Thông thường antenna của hub có đường kính từ 6 m÷11 m. Trạm hub này điều khiển, giám sát và thông tin với một nhóm nhiều trạm VSAT. Tất cả các trạm VSAT chỉ liên lạc thông tin qua trạm hub. Như vậy cấu hình này thích hợp cho các ứng dụng dữ liệu mang tính tập trung, ví dụ: các tổ chức lớn, các ngân hàng với các yêu cầu xử lý dữ liệu tập trung.



### 3.8.4.2 Mesh topology

Mesh topology gồm các trạm VSAT thông tin liên lạc trực tiếp với nhau mà không thông qua trạm hub. Trạm hub trong mesh topology chỉ thực hiện các chức năng giám sát và điều khiển. Cấu hình này thích hợp cho các ứng dụng thoại. Cấu hình này cũng chấp nhận triển khai các liên kết tốc độ cao theo điểm-điểm.



Hình 3.73: Kiến trúc two-way Mesh VSAT

Trên thực tế có những ứng dụng đòi hỏi phải có sự kết hợp các topology khác lại với nhau, khi đó ta có hybrid topology. Trong cấu hình này, một phần mạng hoạt động theo star topology, phần mạng khác hoạt động theo mesh topology.

### 3.8.5 Công nghệ truy nhập của VSAT

Các phương thức đa truy nhập thường dùng trong hệ thống VSAT gồm:

- Time Division Multiple Access (TDMA).
- Frequency Division Multiple Access (FDMA).
- Code Division Multiple Access (CDMA).
- Demand Assigned Multiple Access (DAMA).
- Pre-Assigned Multiple Access (PAMA).
- Frequency-Time Division Multiple Access (FTDMA).

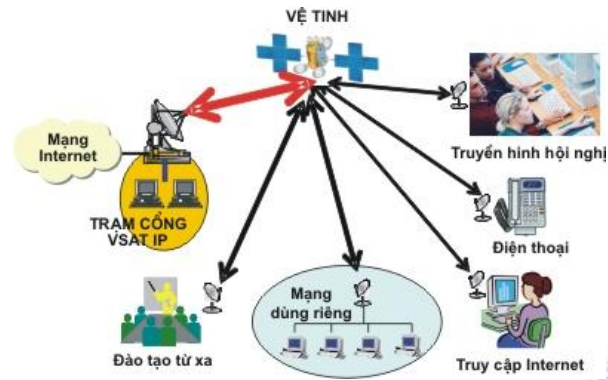
### 3.8.6 Các ứng dụng VSAT trên thế giới

#### 3.8.6.1 VSAT IP tại Việt Nam

Dịch vụ VSAT IP là dịch vụ VSAT sử dụng hệ thống thông tin vệ tinh băng rộng iPStar để cung cấp các dịch vụ viễn thông trên nền giao thức IP.

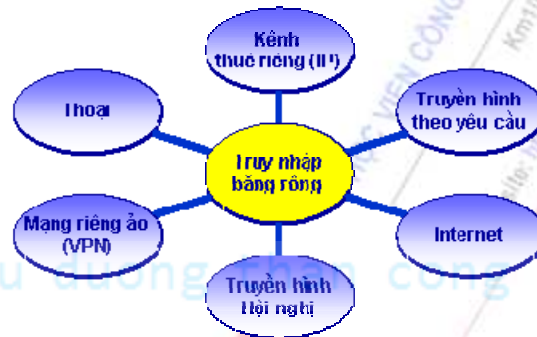
Thiết bị gọn nhẹ (đường kính antenna từ 0,75 m÷1,2 m; thiết bị trong nhà nặng 1,7 kg), dễ lắp đặt. Thời gian cung cấp dịch vụ nhanh chóng, độ tin cậy cao, ít chịu ảnh hưởng của thiên tai.

VAST IP là phương tiện liên lạc lý tưởng cho những vùng sâu, vùng xa, biên giới, hải đảo.



Hình 3.74: Hệ thống VSAT IP

Các ứng dụng chính của VSAT IP: Điện thoại, Fax, Internet băng rộng, kênh thuê riêng, truyền hình hội nghị ...



Hình 3.75: Các ứng dụng của VSAT IP

Các lợi ích mà VSAT IP dành cho khách hàng:

**Đa dịch vụ:** Với VSAT IP, ngoài dịch vụ điện thoại, khách hàng có cơ hội sử dụng các ứng dụng chỉ có ở dịch vụ băng rộng như truy cập Internet tốc độ cao, truyền hình hội nghị, đào tạo từ xa ...

**Cước phí hợp lý:** VSAT IP sử dụng những công nghệ viễn thông mới nhất để giảm tối đa chi phí cung cấp dịch vụ.

**Phạm vi phục vụ:** Dịch vụ được cung cấp tới cả các vùng sâu, vùng xa, nơi biên giới, hải đảo với những địa hình phức tạp nhất.

**Bảo mật thông tin:** Thông tin của khách hàng được đảm bảo an toàn khi sử dụng dịch vụ VSAT IP.

### 3.8.6.2 VSAT for the World Bank and Africa Virtual University (AVU)

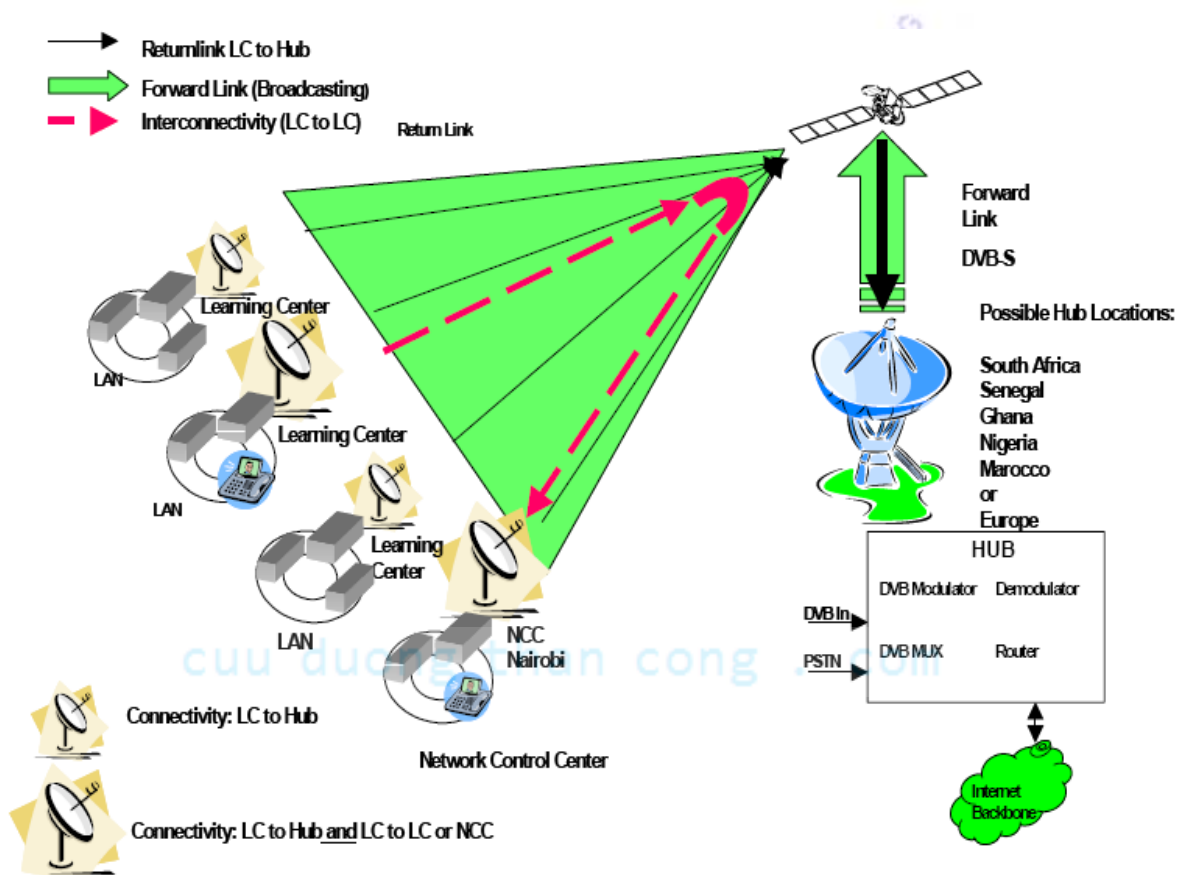
(1) Các dịch vụ của AVU

- Video Broadcasting (DVB/MPEG2/4).
- Video Streaming (DVB-IP).
- High Speed Internet Access (two-way).
- Multicast Data Download.

- Voice/Telephony (VoIP).
- Videoconference (web based).

Các dịch vụ trên đây do hub điều khiển và được kết nối đến các mạng công cộng.

## (2) Topology của AVU



Hình 3.76: Topology của AVU

## 3.9 HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH DI ĐỘNG VÀ KHÔNG DÂY

### 3.9.1 Giới thiệu

Hệ thống thông tin vệ tinh di động gồm đầu cuối di động, vệ tinh, và trạm mặt đất. Để thực hiện phủ sóng toàn cầu, phải có một hệ thống nhiều vệ tinh. Số lượng vệ tinh tùy thuộc vào độ cao quỹ đạo và mục đích sử dụng. Nói chung quỹ đạo càng cao thì số lượng vệ tinh càng ít.

Thông tin vệ tinh di động có thể phân ra thành các hệ thống sau đây:

- Hệ thống GEO (Geostationary Earth Orbit)
- Hệ thống “Big LEO” (Low Earth Orbit)
- Hệ thống “Little LEO”
- Hệ thống MEO (Medium Earth Orbit)

**GEO:** GEO cách xích đạo 22.282 dặm (35.786 Km). Quỹ đạo của GEO là quan trọng bởi vì nó cho phép một vệ tinh di chuyển theo một quỹ đạo so với trái đất là cố định. GEO chỉ cần ba vệ tinh là bao phủ toàn cầu trừ hai vùng Nam cực và Bắc cực và các truyền dẫn có thể được tiếp nhận thông qua các antenna cố định.

**LEO:** Các vệ tinh LEO có thể được phân chia thành “Big LEO” và “Little LEO”. “Little LEO” cung cấp nhắn tin, điện thoại tế bào, và các dịch vụ định vị.

Hệ thống LEO có quỹ đạo cách trái đất khoảng 100 dặm÷300 dặm (Khoảng 160,9Km÷428,8Km). Tín hiệu đi từ trạm mặt đất đến LEO và quay về trạm mặt đất mất khoảng 20 ms÷40 ms.

Sử dụng vệ tinh LEO, khách hàng có thể thực hiện cuộc gọi điện thoại hoặc truy cập internet ở bất kỳ đâu trên trái đất, so sánh với dịch vụ tế bào nó chỉ bao phủ khoảng 20% khu vực Bắc Mỹ.

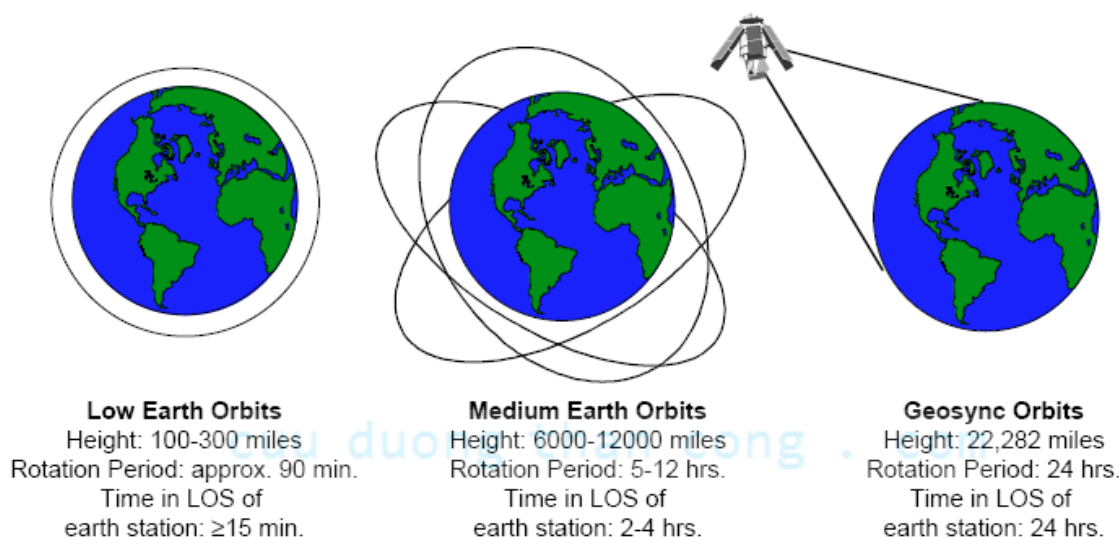
Để bao phủ toàn bộ bề mặt trái đất, LEO đòi hỏi nhiều vệ tinh hơn GEO. Một vài dự án hệ thống vệ tinh LEO cần đến trên 200 vệ tinh, các dự án này có chi phí tăng vọt. Và như thế công nghệ vệ tinh LEO không có những lợi ích như công nghệ GEO.

LEO được ba thị trường mong đợi là: dịch vụ điện thoại truyền thống nông thôn, dịch vụ di động toàn cầu, và dịch vụ băng rộng quốc tế.

**MEO:** MEO di chuyển xung quanh trái đất ở độ cao 6.000 dặm÷12.000 dặm (khoảng 9.656Km÷19.312Km). Thời gian mà tín hiệu thực hiện một chu trình mất từ 50 ms÷150 ms. Các vệ tinh MEO có mức độ bao phủ mặt đất nhiều, rộng hơn các vệ tinh của LEO nhưng có chu trình tín hiệu (ring trip) lớn hơn.

MEO thường được sử dụng kết hợp với các hệ thống vệ tinh GEO.

### 3.9.2 Quỹ đạo



Hình 3.77: Quỹ đạo vệ tinh

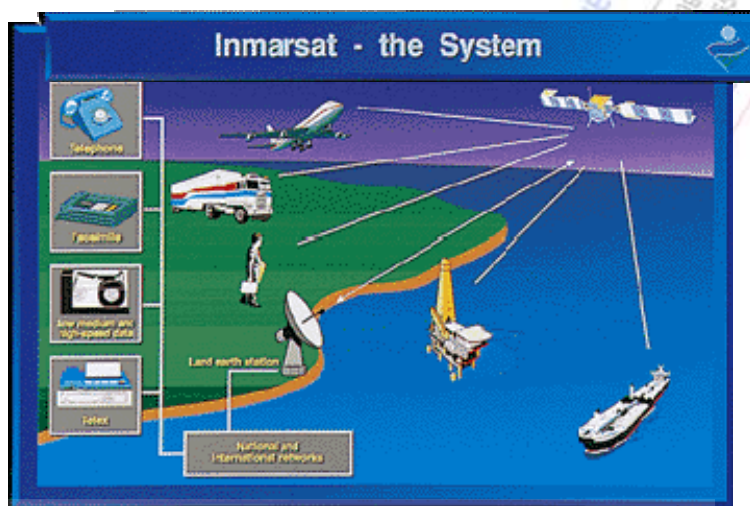
### 3.9.3 Các hệ thống vệ tinh di động

#### 3.9.3.1 INMARSAT

Inmarsat được thành lập năm 1979 nhằm phục vụ cho ngành công nghiệp hàng hải bằng cách đầu tư phát triển thông tin vệ tinh cho các ứng dụng quản lý tàu biển, cứu nạn, và an toàn.

Hiện nay Inmarsat hoạt động theo hệ thống vệ tinh toàn cầu và do các nhà cung cấp dịch vụ độc lập sử dụng. Inmarsat đã mở rộng phạm vi phục vụ các truyền thông trên đất liền, di động và hàng không.

Mỗi vệ tinh Inmarsat bao phủ 1/3 bề mặt trái đất. Một cuộc gọi được thiết lập từ máy điện thoại vệ tinh di động Inmarsat sẽ xác định và chọn một trong các vệ tinh Inmarsat, trong khi đó trên mặt đất các antenna có kích thước lớn đón nhận các tín hiệu đến từ vệ tinh, và các tín hiệu này được định tuyến đến mạng điện thoại. Trường hợp cuộc gọi đến khách hàng Inmarsat, quá trình cũng diễn ra như thế nhưng với chiều ngược lại.



Hình 3.78: Hệ thống Inmarsat

Tùy thuộc vào mục đích sử dụng khác nhau hệ thống Inmarsat chia ra làm các tiêu chuẩn như sau:

**Inmarsat mini-M:** Dịch vụ phổ biến nhất của Inmarsat, được thiết kế để khai thác công suất chùm điểm (spotbeam power) của các vệ tinh Inmarsat-3. Các máy điện thoại Inmarsat mini-M thế hệ sau được thiết kế gọn nhẹ hơn, nặng khoảng 2 Kg kích thước cỡ bằng một notebook computer và có thể sử dụng trên biển, đất liền, xe cộ.



Hình 3.79: Inmarsat mini-M mobile phone TT-3060A

**Inmarsat-GAN:** Giới thiệu cuối năm 1999, hỗ trợ các dịch vụ mạng toàn cầu (GAN-Global Area Network), gồm có thoại 4,8 Kbps, fax và dữ liệu tốc độ cao (tối đa 64 Kbps), ISDN, IPDS (Inmarsat Packet Data Service), truy nhập internet, truy nhập e-mail, hội nghị truyền hình.



Hình 3.80: Inmarsat-GAN TT-3080A



**Inmarsat R-BGAN.:** Được giới thiệu ngày 18 tháng 11 năm 2002, cung cấp các liên kết internet siêu tốc, tích hợp intranet và các ứng dụng thương mại như e-mail, web browsing, truyền file, các mạng riêng ảo và thương mại điện tử.



Hình 3.81: Inmarsat R-GAN Hughes 9101

### 3.9.3.2 MSAT

Mạng MSAT mở rộng các dịch vụ modem cố định, di động, thoại không dây, fax, và dữ liệu. Mạng MSAT chia ra thành các hệ thống sau đây:

**Hệ thống MSAT di động:** Là hệ thống thông tin vệ tinh di động hoàn chỉnh dùng cho thương mại trong điều kiện di chuyển, trên các phương tiện đi lại. hệ thống hỗ trợ các dịch vụ thoại, e-mail, internet.



Hình 3.82: MSAT mobile satellite phone

**Hệ thống MSAT cố định:** Hệ thống vệ tinh cố định của Infosat dễ dàng lắp đặt tại các vị trí cố định hoặc tạm thời, cần lắp đặt dây đất để chống sét. Các đặc tính của hệ thống có thể được lập trình trên handset.



Hình 3.83: MSAT fixed satellite phone

**Hệ thống MSAT hàng hải:** Hệ thống vệ tinh hàng hải của Infosat hỗ trợ các dịch vụ thoại, truyền dữ liệu, fax trong mọi điều kiện thời tiết, trên đại dương xa bờ hàng trăm dặm.



Hình 3.84: MSAT marine satellite phone

**Hệ thống MSAT hàng không:** Hệ thống vệ tinh hàng không cung cấp truyền thoại số có tính bảo mật, các cuộc gọi không thể bị dò tìm từ các máy dò đơn giản.

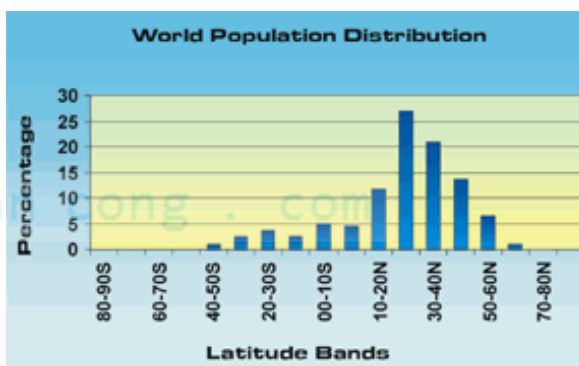
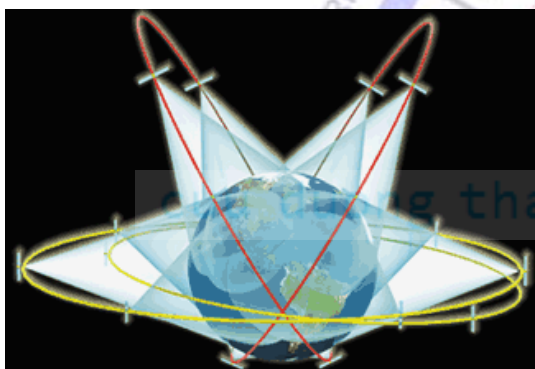


Hình 3.85: MSAT aeronautical satellite phone

### 3.9.3.3 ARIES

ARIES là một dự án quan sát trái đất đầu tiên của người Úc được thiết kế và hoạt động trong hệ thống LEO. Vệ tinh mang vào không gian một bộ cảm biến siêu quang phổ có thể xác định các vật liệu trên bề mặt trái đất. Dự án ARIES đã được hình thành bởi Tổ chức nghiên cứu khoa học và kỹ nghệ thuộc khối thịnh vượng chung bao gồm Vương Quốc Anh và một số quốc gia độc lập và phụ thuộc (CSIRO-Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization's).

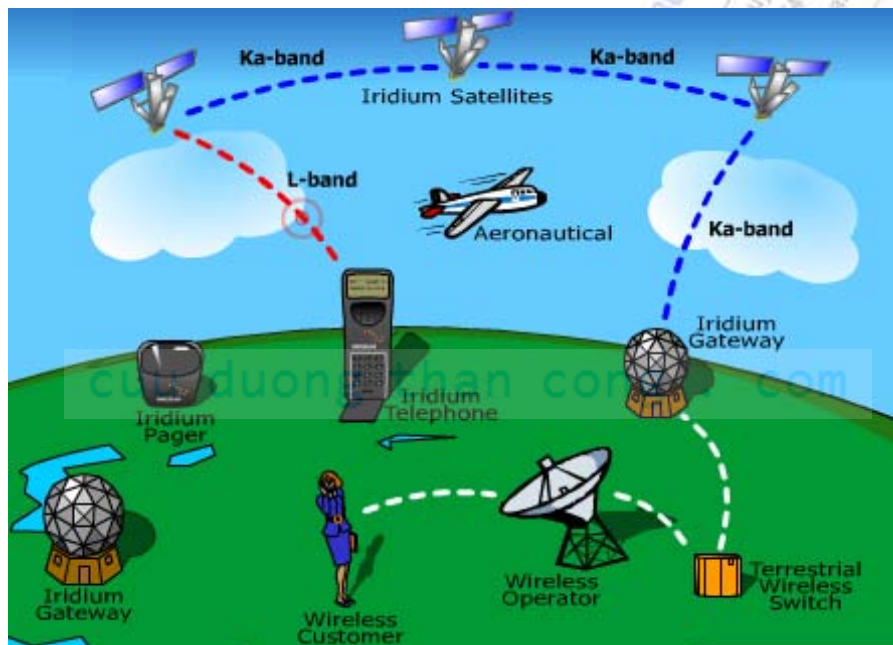
### 3.9.3.4 ELLIPSO



Hình 3.86: Quỹ đạo các vệ tinh ELLIPSO

Các vệ tinh của ELLIPSO có quỹ đạo bao phủ tập trung ở Bán cầu Bắc, vì dân số thế giới và đất liền tập trung chủ yếu ở Bán cầu này. ELLIPSO kết hợp và bổ sung hai chòm sao vệ tinh Borealis và Concordia và triển khai trong các giai đoạn như sau: với 4 vệ tinh, sau đó thêm 3 vệ

IRIDIUM là nhà cung cấp duy nhất các giải pháp truyền thông thoại và dữ liệu qua vệ tinh di động toàn cầu. IRIDIUM bao phủ toàn bộ trái đất (bao gồm cả đại dương, hàng không và hai vùng Bắc cực và Nam cực). Chòm sao IRIDIUM bao gồm 66 vệ tinh LEO và các vệ tinh liên kết chéo. Chòm sao vệ tinh hoạt động theo cấu hình mạng mesh và là chòm sao vệ tinh thương mại lớn nhất thế giới. Dịch vụ của IRIDIUM thích hợp cho các ngành công nghiệp hàng hải, hàng không, chính phủ/quân đội, khẩn cấp/nhân đạo, khai thác mỏ, dự báo, phương tiện lưu thông, ...



### 3.9.3.6 ORBCOMM

ORBCOMM là công ty dẫn đầu về truyền thông dữ liệu toàn cầu tập trung dành riêng cho các truyền thông M2M (Machine-to-machine). ORBCOMM cung cấp các dịch vụ truyền thông hai chiều trên toàn thế giới thông qua mạng toàn cầu bao gồm 30 vệ tinh LEO và cơ sở hạ tầng mặt đất với giá cước thấp, tin cậy. Các sản phẩm của ORBCOMM được lắp đặt trên xe tải, xe moóc, xe lửa, xe container, thiết bị vận tải nặng, thùng chứa nhiên liệu lỏng, đồng hồ tiện ích, ống dẫn, tàu biển, .... Hệ thống có thể gửi và nhận các bản tin ngắn trong khoảng từ 6 byte đến vài Kbyte gần với thời gian thật (near Real-time), cho phép người sử dụng truy nhập thông tin có tính chất quyết định một cách tức thời, thông thường từ các khu vực vượt ra ngoài khả năng tiếp cận của các hệ thống mặt đất.

164

**space segment:** Gồm một chùm sao 30 vệ tinh với 6 mặt phẳng quỹ đạo cách mặt đất từ 435 dặm ÷ 550 dặm (khoảng 700 Km ÷ 885 Km), bao phủ toàn bộ thế giới. Các vệ tinh này có kích thước tương đối nhỏ (42 inch x 6 inch (trước khi triển khai)), nhẹ hơn 453,6 Kg.

Vệ tinh được cung cấp bằng tần VHF và UHF, hoạt động ở các băng tần 137 MHz ÷ 150,05 MHz và 400,075 MHz ÷ 400,125 MHz.

**ground and control segment:** Bao gồm 30 trạm gateway mặt đất (GES-Gateway Earth Station). Chúng gửi và nhận các tín hiệu đến các vệ tinh. Có 5 trung tâm điều khiển gateway (GCC-Gateway Control Center) để xử lý lưu lượng bản tin và gửi nó đi thông qua các trạm gateway mặt đất đến các vệ tinh hoặc các mạng truyền thống mặt đất tương ứng. Trong 5 GCC có 2 trung tâm điều khiển mạng (NCC-Network Control Center) để điều khiển, phân tích, giám sát hoạt động của các vệ tinh ORBCOMM.



GES-Gateway Earth Station



GCC-Gateway Control Center



NCC-Network Control Center

**subscriber segment:** là bộ thu phát vệ tinh đầu cuối dùng để gửi/nhận các bản tin giữa các thiết bị tài sản và vệ tinh.



**M100**  
Small and Smart ORBCOMM  
Modem with GPS



**M200**  
ORBCOMM Marine Telematics  
Platform with GSM/GPRS and GPS



**DS300**  
ORBCOMM satellite transceiver with  
on-board application processor,  
power conditioning circuitry, battery  
charger and digital/analog IO's.

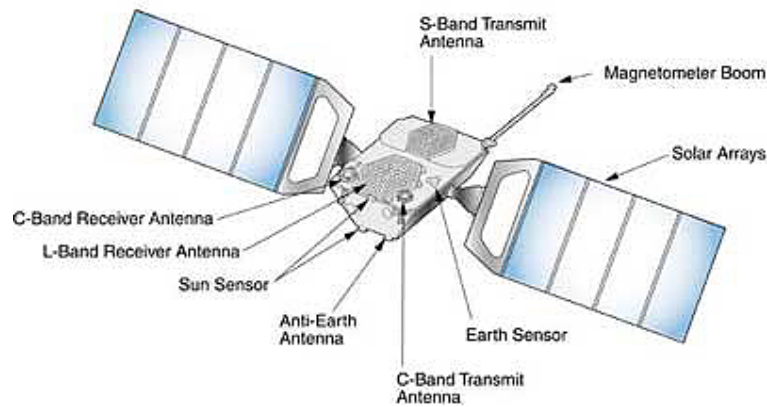
### 3.9.3.7 GLOBALSTAR

GLOBALSTAR là hệ thống viễn thông vệ tinh LEO do Loral Coporation và Qualcomm Inc. sáng lập nên. Mục tiêu của GLOBALSTAR là cố gắng lấp đầy khoảng hở giữa các hệ thống truyền thông không dây trên mặt đất với cước phí thấp, các dịch vụ viễn thông số chất lượng cao.

Hệ thống GLOBALSTAR được thiết kế để đáp ứng các dịch vụ thoại số di động cho những thuê bao di chuyển ra ngoài vùng bao phủ của điện thoại di động tế bào.

**Chòm sao vệ tinh:** Mỗi vệ tinh GLOBALSTAR gồm có một antenna, thân hình thang (trapezoidal body), hai dàn pin mặt trời (solar array), và một đồng hồ từ (magnetometer), hoạt động ở độ cao 876 dặm (1.414 Km). Các vệ tinh được đặt trong 8 mặt phẳng quỹ đạo với mỗi mặt phẳng quỹ đạo có 6 vệ tinh nghiêng một góc  $50^0$ , bao phủ bề mặt trái đất từ  $70^0$  vĩ Bắc đến  $70^0$  vĩ Nam. Chòm sao vệ tinh GLOBALSTAR bao gồm 48 vệ tinh LEO, thêm 4 vệ tinh trong quỹ đạo để dự phòng.





Hình 3.88: Vệ tinh GLOBALSTAR

Khi có một cuộc gọi thực hiện, một vài vệ tinh truyền đi tín hiệu của người gọi bằng công nghệ CDMA đến đĩa vệ tinh của gateway thích hợp. Cuộc gọi được định tuyến nội bộ qua hệ thống viễn thông mặt đất. Các gateway là một bộ phận tích hợp của GLOBAL ground segment. Trong đó bao gồm các trung tâm điều khiển các hoạt động mặt đất (GOCCs-Ground Operations Control Centers), các trung tâm điều khiển các hoạt động vệ tinh (SOCCs-Satellite Operations Control Centers) và mạng dữ liệu GLOBALSTAR (GDN-GLOBALSTAR Data Network).

**Gateway:** Mỗi gateway được quản lý bởi nhà cung cấp dịch vụ tại nơi đặt gateway đó. Mỗi gateway nhận các truyền dẫn từ các vệ tinh trong quỹ đạo, xử lý các cuộc gọi và chuyển mạch các cuộc gọi này đến mạng mặt đất thích hợp.

**GOCC:** Có nhiệm vụ lập kế hoạch và điều khiển việc sử dụng các vệ tinh bởi các đầu cuối gateway và liên kết với SOCC. Các GOCC lập ra lịch truyền thông cho các gateway và điều khiển sự phân bổ nguồn tài nguyên cho mỗi gateway.

**SOCC:** Quản lý chòm sao vệ tinh GLOBALSTAR. SOCC theo dõi, điều khiển các quỹ đạo vệ tinh, và cung cấp các dịch vụ T&C (Telemetry & Command) cho chòm sao vệ tinh. Các vệ tinh GLOBALSTAR phát liên tục dữ liệu đo đạc từ xa về các kết quả nhiệt độ và các trạng thái hoạt động trên vệ tinh.

**GDN:** Liên kết mạng, trong đó cung cấp các tiện ích liên kết rộng lớn cho các gateway, GOCCs và SOCCs.

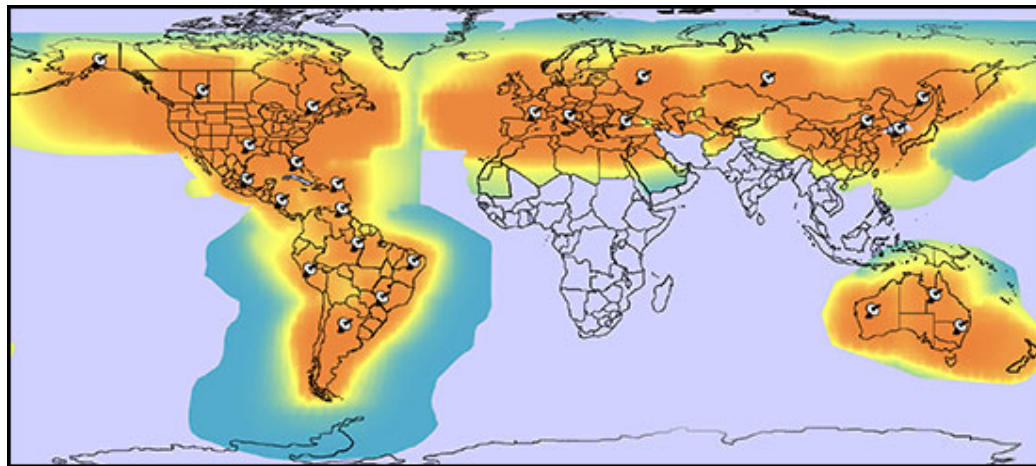
**Chòm sao vệ tinh GLOBALSTAR**



Hình 3.89: Chòm sao vệ tinh GLOBALSTAR



### Khả năng bao phủ của GLOBALSTAR



Last updated August 16, 2006



Coverage may vary. Map denotes coverage for voice and Direct Dial-Up data calls only.

Hình 3.90: Voice and Dial-up Data Coverage Map

#### 3.9.4 Các băng tần trong hệ thống thông tin vệ tinh di động

- P Band: 0.225-0.39 GHz
  - J Band: 0.35-0.53 GHz
  - L Band: 0.39-1.55 GHz
  - S Band: 1.55-5.2 GHz
  - **C Band: 3.9-6.2 GHz** ← Earlier satellites, interference with terrestrial microwave links (4/6 GHz)
  - X Band: 5.2-10.9 GHz
  - K Band: 10.9-36.0 GHz
  - **Ku Band: 15.35-17.25 GHz** ← Newer generation satellite systems (14/16 GHz)
  - Q Band: 36-46 GHz
  - V Band: 46-56 GHz
  - W Band: 56-100 GHz
- Also interest in 20/30 GHz systems (Ka Band, NASA ACTS)

### 3.9.5 LMDS

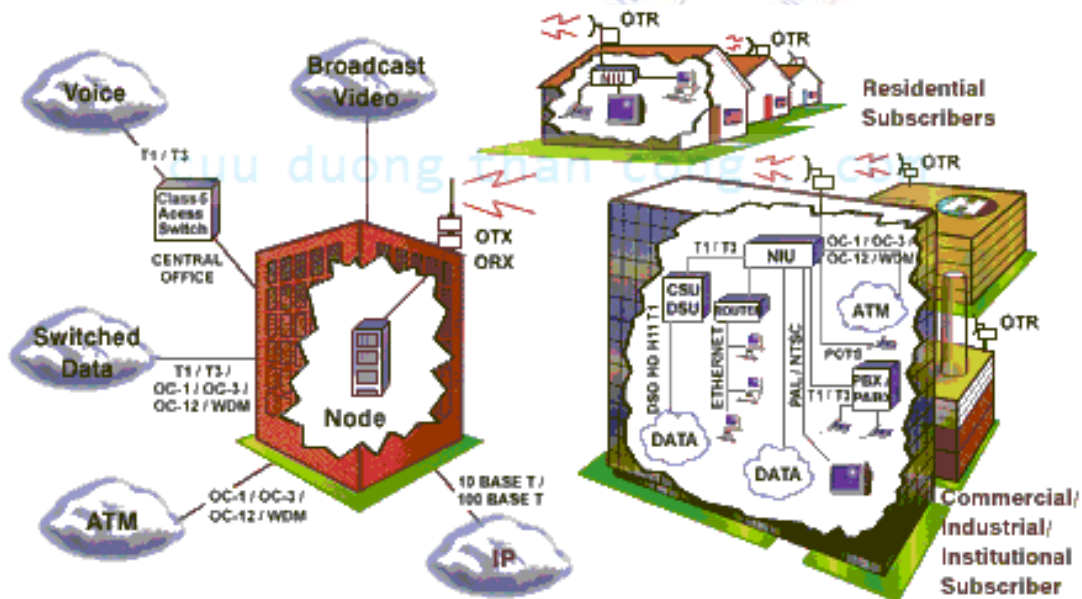
#### 3.9.5.1 Giới thiệu

LMDS (Local Multipoint Distribution Service) là một công nghệ không dây cố định (fixed wireless), băng rộng hai chiều, được thiết kế tích hợp video, thoại và truyền dữ liệu tốc độ cao.

Các dịch vụ của LMDS gồm:

- Truy nhập internet tốc độ cao.
- Truyền file đa phương tiện thời gian thực.
- Truy nhập từ xa đến các mạng cục bộ kết hợp.
- Xem truyền hình tương tác (interactive video).
- Xem truyền hình theo yêu cầu (VoD).
- Hội nghị truyền hình.
- Điện thoại.

LMDS hoạt động ở các băng tần 22,7 GHz÷28,35 GHz, và 29,1 GHz÷29,25 GHz.



Hình 3.91: Hệ thống LMDS

**L (Local):** Các đặc tính lan truyền của các tín hiệu giới hạn trong khu vực của một cell đơn.

**M (Multipoint):** Các tín hiệu truyền theo phương thức điểm-nhiều điểm hoặc quảng bá; đường truyền không dây quay về từ thuê bao đến trạm gốc là đường truyền dẫn điểm-điểm.

**D (Distribution):** Sự phân bố các tín hiệu trong đó bao gồm đồng thời lưu lượng thoại, dữ liệu, internet, và video.

**S (Service):** Ngụ ý có quan hệ thân thiện tự nhiên giữa nhà khai thác và khách hàng; các dịch vụ cung cấp thông qua mạng LMDS hoàn toàn phụ thuộc vào sự chọn lựa của nhà khai thác.

### 3.9.5.2 Kiến trúc LMDS

Kiến trúc mạng LMDS bao gồm bốn phần: Trung tâm điều hành mạng (NOC-Network Operations Center), cơ sở hạ tầng cáp quang, trạm gốc (Base Station), và CPE.

**NOC:** Bao gồm thiết bị hệ thống quản trị mạng (NMS-Network management System) dùng để quản lý các vùng rộng lớn mạng khách hàng. Có nhiều NOC liên kết với nhau.

**Cơ sở hạ tầng mạng cáp quang:** Mạng cáp quang thông thường là mạng SNET với các đường truyền OC-12, OC-3, và DS-3; thiết bị tổng đài nội hạt (O-Central Office); các hệ thống chuyển mạch IP và ATM; và các liên kết với mạng internet và PSTN.

**Base Station:** Bao gồm giao tiếp kết cuối quang; các chức năng điều chế và giải điều chế; và thiết bị thu phát viba.

**CPE:** Cấu hình của CPE bao gồm: thiết bị viba lắp đặt bên ngoài và thiết bị số trong nhà cung cấp điều chế, giải điều chế, điều khiển, và chức năng giao tiếp CPE. CPE bắt tay với mạng bằng cách dùng các công nghệ đa truy nhập phân chia thời gian (TDMA), đa truy nhập phân chia tần số (FDMA), hoặc đa truy nhập phân chia mã (CDMA). Các giao tiếp CPE hoạt động đầy đủ ở các lĩnh vực: tín hiệu số, mức 0 (DS-0), POTS, 10BaseT, unstructured DS-1, structured DS-1, frame relay, ATM25, serial ATM over T1, DS-3, OC-3, và OC-1.

## TỪ VIẾT TẮT

2B1Q	Two Binary One Quaternary
A/D	Analog/Digital
ABR	Available Bit Rate
ADPCM	Adaptive Differential PCM
ADSL	Asymmetrical DSL
AF	Adaption Function
AMI	Alternate Mark Inversion
AN	Access Network
ANI	Access network Interface
ANSI	American National Standards Institute
APON	ATM Passive Optical Network
ASK	Amplitude Shift Keying
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATM PVC	ATM Permanent Virtual Circuit
ATM SVC	ATM Switched Virtual Circuit
ATU-C	ADSL Transmission Unit - Central office
ATU-R	ADSL Transmission Unit - Remote
AVU	Africa Virtual University
AWG	American Wire Gauge
BCC	Bearer Channel Connection
BER	Bit Error Rate
BGAN	Broadband Global Area Network
BISDN	Broadband ISDN
BPSK	Binary Phase Shift Keying
BRA	Basic Rate Access
BRI	Basic Rate Interface
CAP	Carrierless Amplitude/Phase Modulation
CATV	Cable Television
CBC	Cypher Block Chaining
CBR	Constant Bit Rate
CCP	Cross Connection Point
CDMA	Code Division Multiple Access
CO	Central Office
CP	Consolidation Point

CPE	Customer Premises Equipment
CPU	Central Processor Unit
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSA	Canadian Standards Association
D/A	Digital/Analog
DAMA	Demand Assigned Multiple Access
DAVIC	Digital Audio Visual Council
DCS	Digital Cross-Connect System
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications
DES	Data Encryption Standard
DLC	Digital Loop Carrier
DMT	Discrete Multi Tone
DOCIS	Data Over Cable Interface Specification
DP	Distribution Point
DSL	Digital Subscriber Line
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer
DSU	Digital Subscriber Unit
DTE	Digital Terminal Equipment
DVB	Digital Video Broadcasting
DVD	Digital Video Disc/Digital Versatile Disc
EA	Extension Address
EF	Envelope Function
EI	Envelope Information
EIA	Electronic Industries Association
EIA	Electronic Industries Alliance
EMI	Electromagnetic Interference
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communications Commission
FCS	Frame Check Sequence
FD	Feeder Distribution
FDM	Frequency Division Multiplexer
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
FEP	Fluorinated Ethylene Propylene
FEXT	Far End Crosstalk
FFT	Fast Fourier Transform



FITL	Fiber In The Loop
FM	Frequency Modulation
FP	Flexible Point
FSK	Frequency Shift Keying
FSM	Finite State Machine
FTDMA	Frequency-Time Division Multiple Access
FTP	Foiled Twisted Pair
FTS	Feeder Transmission System
FTTB	Fiber To The Building
FTTC	Fiber To The Cure
FTTCab	Fiber To The Cabinet
FTTH	Fiber To The Home
FWA	Fixed Wireless Access
GAN	Global Area Network
GCC	Gateway Control Center
GDN	Globalstar Data Network
GEO	Geostationary Earth Orbit
GES	Gateway Earth Station
GOCC	Ground Operations Control Center
GPON	Giga bit Passive Optical Network
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile
HBO	Home Box Office
HC	Horizontal Cross-connect
HDSL	Very high speed DSL
HDTV	High Density Television
HFC	Hybrid Fibre Coaxial
IC	Intermediate cross-connect
IDC	Insulation Displacement Connections
IDN	Integrated Digital Network
IE	Information Element
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IFFT	Inverse FFT
ILEC	Incumbent Local Exchange Carrier
IP	Internet Protocol

IPDS	Inmarsat Packet Data Service
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISDN-BA	ISDN-Basic Access
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
Kbps	Kilo bit per second
LAN	Local Area Network
LAP-D	Link Access Protocol-Channel D
LAPV5-EF	LAPV5-Envelope Function
LE	Local Exchange
LEO	Low Earth Orbit
LLDN	Local Line Distribution Network
LMDS	Local Multipoint Distribution Service
MAC	Media Access Control
MAC SWG	Media Access Control layer SWG
MAU	Multi-Access Unit
MC	Main cross-connect
MCSN	Multimedia Cable Network Systems
MDF	Main Distribution Frame
MEO	Medium Earth Orbit
MFA	Multi-Fibre Agreement
MoD	Movies on Demand
MPEG	Moving Picture Expert Group
MPEG-PS	Moving Picture Expert Group – Program Stream
MPEG-TS	Moving Picture Expert Group – Transport Stream
MPLS	Multi Protocol Label Switching
MUTOA	Multiuser Telecommunications Outlet Assemblies
NCC	Network Control Center
NEXT	Near End Crosstalk
NID	Network Integrated Device
NID	Network Interface Device
NT	Network Termination
NT1	Network Termination type 1
NT2	Network Termination type 2
NTSC	National Television Standards Committee
OAM	Operation Administration & Maintenance

OAN	Optical Access Network
ODN	Optical Distribution Network
OLT	Optical Line Termination
ONT	Optical Network Termination
ONU	Optical Network Unit
OPD	Optical Path Distribution
OSI	Open System Interconnection
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
PACS	Picture Archiving and Communication Systems
PAMA	Pre-Assigned Multiple Access
PBX	Private Branch Exchange
PC	Personal Computer
PCM	Pulse Code Modulation
PCS	Personal Communications Service
PE	Polyethylene
PHY	Physical
PHY SWG	Physical layer SWG
PMD	Polarization Mode Dispersion
PON	Passive Optical Network
POP	Post Office Protocol
POTS	Plain Old Telephone Services
PSK	Phase Shift Keying
PSTN	Public Switched Telephone Network
PVC	Permanent Virtual Circuit
PVC	Polyvinyl Chloride
PVR	Networked Personal Recorder
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Quality of Service
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RADSL	Rate Adaptive DSL
RBB	Residential Broadband
rDS	Remote Digital Section
RF	Radio Frequency
RFID	Radio Frequency Identification
RJ	Register Jack
RSU	Remote Subscriber Unit

RSU	Remote Switching Unit
RT	Remote Terminal
S/FTP	Screened Fully shielded Twisted Pair, Screened Foiled Twisted Pair
S/STP	Screened Shielded Twisted Pair
S/UTP	Screened Unshielded Twisted Pair
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SCTE	Society of Cable Television Engineers
ScTP	Screened Twisted Pair
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDSL	Symmetric DSL
SDV	Switching Digital Video
SFEXT	Self FEXT
SN	Service Node
SNEXT	Self NEXT
SNI	Service Network Interface
SOCC	Satellite Operations Control Center
SONET	Synchronous Optical Networking
SP	Service Provider
STB	Set Top Box
STP	Shielded Twisted Pair
SVoD	Subscription Video on Demand
SW	Switching
SWG	Sub Working Group
TA	Terminal Adapter
TDM	Time Division Multiplexer
TDMA	Time Division Multiple Access
TDR	Time Domain Reflectometer
TE1	Termination Equipment type 1
TE2	Termination Equipment type 2
TIA	Telecommunication Industry Association
TIR	Total Internal Reflection
TMN	Telecommunication Management Network
TP	Transition Point
TP-PMD	Twisted Pair- Physical layer Medium Dependent
TV	Television

UHF	Ultra High Frequency
UNI	User Network Interface
USB	Universal Serial Bus
USOC	Universal Service Order Code
UTP	Unshielded Twisted Pair
VBR	Variable Bit Rate
VCR	Video Cassette Recorder
VDM	Video Dialing Module
VDSL	Very high speed DSL
VHF	Very High Frequency
VoD	Video on Demand
VOM	Volt Ohm Meter
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Km10 Đường Nguyễn Trãi, Hà Đông-Hà Tây  
 Tel: (04) 5541221; Fax: (04) 5540567  
 Website: <http://www.e-ptit.edu.vn>; E-mail: [dhtr@e-ptit.edu.vn](mailto:dhtr@e-ptit.edu.vn)

[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)

CHƯƠNG TRÌNH  
**PTIT**  
 ĐÀO TẠO ĐẠI HỌC TỪ XA

[cuuduongthancong.com](http://cuuduongthancong.com)



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Đình Luận, *Công nghệ truy nhập đa dịch vụ*, Nhà xuất bản bưu điện, 2001.
2. Trần Nam Bình, Nguyễn Thanh Việt, *Mạng truy nhập (Công nghệ và giao diện V5)*, Nhà xuất bản bưu điện, 2000.
3. Walter Goralski, *ADSL and DSL Technologies*, Mac Graw Hill, 1998.
4. Bùi Nguyên Chất, *Công trình ngoại vi*, Nhà Xuất bản Bưu điện, 2002.
5. Albert Azzam, Niel Ransom, *Broadband Access Technologies*, McGraw-Hill, 1999.
6. Stephen H. Lampen, *Wire, Cable and Fiber Optics for Video and Audio Engineers*, MacGraw-Hill, 1998.
7. Bộ môn đường dây thông tin, khoa hữu tuyến, *Cáp thông tin*, trường Đại học Thông tin liên lạc.
8. BICSI, *Telecommunication Cabling Installation*, MacGraw-Hill, 2001.
9. Nguyễn Anh Dũng, Nguyễn Thanh Mai, *Tìm hiểu công nghệ đường dây thuê bao số xDSL*, Nhà xuất bản bưu điện, 2001.
10. Phan Nam Bình, *Thực hành lắp đặt cáp quang*, Nhà xuất bản bưu điện, 2001.
11. Đặng Quốc Anh, *ADSL Thực tiễn-Giải pháp-Triển khai*, Học viện công nghệ bưu chính viễn thông, 2002.
12. Albert A. Azzam, *High-Speed Cable Modems*, McGraw-Hill, 1997.
13. Uyless Black, *Residential Broadband Networks xDSL, HFC, and Fixed Wireless Access*, Prentice Hall PTR, 1998.
14. Huỳnh Gien Ny, Luận văn tốt nghiệp “Đo thử đường dây thuê bao ADSL”.
15. Lê Hùng Bông, Luận văn tốt nghiệp “Lắp đặt thuê bao ADSL”, Mã số 40060028.
16. Các trang web:
  - ✦ [http://www.fujitsu.com/downloads/TEL/fnc/whitepapers/VOD\\_wp.pdf](http://www.fujitsu.com/downloads/TEL/fnc/whitepapers/VOD_wp.pdf)
  - ✦ [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/120newft/120t/120t7/atmsvc/atmvi\\_t6.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/120newft/120t/120t7/atmsvc/atmvi_t6.htm)
  - ✦ [http://www.rfcafe.com/references/electrical/coax\\_chart.htm](http://www.rfcafe.com/references/electrical/coax_chart.htm)
  - ✦ [http://www.radio-electronics.com/info/antennas/coax/coax\\_cable\\_connectors.php](http://www.radio-electronics.com/info/antennas/coax/coax_cable_connectors.php)
  - ✦ <http://www.interstateelectronics.com/howto/coaxterm.html>
  - ✦ <http://www.jb.man.ac.uk/research/fibre/intro2fibre.htm>
  - ✦ [http://en.wikipedia.org/wiki/Optical\\_fiber](http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber)
  - ✦ <http://www.fiber-optics.info/articles/fiber-types.htm>
  - ✦ <http://www.arcelect.com/fibercable.htm>
  - ✦ <http://www.fiber-optics.info/articles/dispersion.htm>
  - ✦ [http://www.tecratools.com/pages/tecalert/splicing\\_guide.html](http://www.tecratools.com/pages/tecalert/splicing_guide.html)
  - ✦ [http://www.simon.com/us/standards/13-05\\_backbone\\_cabling\\_system\\_structure.asp](http://www.simon.com/us/standards/13-05_backbone_cabling_system_structure.asp)
  - ✦ [http://www.simon.com/us/standards/13-04\\_horizontal\\_cabling\\_system\\_structure.asp](http://www.simon.com/us/standards/13-04_horizontal_cabling_system_structure.asp)

- # <http://www.webopedia.com/TERM/T/TC.html>
- # <http://uuhsc.utah.edu/eng/design/section10-3.htm>
- # [http://www.siemon.com/us/company/case\\_studies/jdedwards/jdedwardspics.asp](http://www.siemon.com/us/company/case_studies/jdedwards/jdedwardspics.asp)
- # <http://www.delmar.edu/Courses/ITNW2313/topology.htm>
- # <http://fcit.usf.edu/network/>
- # <http://www.computerhope.com/jargon/r/ringtopo.htm>
- # [http://en.wikipedia.org/wiki/Ring\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Ring_network)
- # <http://www.firewall.cx/topologies.php>
- # [http://www.interfacebus.com/Design\\_Connector\\_Modems.html](http://www.interfacebus.com/Design_Connector_Modems.html)
- # [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/isdn.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/isdn.htm)
- # <http://en.wikipedia.org/wiki/ISDN>
- # [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/isdn.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/isdn.htm)
- # <http://www.cellsoft.de/telecom/v5.htm>
- # <http://www.protocols.com/pbook/v5.htm>
- # [http://en.wikipedia.org/wiki/Digital\\_Subscriber\\_Line](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Subscriber_Line)
- # <http://www.tutorial-reports.com/networking/broadband/dsl/components.php?PHPSESSID=1f6627cabab58191ce485aff3c2682ff>
- # [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/dsl.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/dsl.htm)
- # [http://net3.arggreenhouse.com:8080/dsl-test/Help/SM\\_paper.pdf](http://net3.arggreenhouse.com:8080/dsl-test/Help/SM_paper.pdf)
- # [http://www.iec.org/online/tutorials/spectral\\_compat/topic10.html](http://www.iec.org/online/tutorials/spectral_compat/topic10.html)
- # [http://www.nextep.com.au/upload/DSL\\_Modulation\\_Techniques.pdf](http://www.nextep.com.au/upload/DSL_Modulation_Techniques.pdf)
- # <http://www.cs.tut.fi/tlt/stuff/adsl/node22.html>
- # [http://en.wikipedia.org/wiki/Carrierless\\_Amplitude\\_Phase\\_Modulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Carrierless_Amplitude_Phase_Modulation)
- # [http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_fibre-coaxial](http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_fibre-coaxial)
- # [http://www.cse.wustl.edu/~jain/atm/ftp/atm\\_rbb/sld019.htm](http://www.cse.wustl.edu/~jain/atm/ftp/atm_rbb/sld019.htm)
- # <http://www.cable-modems.org/tutorial/>
- # <http://www.pts.se/Archive/Documents/EN/FWA.pdf>
- # <http://www.angelfire.com/electronic/vikram/tech/vsattut.html#4>
- # [http://www.isr.umd.edu/~michalis/El\\_Comms.pdf](http://www.isr.umd.edu/~michalis/El_Comms.pdf)
- # <http://www.vti.com.vn/showCat.asp?CatID=37>
- # [http://event-africa-networking.web.cern.ch/event-africa-networking/cdrom/African\\_Virtual\\_University/AVU-Final\\_Report\\_part1-1.pdf](http://event-africa-networking.web.cern.ch/event-africa-networking/cdrom/African_Virtual_University/AVU-Final_Report_part1-1.pdf)
- # [http://event-africa-networking.web.cern.ch/event-africa-networking/cdrom/African\\_Virtual\\_University/AVU-Final\\_Report\\_part1-2.pdf](http://event-africa-networking.web.cern.ch/event-africa-networking/cdrom/African_Virtual_University/AVU-Final_Report_part1-2.pdf)
- # <http://iml.jou.ufl.edu/projects/Fall99/Coffey/GEO.HTM>
- # <http://iml.jou.ufl.edu/projects/Fall99/Coffey/LEO.HTM>
- # <http://iml.jou.ufl.edu/projects/Fall99/Coffey/MEO.HTM>
- # <http://www.sss-mag.com/pdf/1mss.pdf>
- # <http://www.alphatelecom.ru/inmarsat/engindex.htm>

- ✚ <http://www.infosat.com/services/msat/>
- ✚ <http://www.tec.army.mil/tio/ARIES.htm>
- ✚ <http://www.ellipso.com/overview/architecture.html>
- ✚ [http://www.iridium.com/corp/iri\\_corp-understand.asp](http://www.iridium.com/corp/iri_corp-understand.asp)
- ✚ <http://www.orbcomm.com/>
- ✚ <http://www.aerospace-technology.com/projects/globalstar/>
- ✚ <http://www.globalstar.com/en/satellite/>
- ✚ <http://www.wcai.com/lmds.htm>
- ✚ <http://www.iec.org/online/tutorials/lmds/topic01.html>

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Km10 Đường Nguyễn Trãi, Hà Đông-Hà Tây  
 Tel: (04) 5541221; Fax: (04) 5540567  
 Website: <http://www.e-ptit.edu.vn>; E-mail: [dhtr@e-ptit.edu.vn](mailto:dhtr@e-ptit.edu.vn)

cuu duong than cong . com

CHƯƠNG TRÌNH  
**PTIT**  
 ĐÀO TẠO ĐẠI HỌC TỪ XA

cuu duong than cong . com