

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

---



ISO 9001:2008

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**

**NGÀNH: ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG**

**Người hướng dẫn :** Ks. Nguyễn Thị Hương  
**Sinh viên :** Lê Đức Trung

**HẢI PHÒNG – 2013**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

-----

**TRUYỀN HÌNH BĂNG THÔNG RỘNG  
TRONG MẠNG HFC**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY  
NGÀNH: ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG**

**Người hướng dẫn :** Ks. Nguyễn Thị Hương  
**Sinh viên :** Lê Đức Trung

**HẢI PHÒNG – 2013**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

---

**NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

Sinh viên : Lê Đức Trung.

Mã SV : 1351030008

Lớp : ĐT 1301.

Ngành: Điện tử viễn thông.

Tên đề tài: TRUYỀN HÌNH BĂNG THÔNG RỘNG  
TRONG MẠNG HFC.



## CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

### Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên: Nguyễn Thị Hương

Học hàm, học vị: Kỹ sư.

Cơ quan công tác: Trường Đại học Dân lập Hải Phòng.

Nội dung hướng dẫn:.....

.....

.....

.....

### Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên: .....

Học hàm, học vị: .....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

.....

.....

.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày.....tháng.....năm 2013.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày.....tháng.....năm 2013.

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

*Sinh viên*

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

*Người hướng dẫn*

*Hải Phòng, ngày ..... tháng.....năm 2013*

**Hiệu trưởng**

**GS.TS.NGƯT Trần Hữu Nghị**

## PHẦN NHẬN XÉT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

**1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2. Đánh giá chất lượng của khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...):**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**3. Cho điểm của cán bộ hướng dẫn (ghi bằng cả số và chữ):**

.....

.....

.....

*Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2013*

**Cán bộ hướng dẫn**

**PHẦN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA NGƯỜI CHĂM PHẢN BIỆN**

**1. Đánh giá chất lượng đề tài tốt nghiệp về các mặt thu thập và phân tích số liệu ban đầu, cơ sở lý luận chọn phương án tối ưu, cách tính toán chất lượng thuyết minh và bản vẽ, giá trị lý luận và thực tiễn đề tài.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2. Cho điểm của cán bộ phản biện (Điểm ghi cả số và chữ).**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2013*

**Người chấm phản biện**

# MỤC LỤC

<b>DANH SÁCH CÁC TỪ VIẾT TẮT</b> .....	1
<b>LỜI MỞ ĐẦU</b> .....	3
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TRUYỀN HÌNH CẤP</b> .....	4
1.1 Tổng quan về truyền hình cáp .....	4
1.2 Vị trí của mạng truyền hình cáp và xu hướng phát triển .....	5
1.3 Kiến trúc mạng truyền hình cáp truyền thống .....	6
1.4 Kiến trúc mạng HFC .....	9
1.4.1 Các đặc điểm cơ bản của mạng HFC .....	9
1.4.2 Ưu nhược điểm của mạng HFC .....	11
1.5 Kết luận chương .....	13
<b>CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ TRUYỀN DẪN VÀ TRUY NHẬP TRONG MẠNG HFC</b> .....	14
2.1 Công nghệ truyền dẫn quang trong mạng HFC .....	14
2.1.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Headend .....	15
2.1.1.2 Nguyên lý hoạt động của Headend .....	16
2.1.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy phát quang .....	18
2.1.2.1 Cấu tạo .....	18
2.1.2.2 Hoạt động của máy phát .....	18
2.1.3 Cấu tạo và hoạt động node quang .....	19
2.1.4 Cấu tạo và dạng sợi quang .....	20
2.1.4.1 Sợi quang đơn mode, đa mode .....	21
2.1.4.2 Suy hao và tán sắc trên sợi quang .....	22
2.1.4.3 Độ nhạy thu, BER và quỹ công suất .....	26
2.1 Công nghệ truyền dẫn đồng trục trong mạng HFC .....	29
2.2.1 Cáp đồng trục .....	30
2.2.1.1 Các thông số của cáp đồng trục .....	31
2.2.2. Các loại bộ khuếch đại .....	32
2.2.2.1. Bộ khuếch đại trung kế .....	33
2.2.2.2. Bộ khuếch đại fidor .....	34
2.2.2.3. Bộ khuếch đại đường dây .....	34
2.2.3 Bộ chia và rẽ tín hiệu (Splitter, DC & Tap) .....	37



2.2.3.1 Bộ chia – Splitter.....	37
2.2.3.2. Bộ chia định hướng - Directioner Coupler(DC) .....	37
2.2.3.3. Bộ chia tín hiệu nhiều đường ra – Multi Taps .....	38
2.2.3.4 Đầu nối cáp – Connectors .....	39
2.3. Công nghệ truy nhập trong mạng HFC 2 chiều .....	40
2.3.1. Các công nghệ thúc đẩy .....	40
2.3.1.1. Set – Top – Box (STB).....	41
2.3.1.2. Thoại IP (Voice IP) .....	42
2.3.1.3. Modem cáp ( cable modem ).....	43
2.4 Kết luận chương .....	44
<b>CHƯƠNG 3: ĐẶC ĐIỂM, TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT TRONG MẠNG TRUYỀN HÌNH CÁP HFC.....</b>	<b>45</b>
3.1. IEEE 802.14 .....	45
3.2. Lớp vật lý trong mạng HFC .....	45
3.2.1. Tiêu chuẩn cho lớp vật lí.....	45
3.2.2. Khả năng băng thông .....	46
3.3. Thông số kỹ thuật truyền hình cáp EG tại Hải Phòng .....	46
3.3.1 Tiêu chuẩn truyền hình tương tự.....	46
3.3.2 Quy hoạch tần số.....	47
3.3.3 Tiêu chuẩn giao diện truyền dẫn RF .....	48
3.3.3.1 Đặc tính truyền dẫn RF chiều xuống cho truyền hình analog và tín hiệu âm thanh .....	48
3.3.3.2 Đặc tính truyền dẫn RF chiều lên.....	49
3.3.4 Thông số tín hiệu vào/ra cable modem .....	50
3.5 Kết luận chương .....	52
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>53</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>54</b>

**DANH SÁCH CÁC TỪ VIẾT TẮT**

AGC	Automatic Gain Control	Tự điều chỉnh hệ số khuếch đại
APD	Angled Physical Contact	Tiếp xúc góc
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Phương thức truyền không đồng bộ
BER	Bit Error Rate	Tỉ số lỗi bit
CATV	Community Antenna Television System	Hệ thống truyền hình cáp cộng đồng
CNR	Carrier-to-Noise Ratio	Tỉ số sóng mang trên nhiễu
CO	Central Office	Tổng đài trung tâm
DFB	Distributed Feedback laser	Laser hồi tiếp phân tán
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo mật độ bước sóng
DBS	Direct Broadcast Satellite	Vệ tinh quảng bá trực tiếp
DSL	Digital Subscriber Line	Đường thuê bao số
DSLAM	DSL Access Multiplexing	Ghép kênh truy nhập đường thuê bao số
EQ	Equalizer	Khối cân bằng
FDM	Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số
FTTC	Fiber To The Curb	Cáp quang đến khu vực
FTTB	Fiber To The Building	Cáp quang đến toà nhà
FTTH	Fiber To The Home	Cáp quang đến gia đình
FITL	Fiber In The Loop	Cáp quang trong mạng thuê bao
GI	Gratded Index	Chỉ số chiết suất Gradient
GVD	Group Velocity Dispersion	Tán sắc vận tốc nhóm
HDT	Host Digital Terminal	Thiết bị đầu cuối số trung tâm
HFC	Hybrid Fiber/ Coaxial network	Mạng lai cáp quang/ cáp đồng trục
HFPC	Hybrid Fiber Passive/ Coaxial network	Mạng HFC thụ động

HFW	Hybrid Fiber/ Wireless network	Mạng lai cáp quang/ không dây
HFR	Hybrid Fiber/ Radio network	Mạng lai cáp quang/ vô tuyến
HPF	Hight Pass Filter	Bộ lọc thông cao
ISDN	Intergrated Services Digital Network	Mạng liên kết số đa dịch vụ
LPF	Low Pass Filter	Bộ lọc thông thấp
MDF	Main Distribution Frame	Giá phối dây chính
MMDS	Multipoint Multichanel Distribution Service	Dịch vụ phân phối đa điểm đa kênh
NA	Numerical Aperture	Khẩu độ số
ONU	Optical Network Unit	Đơn vị mạng quang
OTU	Optical Terminal Unit	Đơn vị đầu cuối quang
POTS	Plain Old Telephone Service	Dịch vụ thoại thông thường
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	Điều chế khoá dịch pha cầu phương
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương
RF	Radio Frequency	Tần số cao tần
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Phân cấp số đồng bộ
SI	Step Index	Chỉ số chiết suất phân bậc
STB	Set - Top – Box	Đầu thu tín hiệu số
SMF	Single Mode Fiber	Sợi quang đơn mode
STM	Synchronous Transfer Mode	Phương thức truyền đồng bộ
VOD	Video On Demand	Truyền hình theo yêu cầu.

## LỜI MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, truyền hình miễn phí, quảng bá qua sóng vô tuyến không thể đáp ứng được nhu cầu của người dân Việt Nam. Thay vào đó mạng truyền hình cáp ra đời với những công nghệ vượt bậc đã đáp ứng được không chỉ về chất lượng truyền hình mà còn có thể cạnh tranh đáng kể với các mạng viễn thông.

Truyền hình cáp băng rộng ra đời đã sử dụng truyền dẫn quang trong các mạng truyền hình cáp (HFC, HFPC) để truyền dẫn và phân phối tín hiệu truyền hình, qua đó vận dụng rất tốt những ưu điểm vượt trội của truyền dẫn quang so với các phương tiện truyền dẫn khác như : Băng thông của cáp quang rất lớn ( $10^{14} \sim 10^{15}$  Hz), suy hao đường truyền rất nhỏ, không chịu ảnh hưởng bởi nhiễu của môi trường ngoài và nhiễu điện từ, có thể tích hợp được nhiều dịch vụ trên cùng một đường truyền...

Ở Việt Nam đang tồn tại và phát triển mạng truyền hình cáp nhưng do điều kiện kinh tế và cơ sở hạ tầng chưa đáp ứng đủ nên chỉ triển khai được mạng HFC. Nhận thấy sự ứng dụng rộng rãi của mạng HFC nên em đã tìm hiểu và nghiên cứu đề án : **Truyền hình băng thông rộng trong mạng HFC**

Nội dung cơ bản của đề án gồm 3 chương :

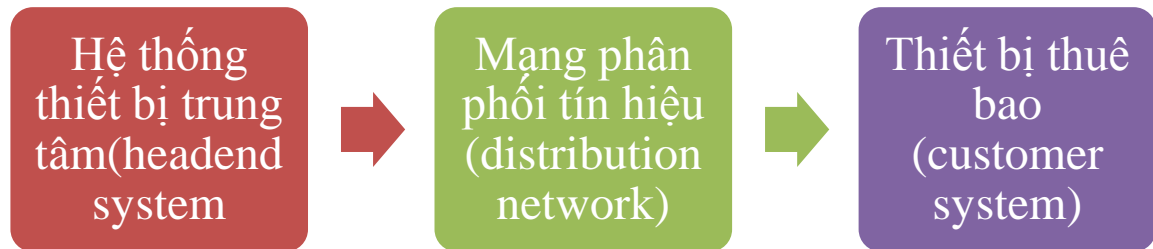
Chương 1 : Tổng quan về truyền hình cáp.

Chương 2 : Công nghệ truyền dẫn và truy nhập trong mạng HFC.

Chương 3 : Đặc điểm tiêu chuẩn kỹ thuật trong mạng truyền hình cáp HFC.

## CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ TRUYỀN HÌNH CÁP

### 1.1 Tổng quan về truyền hình cáp



*Hình 1.1 Sơ đồ khối hệ thống hình cáp*

**Mạng truyền cáp bao gồm 3 thành phần chính sau :**

- **Hệ thống thiết bị trung tâm (headend system) :**

Là nơi cung cấp, quản lý chương trình trong hệ thống mạng truyền hình cáp. Đây cũng là nơi thu thập các thông tin quan sát trạng thái, kiểm tra hoạt động mạng và cung cấp các tín hiệu điều khiển.

Đối với các hệ thống mạng hiện đại thì hệ thống thiết bị trung tâm còn có thêm khả năng mã hóa tín hiệu quản lý truy nhập, tính cước truy nhập, giao tiếp với các mạng viễn thông như mạng internet ...

- **Mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp :**

Là môi trường truyền dẫn tín hiệu từ trung tâm mạng tới các thuê bao. Tùy theo các đặc trưng của truyền hình cáp mà có các loại môi trường truyền dẫn khác nhau. Đối với truyền hình cáp hữu tuyến (CATV) thì môi trường truyền dẫn sẽ là cáp hữu tuyến (cáp quang, cáp đồng trục, cáp xoắn ...).

Mạng phân phối truyền hình cáp hữu tuyến có khả năng nhận tín hiệu từ các thiết bị trung tâm, điều chế, khuếch đại và truyền tín hiệu vào mạng cáp. Các thiết bị khác trong mạng có nhiệm vụ khuếch đại, cấp nguồn và phân phối tín hiệu truyền hình tới thiết bị của thuê bao.

Hệ thống mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp có vai trò quan trọng như sau: quyết định đến đối tượng dịch vụ, khoảng cách phục vụ và số lượng thuê bao sử dụng dịch vụ và nó cũng quyết định đến khả năng mở rộng cung cấp mạng.

- **Thiết bị tại nhà thuê bao :**

Đối với truyền hình cáp sử dụng công nghệ tương tự, thiết bị tại thuê bao có thể chỉ là máy thu hình, thu tín hiệu từ mạng phân phối tín hiệu. Với mạng truyền hình cáp sử dụng công nghệ hiện đại hơn thì thiết bị thuê bao gồm các bộ chia tín hiệu, các đầu thu tín hiệu truyền hình và các cáp dẫn ... Các thiết bị này có nhiệm vụ thu tín hiệu và đưa đến TV để thuê bao có thể sử dụng các dịch vụ của mạng như chương trình TV, truy nhập internet, truyền dữ liệu ...

## **1.2 Vị trí của mạng truyền hình cáp và xu hướng phát triển**

Các mạng CATV đã trải qua các giai đoạn phát triển từ mạng tương tự quảng bá một chiều đồng trục tới mạng HFC tương tác 2 chiều truyền tải các kênh Video tương tự/ số và dữ liệu tốc độ cao. Mạng đồng trục băng rộng kiến trúc cây và nhánh truyền thống được hỗ trợ bởi công nghệ RF phục vụ tốt các dịch vụ quảng bá và các dịch vụ điểm-đa điểm. Dùng nhiều bộ khuếch đại (30÷40), có thể làm giảm chất lượng và tính năng của kênh Video AM-VSB, làm giảm thị hiếu của khách hàng. Việc sử dụng các kết nối vi ba mặt đất đã giảm số lượng các bộ khuếch đại, cải thiện được hiệu năng truyền dẫn các kênh quảng bá tương tự.

Sự tiến bộ vượt bậc trong công nghệ sợi quang từ cuối những năm 80 đã khiến cho công nghiệp truyền hình cáp phát triển mạnh mẽ. Sự ra đời của laser điều chế trực tiếp DM-DFB 550 MHz và các bộ thu quang hoạt động ở dải bước sóng 1310 nm đã làm thay đổi kiến trúc truyền thống mạng cáp đồng trục. Mạng HFC cho phép truyền dẫn tin cậy các kênh Video tương tự quảng bá qua sợi đơn mode SMF tới các node quang, do đó số lượng các bộ khuếch đại RF đã được giảm đi rất nhiều. Hơn nữa các nhà điều hành còn thực hiện triển khai thiết bị headend sử dụng các Ring sợi quang để kết nối giữa headend trung tâm và các headend thứ cấp hoặc các Hub tại những vị trí quan trọng. Do vậy, các nhà điều hành cáp có thể hạ giá thành và cải thiện hơn nữa chất lượng và tính hữu dụng của các dịch vụ quảng bá truyền thống.

Sự phát triển của nhiều thiết bị quan trọng như: Các bộ điều chế QAM, các bộ thu QAM giá thành hạ, các bộ mã hóa và giải mã tín hiệu Video số, cho phép các nhà điều hành cáp cung cấp thêm khoảng 10 dịch vụ Video số mới trong các kênh Video AM/VSB dùng với STB số. Việc triển khai nhanh chóng mạng HFC 750 MHz và một số dịch vụ viễn thông cung cấp khả năng cạnh tranh truy nhập và

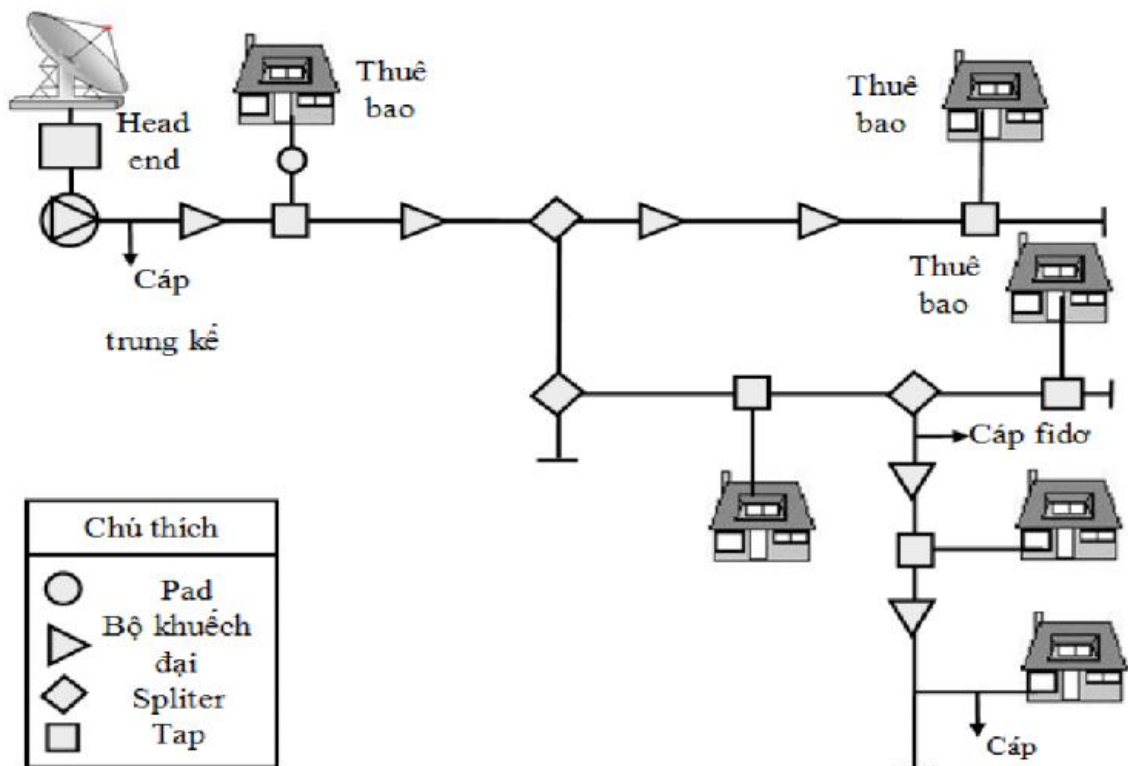
nhieu loại hình kinh doanh cho khách hàng tại các thị trường quan trọng.

Vào giữa thập kỷ 1990, kiến trúc mạng HFC đã bắt đầu có hướng phát triển mới. Cuộc cách mạng này là do những áp lực sau của thị trường:

- Bùng nổ nhu cầu truy nhập dữ liệu tốc độ cao trong các khu vực dân cư.
- Nhu cầu chuyển phát các dịch vụ số tương tác.
- Gia tăng cạnh tranh từ nhiều nhà cung cấp dịch vụ viễn thông và các nhà cung cấp dịch vụ DBS (Direct Broadcast Satellite).
- Sự tiến bộ trong công nghệ sợi quang, đặc biệt là laser và bộ thu quang và quản lý mạng cáp.

Những nhu cầu và áp lực của thị trường đã tác động tới các nhà điều hành cáp xem lại kiến trúc mạng HFC hiện tại và tiến tới mạng truy nhập CATV DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).

### 1.3 Kiến trúc mạng truyền hình cáp truyền thống



Hình 1.2 Kiến trúc mạng truyền hình cáp truyền thống

Hình 1.2 là sơ đồ đơn giản của một mạng cáp toàn đồng trục. Các chương trình thu được từ vệ tinh hoặc viba tại headend, headend thực hiện nhiệm vụ sau:

- Thu các chương trình (ví dụ từ NBC, CBS, và các mạng cáp như MTV&ESPN).
- Chuyển đổi từng kênh tới kênh tần số RF mong muốn, ngẫu nhiên hóa các kênh khi có yêu cầu.
- Kết hợp tất cả các tần số vào một kênh đơn tương tự băng rộng (ghép RDM).
- Phát quảng bá kênh tương tự tổng hợp này xuống cho các thuê bao .Hệ thống mạng truyền dẫn bao gồm:
  - Cáp chính trung kế (Trunk cable).
  - Fidor cáp: Cáp rẽ ra từ các cáp trung kế
  - Cáp thuê bao (Drop cable): Phần cáp kết nối từ cáp nhánh fidor đến thuê bao hộ gia đình.

Lưu lượng Video tổng đường xuống phát từ headend và được đưa tới các cáp trung kế. Để cung cấp cho toàn một vùng, các bộ chia tín hiệu (splitter) sẽ chia lưu lượng tới các cáp nhánh fidor từ cáp trung kế. Tín hiệu đưa đến thuê bao được trích ra từ các cáp nhánh (fidor cáp) nhờ bộ trích tín hiệu Tap.

Mức tín hiệu suy hao tỷ lệ với bình phương tần số trung tâm khi truyền qua cáp trục (cáp trung kế, cáp fidor và cáp thuê bao). Do vậy tín hiệu ở tần số càng cao suy hao càng nhanh so với tần số thấp. Đó là lý do tại sao các nhà cung cấp mong muốn ít kênh. Mức tín hiệu cũng bị suy giảm khi đi qua các bộ splitter và Tap .

Trên đường đi của tín hiệu, các bộ khuếch đại tín hiệu được đặt ở các khoảng cách phù hợp để khôi phục tín hiệu bị suy hao. Các bộ khuếch đại được cấp nguồn nhờ các bộ cấp nguồn đặt rải rác trên đường đi của cáp, các bộ nguồn này được nuôi từ mạng điện sở tại. Các bộ khuếch đại xa nguồn được cấp nguồn cũng chính bằng cáp đồng trục: dòng điện một chiều được cộng chung với tín hiệu nhờ bộ cộng. Đến các bộ khuếch đại, dòng một chiều sẽ được tách riêng để cấp nguồn cho bộ khuếch đại.

Vì các kênh tần số cao tín hiệu suy hao nhanh hơn nhất là trên khoảng cách truyền dẫn dài, các kênh tần số cao cần có mức khuếch đại cao hơn so với các kênh tần số thấp. Do đó cần phải cân bằng công suất trong dải tần phát tại những điểm cuối để giảm méo. Để phủ cho một vùng, một bộ khuếch đại có thể đặt ở mức cao, kết quả là cả mức tín hiệu và méo đều lớn. Do vậy tại nhà thuê bao gần headend cần một thiết bị thụ động làm suy giảm bớt mức tín hiệu gọi là Pad.



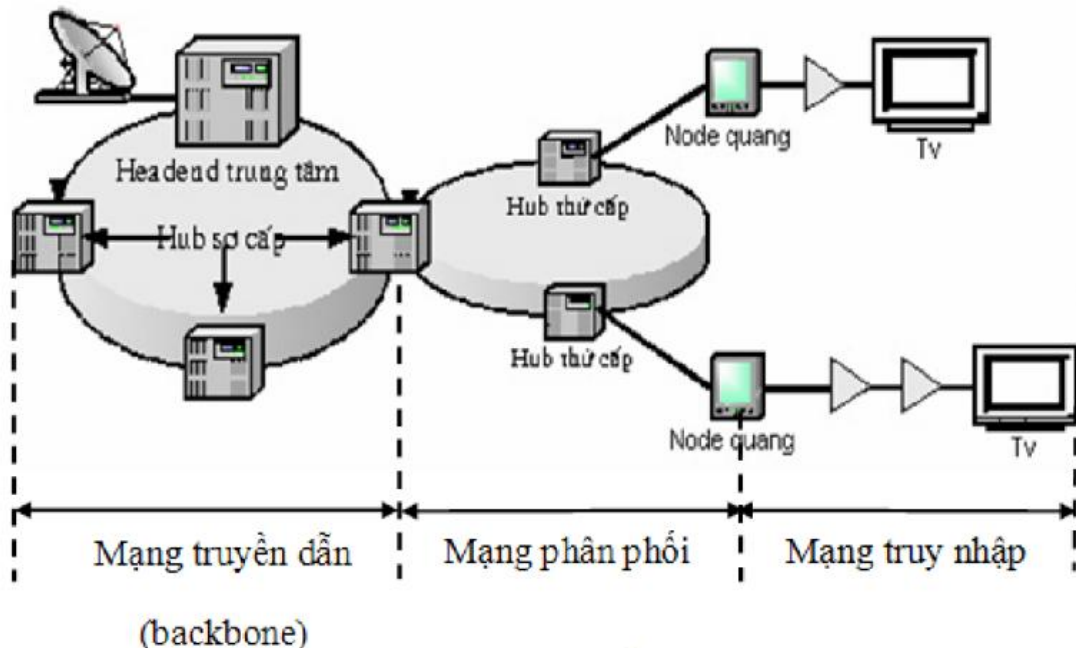
Các hệ thống cáp đồng trục cải thiện đáng kể chất lượng tín hiệu thu của TV. Mặc dù nhiều vùng tín hiệu truyền hình vô tuyến quảng bá thu được có chất lượng khá tốt nhưng CATV vẫn được lựa chọn phổ biến vì khả năng lựa chọn nhiều chương trình. Tuy nhiên mạng toàn cáp đồng trục có một số nhược điểm sau:

- Mặc dù đạt được một số thành công về cung cấp dịch vụ truyền hình, các hệ thống thuần túy cáp trục không thể thỏa mãn các dịch vụ băng rộng tốc độ cao.
- Dung lượng kênh của hệ thống không đủ để đáp ứng cho phát vệ tinh quảng bá trực tiếp DBS. Hệ thống cáp đồng trục có thể cung cấp hơn 40 kênh nhưng các thuê bao DBS có thể thu được gấp 2 lần số kênh trên, đủ cho họ lựa chọn chương trình. Các mạng cáp yêu cầu cần thêm dung lượng kênh để tăng cạnh tranh.
- Truyền dẫn tín hiệu bằng cáp đồng trục có suy hao rất lớn, nên cần phải đặt nhiều bộ khuếch đại tín hiệu trên đường truyền. Do vậy phải có các chi phí khác kèm theo: nguồn cấp cho bộ khuếch đại, công suất tiêu thụ của mạng tăng lên... dẫn đến chi phí cho mạng lớn.
- Các hệ thống cáp đồng trục thiếu độ tin cậy. Nếu một bộ khuếch đại ở gần headend không hoạt động (ví dụ như mất nguồn nuôi), tất cả các thuê bao do bộ khuếch đại đó cung cấp sẽ mất các dịch vụ.
- Mức tín hiệu (chất lượng tín hiệu) sẽ không đủ đáp ứng cho số lượng lớn các thuê bao. Do sử dụng các bộ khuếch đại để bù suy hao cáp, nhiễu đường truyền tác động vào tín hiệu và nhiễu nội bộ của bộ khuếch đại được loại bỏ không hết và tích tụ trên đường truyền, nên càng xa trung tâm, chất lượng tín hiệu càng giảm, dẫn đến hạn chế bán kính phục vụ của mạng.
- Các hệ thống cáp đồng trục rất phức tạp khi thiết kế và vận hành hoạt động.

Việc giữ cho công suất cân bằng cho tất cả các thuê bao là vấn đề rất khó. Để giải quyết các nhược điểm trên, các nhà cung cấp cùng đi tới ý tưởng sử dụng cáp quang thay cho cáp trung kế đồng trục. Toàn hệ thống sẽ có cả cáp quang và cáp đồng trục gọi là mạng lai giữa cáp quang và đồng trục (mạng lai HFC). Yêu cầu đối với hệ thống quang tương tự là duy trì sự tương thích với các thiết bị cáp kim loại hiện có.

## 1.4 Kiến trúc mạng HFC

### 1.4.1 Các đặc điểm cơ bản của mạng HFC



Hình 1.3 Kiến trúc mạng HFC

#### a. Khái niệm:

Mạng HFC (Hybrid Fiber/Coaxial network) là mạng lai giữa cáp quang và cáp đồng trục, sử dụng đồng thời cáp quang và cáp đồng trục để truyền và phân phối tín hiệu. Việc truyền tín hiệu từ trung tâm đến các node quang là cáp quang, còn từ các node quang đến thuê bao là cáp đồng trục.

Mạng HFC bao gồm 3 mạng con (segment) gồm:

- Mạng truyền dẫn (Transport segment)
  - Mạng phân phối (Distribution segment)
  - Mạng truy nhập (Access segment)
- ❖ Mạng truyền dẫn bao gồm hệ thống cáp quang và các Hub sơ cấp, nhiệm vụ của nó là truyền dẫn tín hiệu từ headend đến các khu vực xa. Các Hub sơ cấp có chức năng thu/phát quang từ/đến các node quang và chuyển tiếp tín hiệu quang tới các Hub khác.
  - ❖ Mạng phân phối tín hiệu bao gồm hệ thống cáp quang, các Hub thứ cấp và các node quang. Tín hiệu quang từ các Hub sẽ được chuyển thành tín hiệu điện tại các node quang để truyền đến thuê bao. Ngược

lại trong trường hợp mạng 2 chiều, tín hiệu điện từ mạng truy nhập sẽ được thu tại node quang và chuyển thành tín hiệu quang để truyền đến Hub về headend.

- ❖ Mạng truy nhập bao gồm hệ thống cáp đồng trục, các thiết bị thu phát cao tần có nhiệm vụ truyền tải các tín hiệu cao tần RF giữa node quang và các thiết bị thuê bao. Thông thường bán kính phục vụ của mạng con truy nhập tối đa khoảng 300m.

#### **b. Hoạt động của mạng:**

Tín hiệu Video tương tự cũng như số từ các nguồn khác nhau như: Các bộ phát đáp vệ tinh, nguồn quảng bá mặt đất, Vi deo sever được đưa tới headend trung tâm. Tại đây tín hiệu được ghép kênh và truyền đi qua Ring sợi đơn mode (SMF). Tín hiệu được truyền từ headend trung tâm tới thông thường là 4 hoặc 5 Hub sơ cấp. Mỗi Hub sơ cấp cung cấp tín hiệu cho khoảng hơn 150.000 thuê bao. Có khoảng 4 hoặc 5 hub thứ cấp và headend nội hạt, mỗi hub thứ cấp chỉ cung cấp cho khoảng 25000 thuê bao. Hub thứ cấp được sử dụng để phân phối phụ thêm các tín hiệu video tương tự hoặc số đã ghép kênh với mục đích giảm việc phát cùng kênh video tại các headend sơ cấp và thứ cấp khác nhau. Các kênh số và tương tự của headend trung tâm có thể cùng được chia sẻ sử dụng trên mạng backbone. Mạng backbone được xây dựng theo kiến trúc Ring sử dụng công nghệ SONET/SDH hoặc một số công nghệ độc quyền. Các đặc điểm của SONET/SDH được định nghĩa cấp tốc độ số liệu chuẩn từ tốc độ OC-1 (51,84 Mb/s)/STM-1 (155,52 Mb/s) tới các tốc độ gấp nguyên lần tốc độ này.

Trong mạng SONET/SDH, tín hiệu Video tương tự được số hoá, điều chế, ghép kênh TDM và được truyền ở các tốc độ khác nhau từ OC-12/STM-4 (622 Mb/s) tới OC-48/STM-16 (2448 Mb/s). ở đây sử dụng kỹ thuật ghép kênh thống kê TDM để tăng độ rộng băng tần sử dụng. Ghép kênh thống kê TDM thực hiện cấp phát động các khe thời gian theo yêu cầu để thực hiện các dịch vụ có tốc độ bit thay đổi qua mạng SONET/SDH. Để giảm chi phí lắp đặt, phần lớn các nhà điều hành CATV lựa chọn sử dụng thiết bị tương thích với chuẩn SONET/SDH, tùy theo các giao diện mạng. Dung lượng node quang được xác định bởi số lượng thuê bao mà nó cung cấp tín hiệu. Node quang có thể là node cỡ nhỏ với khoảng 100 thuê bao hoặc cỡ lớn với khoảng 2000 thuê bao.

### 1.4.2 Ưu nhược điểm của mạng HFC

Sử dụng cáp quang để truyền tín hiệu, mạng HFC sẽ sử dụng các ưu điểm vượt trội của cáp quang so với các phương tiện truyền dẫn khác: Dải thông cực lớn, suy hao tín hiệu rất thấp, ít bị nhiễu điện từ, chống lão hóa và ăn mòn hóa học tốt. Với các sợi quang được sản xuất với công nghệ hiện đại ngày nay, các sợi quang cho phép truyền các tín hiệu có tần số lên tới hàng ừăm THz ( $10^{14}$  -  $10^{15}$  Hz). Đây là dải thông tín hiệu vô cùng lớn, có thể đáp ứng mọi yêu cầu dải thông đường truyền mà không một phương tiện truyền dẫn nào khác có thể có được.

- Tín hiệu quang truyền trên sợi quang hiện nay chủ yếu nằm trong 2 cửa sổ bước sóng quang là 1310 nm và 1550 nm. Đây là 2 cửa sổ có suy hao tín hiệu rất nhỏ: 0,3 dB/km với bước sóng 1310 nm và 0,2 dB/km với bước sóng 1550 nm. Trong khi đó với một sợi cáp đồng trục loại suy hao thấp nhất cũng phải mất 43 dB/km tại tần số 1 GHz.

- Tín hiệu truyền trên sợi cáp là tín hiệu quang, vì vậy không bị ảnh hưởng bởi các nhiễu điện từ từ môi trường dẫn đến đảm bảo được chất lượng tín hiệu trên đường truyền. Được chế tạo từ các chất trung tính là Plastic và thủy tinh, các sợi quang là các vật liệu không bị ăn mòn hóa học dẫn đến tuổi thọ của sợi cao.

- Có khả năng dự phòng trong trường hợp sợi quang bị đứt.

Trước đây các mạng con truy nhập thường sử dụng các thiết bị tích cực là các bộ khuếch đại tín hiệu nhằm bù suy hao cáp để truyền tín hiệu đi xa. Theo kinh nghiệm của các nhà điều hành mạng cáp của châu Âu và châu Mỹ, trục trặc của mạng truyền hình cáp phần lớn xảy ra do các bộ khuếch đại và các thiết bị ghép nguồn cho chúng. Các thiết bị này nằm rải rác trên mạng, vì thế việc định vị, sửa chữa thông thường không thể thực hiện nhanh được nên ảnh hưởng đến chất lượng phục vụ khách hàng của mạng. Với các mạng truy nhập đồng trục, khi cung cấp dịch vụ 2 chiều, các bộ khuếch đại cần tích hợp phần tử khuếch đại tín hiệu cho các tín hiệu ngược dòng dẫn đến độ ổn định của mạng giảm. Hiện nay xu hướng trên thế giới đang chuyển dần sang sử dụng mạng truy nhập thụ động, tại đó không sử dụng bất cứ một thiết bị tích cực nào nữa, mà chỉ còn các bộ chia tín hiệu, các bộ ghép định hướng và các bộ trích tín hiệu thụ động. Một mạng HFC chỉ sử dụng các thiết bị cao tần thụ động được gọi là mạng HFC thụ động HFPC (Hybrid Fiber/Passive Coaxial) như thể hiện trong hình 1.4. Sử dụng mạng truy nhập thụ động hoàn toàn

sẽ tạo ra các ưu điểm sau:

- Chất lượng tín hiệu được nâng cao do không sử dụng các bộ khuếch đại tín hiệu mà hoàn toàn chỉ dùng các thiết bị thụ động nên tín hiệu tới thuê bao sẽ không bị ảnh hưởng của nhiễu tích tụ do các bộ khuếch đại.

- Sự cố của mạng sẽ giảm rất nhiều dẫn đến tăng độ ổn định và chất lượng phục vụ mạng vì trục trặc của mạng truyền hình cáp phần lớn xảy ra do các bộ khuếch đại và thiết bị ghép nguồn cho chúng.

- Các thiết bị thụ động đều có khả năng truyền tín hiệu theo 2 chiều vì thế độ ổn định của mạng vẫn cao khi cung cấp dịch vụ 2 chiều.

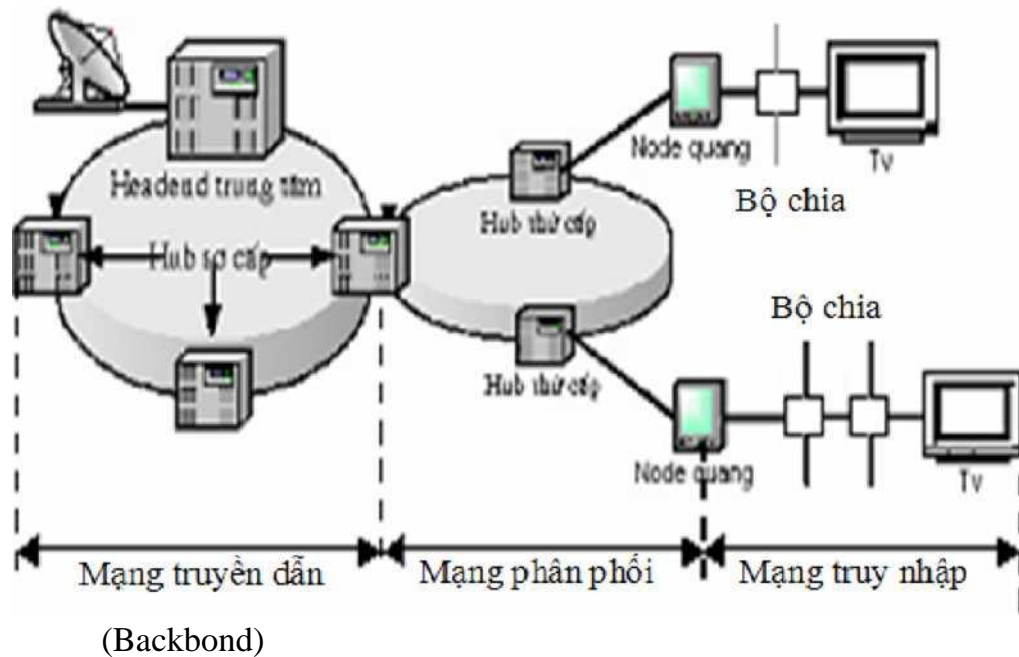
- Sử dụng hoàn toàn các thiết bị thụ động sẽ giảm chi phí rất lớn cho việc cấp nguồn bảo dưỡng, thay thế và sửa chữa các thiết bị tích cực dẫn đến giảm chi phí điều hành mạng.

- Nếu sử dụng mạng đồng trục thụ động, số lượng thuê bao tại một node quang sẽ giảm đi, dẫn đến dung lượng đường truyền cho tín hiệu hướng lên sẽ tăng lên, tạo ra khả năng cung cấp tốt các dịch vụ 2 chiều tốc độ cao cho thuê bao.

Tuy nhiên, mạng truy nhập cáp đồng trục thụ động HFPC cũng có một số nhược điểm sau:

- Do không sử dụng các bộ khuếch đại tín hiệu cao tần, tín hiệu suy hao trên cáp sẽ không được bù dẫn đến hạn chế lớn bán kính phục vụ của mạng.

- Do không kéo cáp đồng trục đi xa, số lượng thuê bao có thể phục vụ bởi một node quang có thể giảm đi. Để có thể phục vụ số lượng thuê bao lớn như khi sử dụng các bộ khuếch đại tín hiệu, cần kéo cáp quang đến gần thuê bao hơn và tăng số node quang dẫn đến tăng chi phí rất lớn cho mạng.



Hình 1.4 Cấu trúc mạng HFPC

### 1.5 Kết luận chương

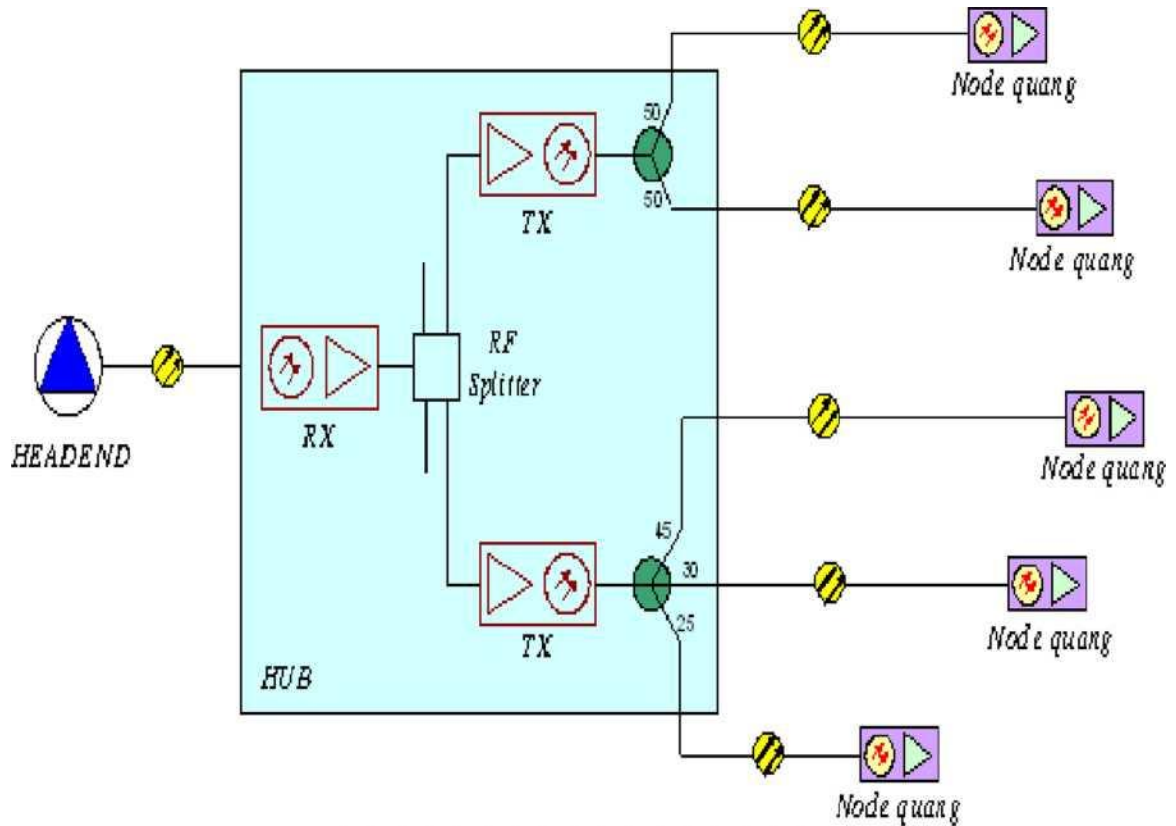
Như đã trình bày ở trên, ưu điểm của mạng này là nhược điểm của mạng kia. Tùy thuộc vào mô hình kinh tế, điều kiện địa lý để áp dụng loại mạng nào cho phù hợp. Nếu xét trong cùng một phạm vi phục vụ, mạng HFPC yêu cầu số lượng node quang lớn hơn mạng HFC. Vì vậy:

- Trong điều kiện mạng quang đã có sẵn, nên chọn phương án xây dựng mạng HPFC nhằm mục đích giảm chi phí đầu tư cho mạng đồng trục, đẩy nhanh tốc độ triển khai mạng, nâng cao chất lượng tín hiệu và hiệu quả khai thác.
- Trong điều kiện mạng quang còn hạn hẹp, nên chọn phương án xây dựng mạng HFC. Khi đó, để đẩy nhanh tốc độ mở rộng mạng phải vượt dài mạng đồng trục bằng cách sử dụng các bộ khuếch đại cao tần.





Đối với tình hình nước ta hiện nay thì cấu trúc mạng HFC hợp lý hơn vì ở Việt Nam mạng truyền hình cáp vẫn đang còn mới mẻ, mạng mới được đưa vào sử dụng trong khoảng thời gian ngắn nên cơ sở hạ tầng còn thiếu thốn. Hệ thống mạng hầu như phải kéo mới nên để giảm chi phí lắp đặt cho cả nhà khai thác lẫn các thuê bao thì mạng HFC là hợp lý nhất.

## CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ TRUYỀN DẪN VÀ TRUY NHẬP TRONG MẠNG HFC

### 2.1 Công nghệ truyền dẫn quang trong mạng HFC



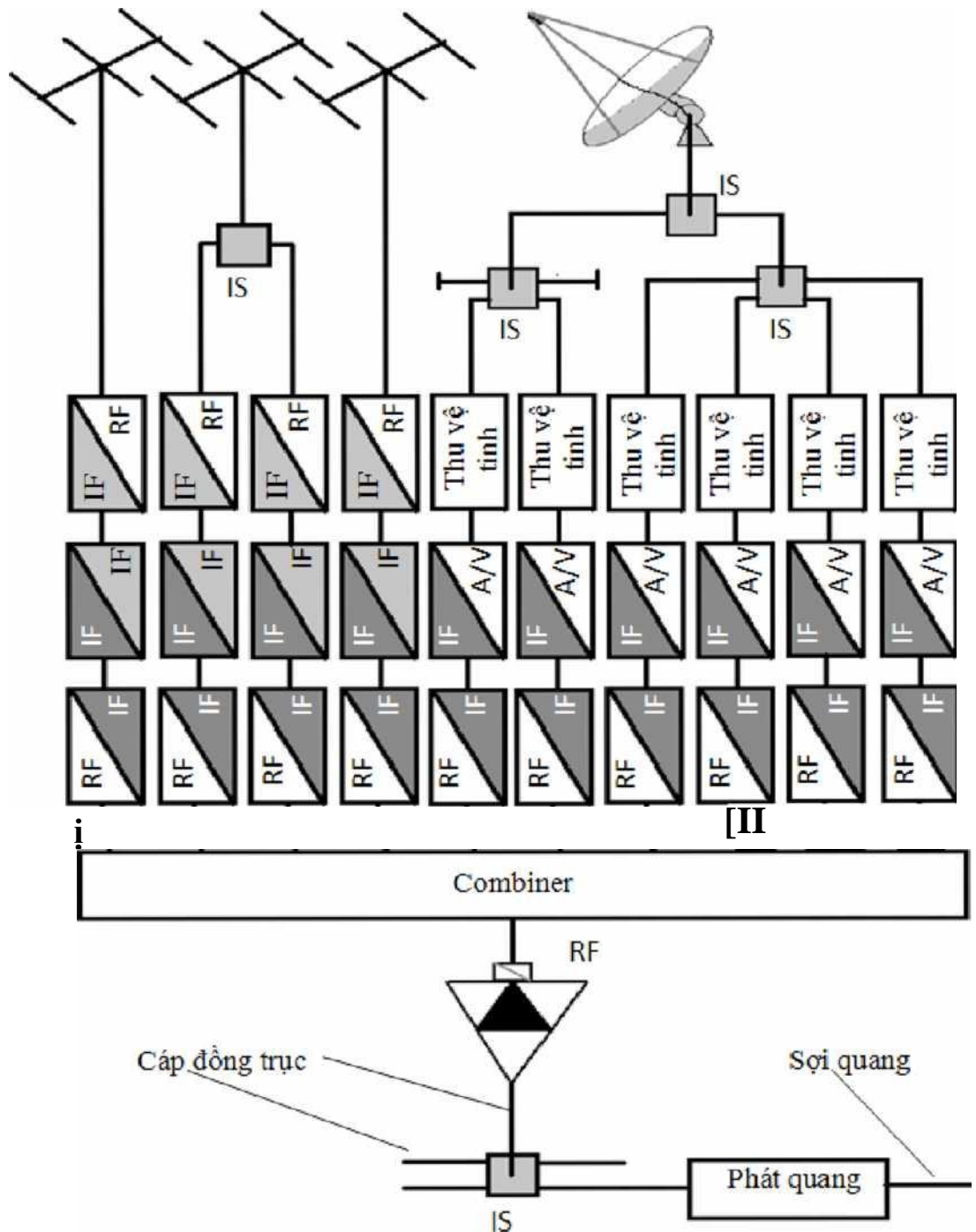
Chú thích:

-  : Head end
-  : Máy thu quang Rx
-  : Máy phát quang Tx
-  : Bộ chia quang theo tỷ lệ %
-  : Node quang
-  : Cáp quang

Hình 2.1 Cấu trúc mạng truyền dẫn tín hiệu quang đơn giản

2.1.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Headend

2.1.1.1 Sơ đồ khối cơ bản của headend



Hình 2.2 Trung tâm Headend



1. Khối thu tín hiệu vệ tinh là khối có chức năng chuyển đổi từ tín hiệu vệ tinh (là hai tín hiệu audio và video tách biệt) có tần số cao xuống tín hiệu trung tần (IF) của hệ thống truyền hình cáp (gọi là bộ downconverter).

2. Khối RF/IF là khối chuyển đổi từ tín hiệu cao tần (RF) của truyền hình quảng bá lên tín hiệu trung tần (IF) của hệ thống truyền hình cáp (hay còn gọi là bộ upconverter).

3. Khối IF/IF là bộ lọc trung tần có chức năng lọc đúng tần số của kênh truyền hình cần thu.

4. Khối IF/RF là khối chuyển đổi từ tín hiệu trung tần lên tín hiệu cao tần trong dải tần của hệ thống truyền hình cáp để ghép kênh và truyền lên mạng đến thuê bao.

5. Khối combiner là khối kết hợp kênh hay còn gọi là khối ghép kênh nó có chức năng ghép các kênh truyền hình thu được từ truyền hình quảng bá và từ vệ tinh vào một dải tần đường xuống (65MHz ~ 862MHz) của hệ thống truyền hình cáp theo phương thức ghép kênh theo tần số (FDM).

6. Khuếch đại RF là bộ khuếch đại tín hiệu cao tần trước khi đưa vào bộ chia tín hiệu cao tần để vào máy phát.

7. Máy phát quang có chức năng chuyển đổi từ tín hiệu điện thành tín hiệu quang và ghép nó vào sợi quang để truyền đi.

### **2.1.1.2 Nguyên lý hoạt động của Headend**

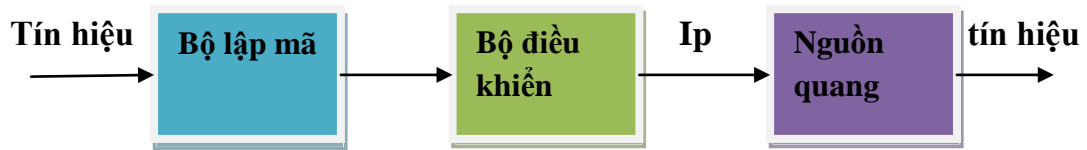
Các chương trình quảng bá mặt đất (VTV1, VTV2, VTV3, ...) được thu qua các anten VHF (very high frequency), mỗi một kênh truyền hình được thu qua một anten riêng, các kênh truyền hình thu được sau đó đưa vào khối chuyển đổi từ tín hiệu cao tần RF thành tín hiệu trung tần IF (upconverter). Lúc này tín hiệu thu được từ mỗi anten là một dải tần bao gồm kênh tín hiệu cần thu và các kênh tín hiệu khác lọt vào (ví dụ: anten VHF cần thu kênh VTV3 nhưng trong tín hiệu thu được có cả các kênh khác như HTV, VTV2). Tín hiệu trung tần chung này được đưa qua bộ lọc trung tần để lọc lấy kênh tín hiệu cần thu (VTV3). Mỗi bộ lọc trung tần được điều chỉnh để chỉ thu một kênh tín hiệu. Tín hiệu trung tần ra khỏi bộ lọc chỉ có một kênh duy nhất. Các kênh tín hiệu này sẽ được đổi lên tần số RF qua bộ chuyển đổi IF/RF để được tín hiệu RF nằm trong dải tần đường xuống của mạng CATV. Sau đó tín hiệu RF này được đưa vào bộ kết hợp (combiner 16:1) để ghép kênh với các

kênh tín hiệu khác theo phương thức ghép kênh theo tần số (FDM: Frequency Division Multiplexing).

Các tín hiệu vệ tinh được thu qua anten parabol là các tín hiệu truyền hình bao gồm nhiều kênh ghép lại với nhau, để tách các kênh này ra thành các kênh độc lập thì chúng được chia thành nhiều đường bằng các bộ chia vệ tinh. Sau đó mỗi đường sẽ được đưa vào bộ thu vệ tinh (downconverter) để chuyển từ tần số cao thành tần số thấp, tín hiệu ra khỏi bộ thu là tín hiệu A/V. Đây chưa phải là tín hiệu mà CATV cần nên sau đó chúng được đưa vào bộ chuyển đổi A/V thành IF. Tín hiệu ra là tín hiệu IF trộn cả Audio và Video. Tín hiệu trung tần này vẫn là sự kết hợp của nhiều kênh tín hiệu, để lấy ra một kênh theo yêu cầu thì chúng được đưa qua bộ lọc trung tần giống như khi thu các chương trình truyền hình quảng bá và tín hiệu ra là kênh tín hiệu cần thu. Các kênh này tiếp tục được đưa vào bộ chuyển đổi IF/RF để được tín hiệu RF nằm trong dải tần CATV. Sau đó được đưa vào combiner 16:1 để ghép kênh với các kênh truyền hình khác thu từ vệ tinh và các kênh truyền hình quảng bá trong dải tần đường xuống (70MHz ~ 862MHz). Tín hiệu ra là tín hiệu RF đã ghép kênh bao gồm nhiều kênh được ghép lại với nhau. Tín hiệu này đã có thể đưa vào máy thu hình của thuê bao giải mã và xem được, nhưng để truyền đi xa và theo nhiều hướng khác nhau thì nó được đưa vào bộ khuếch đại để khuếch đại lên sau đó chia ra bằng bộ chia tín hiệu cao tần (bộ chia ký hiệu ISV hoặc IS). Tín hiệu sau bộ chia mỗi đường được đưa vào một máy phát quang, tại đây tín hiệu RF được chuyển thành tín hiệu quang và ghép vào sợi quang để truyền đến thuê bao qua mạng HFC.

## 2.1.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của máy phát quang

### 2.1.2.1 Cấu tạo



Hình 2.3 Sơ đồ khối máy phát tín hiệu quang

**Máy phát quang bao gồm 3 khối chính như sau:**

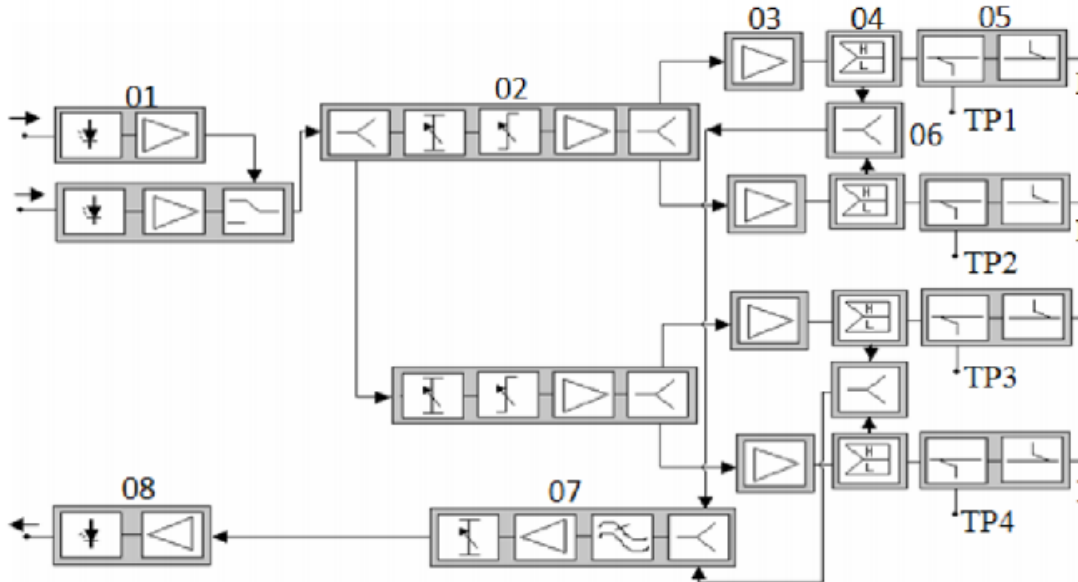
- Bộ lập mã có chức năng chuyển các mã đường truyền khác nhau (RZ, NRZ, AMI...) thành mã đường truyền thích hợp trên đường truyền quang, thường là mã Manchester.
- Bộ điều khiển có chức năng chuyển tín hiệu vào biểu diễn theo áp thành tín hiệu biểu diễn theo dòng phù hợp với nguồn laser. Vì nguồn laser chỉ làm việc với tín hiệu dòng.
- Nguồn quang trong trường hợp này dùng nguồn laser loại phân bố phản hồi (DFB) để nâng cao chất lượng tín hiệu.

### 2.1.2.2 Hoạt động của máy phát

Tín hiệu cao tần RF qua bộ lập mã (nếu là tín hiệu số thì nó sẽ được chuyển đổi mã đường truyền hiện tại thành mã đường truyền thích hợp cho đường truyền quang thường là mã Manchester) sau đó tín hiệu được đưa vào bộ điều khiển để chuyển tín hiệu điện áp thành tín hiệu dòng bơm thích hợp cho nguồn laser và nguồn laser có chức năng chuyển tín hiệu điện đó thành tín hiệu ánh sáng và ghép vào sợi quang qua bộ nối.

**2.1.3 Cấu tạo và hoạt động node quang**

**a) Sơ đồ khối của node quang 4 cổng ra**



Hình 2.4 Sơ đồ node quang 4 cổng ra

**b) Cấu tạo node quang bao gồm:**

- (1) Khối thu quang có chức năng thu tín hiệu từ tuyến đến và sau đó chuyển thành tín hiệu cao tần (RF)
- (2) Khối khôi phục tín hiệu: khối này bao gồm các bộ chia tín hiệu, bộ suy hao (pad), bộ khuếch đại, chúng có chức năng lần lượt là chia đều tín hiệu cho các cổng khác, điều chỉnh mức tín hiệu phù hợp với yêu cầu đầu ra và khuếch đại tín hiệu.
- (3) Khối khuếch đại công suất trước khi đưa ra đầu ra.
- (4) Khối Diplexer ba cổng: có chức năng rẽ tín hiệu đường xuống và đường lên. Tín hiệu có đường xuống sẽ đi theo cổng H (High) còn đường lên sẽ theo cổng L (Low).
- (5) Là các bộ rẽ tín hiệu (trích tín hiệu ra) để kiểm tra.
- (6) Là khối kết hợp (Combiner) tín hiệu từ hai cổng theo hướng lên (Hướng trở về trung tâm)

TP (Test Point): là đầu kiểm tra, tại mỗi đầu ra sẽ có một đầu kiểm tra tín hiệu được trích ra bằng khối chia tín hiệu.

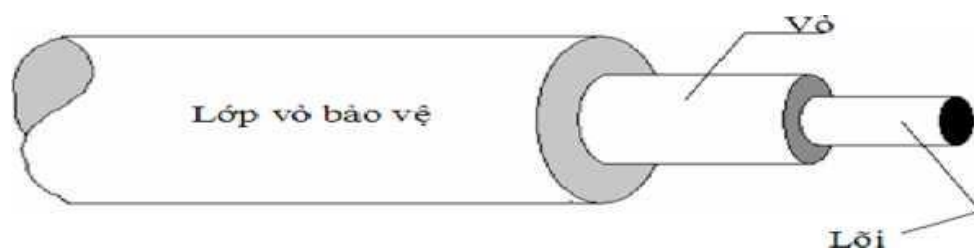
### c) Nguyên lý hoạt động của node quang

Tín hiệu quang tại đầu vào được chuyển thành tín hiệu cao tần (RF) qua điốt quang điện vào bộ khuếch đại, tín hiệu cao tần (RF) được chia đều thành hai hướng vào hai khối tương tự nhau. Tại đây tín hiệu được khôi phục lại nhờ bộ cân chỉnh và khuếch đại lên đưa vào bộ chia, tín hiệu lại tiếp tục được chia thành hai hướng vào bộ khuếch đại công suất trước khi đưa ra cổng. Tín hiệu hướng xuống đi qua khối Diplexer sẽ đi qua cổng H ra cổng ra. Còn tín hiệu cao tần hướng lên (đi từ phía thuê bao) sẽ đi qua cổng L vào khối Combiner và được kết hợp với tín hiệu đến từ các cổng khác qua bộ lọc, bộ lọc sẽ lọc lấy khoảng tín hiệu trong băng tần hướng lên (5 MHz÷65MHz) sau đó được khuếch đại và được đưa vào khối phát quang. Tại đây tín hiệu cao tần (RF) sẽ được chuyển thành tín hiệu quang qua điốt điện quang để truyền về trung tâm trên các sợi cáp hướng lên.

### d) Chức năng node quang

Chức năng chính của node quang là chuyển đổi tín hiệu quang thành tín hiệu cao tần (RF) và ngược lại. Đồng thời nó cũng khuếch đại tín hiệu và cân chỉnh lại tín hiệu tương tự như tín hiệu tại máy phát. Vì tín hiệu khi truyền trên sợi quang bị suy hao và các xung bị giãn ra do hiện tượng tán sắc của sợi quang mà đặc biệt là truyền trên sợi đơn mode nên sự ảnh hưởng này lại càng lớn. Chúng làm suy giảm chất lượng tín hiệu vì vậy cần cân chỉnh và khuếch đại. Tín hiệu vào của node quang nằm trong khoảng -2.5dBm ÷ +2dBm và tín hiệu ra thông thường của một node quang trong khoảng 108dBμV. Khoảng bước sóng hoạt động là từ 1270÷1550nm, trong truyền hình cáp dùng cửa sổ quang 1310nm để có suy hao trên sợi quang thấp.

#### 2.1.4 Cấu tạo và dạng sợi quang



Hình 2.5 Cấu tạo sợi quang

Để truyền lan được ánh sáng, một sợi quang cơ bản có cấu tạo như hình 2.5. Mặc dù trên thực tế, sợi quang có thể có nhiều lớp nhưng chỉ có hai lớp cơ bản là lớp lõi (core) và lớp vỏ (cladding) đóng vai trò quan trọng trong quá trình truyền lan

ánh sáng. Cả lớp lõi và lớp vỏ được chế tạo từ thủy tinh Silic, tuy nhiên chúng có chiết suất khác nhau, lõi có chiết suất lớn hơn vỏ để đảm bảo điều kiện phản xạ để có thể duy trì việc truyền lan ánh sáng bên trong lõi sợi quang. Chênh lệch chiết suất giữa lớp lõi và lớp vỏ thường khoảng một vài phần trăm. Hầu hết các loại sợi quang đều có đường kính lớp vỏ khoảng 125 $\mu\text{m}$ . Bên ngoài lớp vỏ này thường là một vài lớp bọc bảo vệ để tránh sự tác động cơ học vào sợi gây biến đổi các đặc tính cơ lý của sợi.

#### 2.1.4.1 Sợi quang đơn mode, đa mode

Khi ánh sáng truyền lan bên trong lõi của một sợi quang phụ thuộc vào hệ số khúc xạ của lõi (hệ số khúc xạ là hằng số hoặc thay đổi), có thể có các phân bố trường điện từ khác nhau qua mặt cắt của sợi. Mỗi một phân bố thường thỏa mãn phương trình Maxvwell và các điều kiện biên tại mặt phân cách lõi-vỏ được gọi là một mode quang (Transverse mode). Các mode khác nhau truyền lan dọc trên sợi quang ở các vận tốc khác nhau. Sợi quang cho phép lan truyền chỉ một mode duy nhất được gọi là sợi quang đơn mode (single mode fiber). Sợi quang cho phép truyền lan nhiều mode đồng thời được gọi là sợi quang đa mode (Multimode fiber).

Điều mấu chốt trong việc thiết kế, chế tạo sợi để truyền đơn mode là đường kính lõi sợi phải nhỏ, xuất phát từ mối quan hệ giữa bước sóng cắt của sợi với đường kính lõi. Bước sóng cắt  $\lambda_c$  là bước sóng mà trên sợi chỉ có một mode được truyền và được tính như sau:

$$\lambda_c = \frac{2\lambda a}{V} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

trong đó :

$V = 2,405$  đối với sợi có chiết suất bậc (SI fiber)

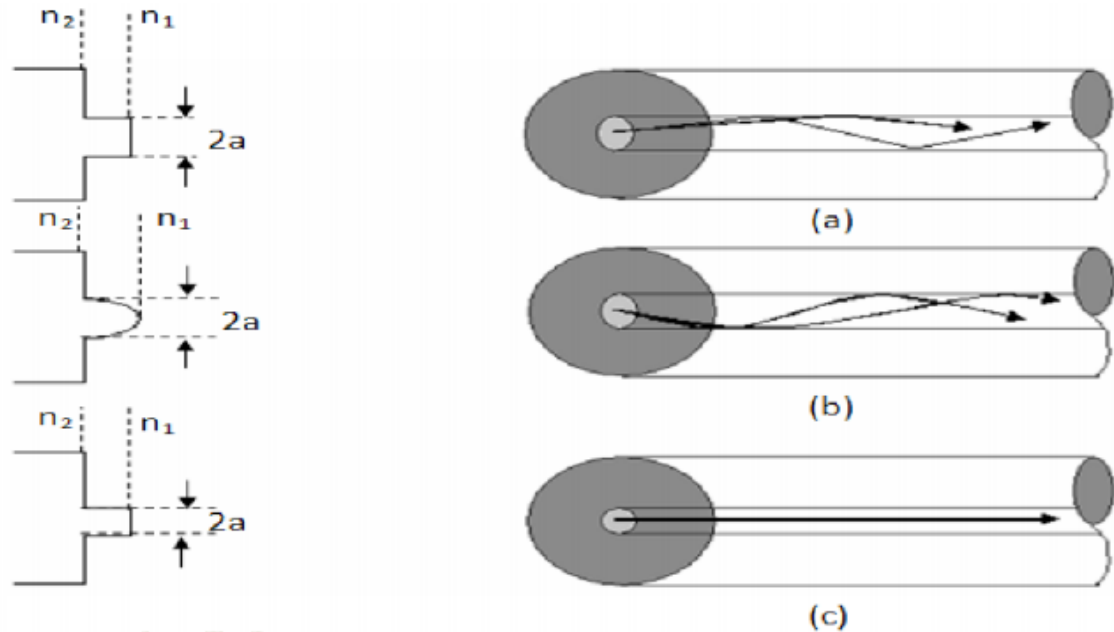
$A[\mu\text{m}]$ : là bán kính lõi

$n_1$  : chiết suất của lõi

$n_2$ : chiết suất vỏ

Khi đường kính lõi của sợi đơn mode không lớn hơn nhiều so với bước sóng thì sẽ có một sự phân chia công suất đáng kể ở lớp vỏ. Vì thế cần phải định nghĩa một tham số khác được gọi là đường kính trường mode (Mode Field Diameter). Một

cách trực giác, đó chính là độ rộng của trường mode. Đặc biệt, đường kính trường mode chính là trung bình bình phương độ rộng của trường nếu phân bố trường theo Gauss. Khi phân bố trường không phải dạng Gauss thì có nhiều cách định nghĩa đường kính trường mode .



Hình 2.6 Mặt cắt và các tia sáng truyền trong (a) sợi đa mode chiết suất phân bậc, (b) sợi đa mode chiết suất Gradient và (c) sợi đơn mode chiết suất phân bậc

### 2.1.4.2 Suy hao và tán sắc trên sợi quang

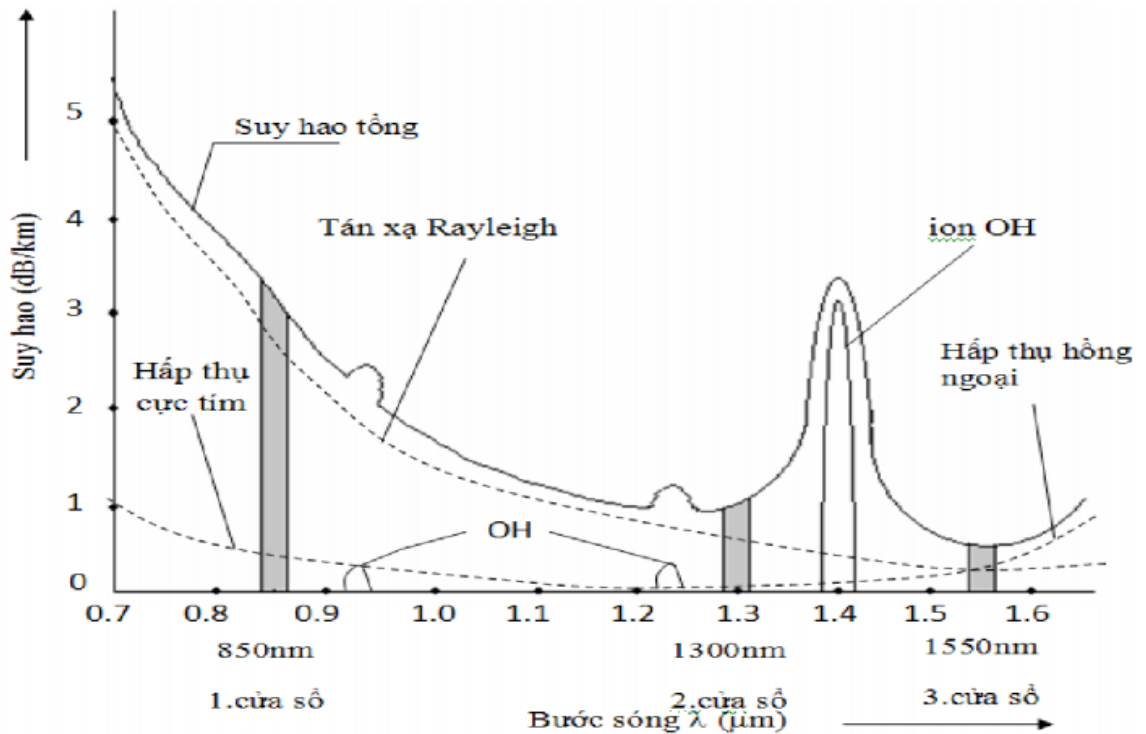
#### ❖ Các nguyên nhân gây suy hao

Có 4 nguyên nhân gây nên suy hao sợi quang như sau :

##### a) Suy hao do sự hấp thụ của vật liệu

Ánh sáng truyền lan trong sợi quang bị hấp thụ do các vật liệu sợi và được biến đổi thành nhiệt gây nên suy hao mà không lọt ánh sáng ra ngoài. Có hai dạng suy hao hấp thụ vật liệu cơ bản là suy hao do bản thân sợi quang và suy hao do có tạp chất trong thủy tinh chế tạo sợi quang. Suy hao do bản thân vật liệu sợi là do các cộng hưởng nguyên tử của vật liệu sợi. Trên hình 2.7 cho chúng ta thấy sự hấp thụ xảy ra ở cả hai miền hồng ngoại và cực tím. Sự hấp thụ không phải do bản thân vật liệu chế tạo sợi gây ra bởi các cộng hưởng nguyên tử của các thành phần khác còn gọi là tạp chất như các ion kim loại, ion Hydroxyn và các liên kết OH mà tần số cộng hưởng cơ bản của nó ở bước sóng  $2.8\mu\text{m}$ . Do liên kết OH có thể hấp thụ ánh sáng tại tần số cộng hưởng và các sóng hài, do đó có nhiều đỉnh hấp thụ tại các

bước sóng  $2.8/(n + 1) \mu\text{m}$ , ví dụ như ở  $0.93\mu\text{m}$  và  $0.7\mu\text{m}$  (với  $n = 1, 2$  và  $3$ ) như thể hiện ở hình 2.7. Các đỉnh hấp thụ khác như là đỉnh ở  $1.24\mu\text{m}$  là do tác động giữa liên kết OH và  $\text{SiO}_2$ .



Hình 2.7 Suy hao tổng của sợi quang

**b) Suy hao do tán sắc**

Có 4 loại suy hao tán sắc trong sợi quang là Rayleigh, Mie, Brillouin và Raman mà trong đó quan trọng nhất là suy hao do tán sắc Rayleigh. Suy hao do tán sắc Rayleigh tỉ lệ thuận với  $1/\lambda^4$  và được tính như sau:

$$\alpha_R = C_R / \lambda^4 \text{ [dB/km]}$$

Ở đây,  $C_R$  được gọi là hệ số tán sắc Rayleigh. Giá trị thực tế đo được thể hiện ở hình 2.7 và nằm trong khoảng từ  $0.8 \div 1.0 \text{ (dB/km)/}(\mu\text{m})^2$  và là một hàm của chênh lệch chiết xuất giữa lõi với vỏ, đường kính lõi và kiểu của vật liệu. Nói một cách tổng quát, chênh lệch chiết xuất giữa lõi và vỏ càng lớn thì suy hao do tán sắc Rayleigh càng lớn.

Suy hao tổng bao gồm suy hao vật liệu và suy hao do tán sắc Rayleigh được thể hiện như ở hình 2.7 cho thấy có hai cửa sổ thấp ở  $1.3\mu\text{m}$  và  $1.55\mu\text{m}$ . Do vậy hầu hết các nguồn quang thường hoạt động ở các bước sóng đó để có suy hao là nhỏ nhất.



Các tán sắc Rayleigh và Mie là các tán sắc tuyến tính, trong đó công suất một mode của từng loại thiết bị biến thành mode bức xạ bởi tính không đồng nhất của chỉ số chiết xuất (Rayleigh) hoặc tính không đồng nhất của bề mặt dẫn sóng (Mie). Các tán sắc Brillouin và Raman là các tán sắc không tuyến tính, trong đó công suất một mode của từng loại bị biến thành một mode có tần số khác. Tán sắc Brillouin có thể coi như một sự điều chế sóng mang ánh sáng bởi sự dao động phân tử nhiệt, tần số của ánh sáng bị điều chế sẽ bị dịch lên hoặc dịch xuống so với tần số sóng mang vốn có. Tán sắc Raman giống như tán sắc Brillouin. Thực tế, cả hai tán sắc Brillouin và Raman cần công suất lớn, thông thường 100mW với Brillouin và 1W với Raman. Vì thế chúng không đáng kể khi công suất được truyền chỉ cỡ vài mW.

### c) Suy hao uốn cong

Tín hiệu trong sợi quang còn chịu suy hao bức xạ tại các điểm uốn cong bởi các mode vi phân được tạo ra. Trong thực tế, suy hao uốn cong không đáng kể trừ khi bán kính uốn cong sợi quá nhỏ, do vậy thường bỏ qua suy hao uốn cong này. Tuy nhiên khi tuyến truyền dẫn quang dài và có nhiều điểm uốn cong thì suy hao do uốn cong có thể đáng kể. Khi đó cần sử dụng các sợi có đường kính trường mode nhỏ hơn để giảm suy hao uốn cong.

### d) Suy hao do ghép nối và mối hàn

Tín hiệu quang còn bị suy hao tại điểm kết nối giữa hai sợi bằng bộ ghép nối hoặc mối hàn. Suy hao này gây ra bởi nhiều nguyên nhân sau đây:

- Suy hao bởi các yếu tố bên ngoài:

- + Không đồng tâm giữa hai lõi sợi
- + Mặt cắt sợi bị nghiêng
- + Có khe hở giữa hai đầu sợi được nối với nhau
- + Bề mặt đầu sợi không phẳng

- Suy hao bởi các yếu tố nội tại:

- + Lõi sợi bị elip
- + Không tương thích về chiết xuất
- + Không đồng nhất về đường kính trường mode

Thông thường suy hao nối ghép khoảng 0.2dB và suy hao mỗi nối khoảng 0.05dB.

#### ❖ Tán sắc sợi quang

Nếu một xung quang có chứa các thành phần tần số khác nhau và các mode truyền lan khác nhau thì các trễ truyền lan khác nhau của các thành phần này sẽ làm xung bị giãn rộng và chồng lấn lên nhau ở cuối sợi quang.

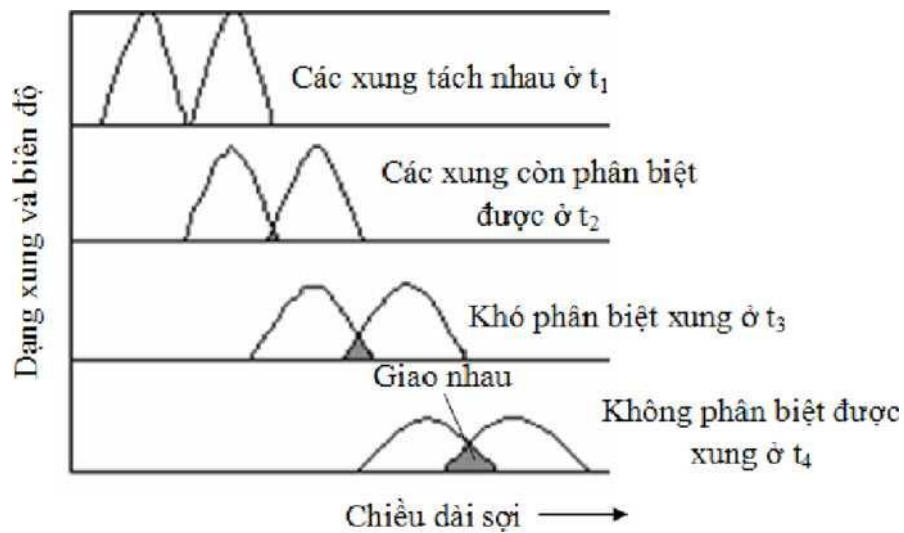
Tổng quát, có ba loại tán sắc sợi như sau:

- Tán sắc vật liệu (Material Dispersion).
- Tán sắc ống dẫn sóng (Waveguide Dispersion).
- Tán sắc mode (Modal Dispersion).

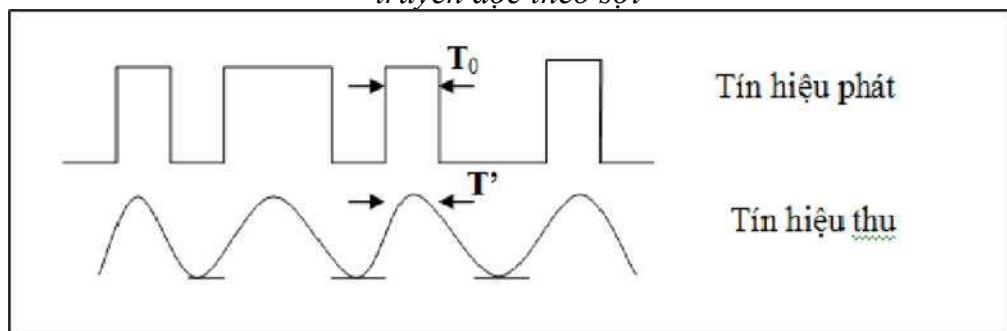
Hai loại tán sắc đầu (tán sắc vật liệu và tán sắc ống dẫn sóng) có thể quy cho sự phụ thuộc tần số của vận tốc truyền lan và gộp chúng lại gọi chung là tán sắc trong mode (intramode) hay còn gọi là tán sắc vận tốc nhóm (Group Velocity Dispersion - GVD). Loại thứ ba (tán sắc mode) được gọi là tán sắc giữa các mode (intermode) do sự phụ thuộc của các vận tốc truyền lan vào các mode truyền lan khác nhau. Từ cách phân loại này, sợi đơn mode chỉ có tán sắc trong mode.

#### ❖ Sự hạn chế do tán sắc

Tương tự như với tán sắc sợi, tán sắc sợi làm hạn chế cự ly truyền cực đại ở một tốc độ bit nhất định được gọi là giới hạn tán sắc và có thể được hiểu như: Khi tín hiệu được truyền đi trên sợi quang đến đầu thu chúng trở nên rộng hơn và chồng lấn lên nhau, nếu khoảng cách truyền dẫn quá lớn thì đến một lúc nào đó ta không thể phân biệt được các xung và không thể tách tín hiệu có ích ra được (thể hiện trong hình 2.8). Sự can nhiễu này trong truyền dẫn số được gọi là can nhiễu giữa các bit và kết quả là làm tăng BER (thể hiện trong hình 2.9 là hình xung số).



Hình 2.8 Sự giãn xung và suy hao của hai xung kề nhau khi chúng được truyền dọc theo sợi



Hình 2.9 Dạng xung phát và thu được

**2.1.4.3 Độ nhạy thu, BER và quỹ công suất**

Do suy hao sợi quang, công suất ánh sáng sẽ bị suy giảm khi lan truyền và suy hao sợi sẽ hạn chế cự ly liên lạc và tốc độ bit. Giới hạn suy hao đó có thể được thấy rõ thông qua khái niệm độ nhạy thu và quỹ công suất.

**a) Độ nhạy thu**

Trong mỗi hệ thống viễn thông, một công suất thu tối thiểu cần thiết phải có để đạt được các đặc tính nhất định, công suất thu tối thiểu đó được gọi là độ nhạy thu. Nếu công suất tín hiệu thu được thấp hơn công suất tối thiểu cần thiết thì hệ thống sẽ không thoả mãn các chỉ tiêu kỹ thuật hoặc thậm chí có thể không làm việc được.

**b) BER của truyền dẫn số**

Trong truyền dẫn số, phẩm chất được đánh giá dựa trên thông số BER mà nó là phần trăm các bit lỗi thu được. Một nguyên nhân cơ bản gây ra các bit lỗi

$$BER = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{SNR}^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = Q(\sqrt{SNR}) \approx \frac{1}{\sqrt{2\pi SNR}} e^{-\frac{SNR}{2}}$$

chính là tạp âm. Công suất tín hiệu càng lớn hơn công suất tạp âm thì BER càng nhỏ. Từ kết quả các nghiên cứu, BER đối với các tạp âm trắng phân bố Gauss (chính là tạp âm nhiệt) được tính như sau:

Với tỉ số tín hiệu trên tạp âm  $SNR \gg 1$ .

Nếu BER yêu cầu nhỏ hơn  $10^{-9}$  thì SNR sẽ phải ít nhất là 36 lần tức là 16dB. Vì vậy, với một công suất tạp âm tổng cộng đã cho của hệ thống, độ nhạy thu sẽ phải gấp 36 lần công suất tạp âm.

### c) Quỹ công suất

Quỹ công suất được định nghĩa là hiệu số giữa mức công suất phát và công suất thu cần thiết và được tính theo công thức:

$$B_p = \frac{P_{tx}}{P_{min}}$$

Hoặc

$$B_D[\text{dB}] = P_{Tx}[\text{dBm}] - P_{Rxmin}[\text{dBm}]$$

Với:  $P_{Tx}[\text{dBm}]$ : là công suất phát

$P_{Rxmin}[\text{dBm}]$ : là công suất thu tối thiểu cần thiết (độ nhạy thu)

Như vậy, suy hao tổng cộng trên đường truyền phải thấp hơn quỹ công suất. Trong sợi quang, suy hao được tính theo dB/km. Nếu một sợi quang có độ dài  $L[\text{km}]$  và có suy hao  $\alpha_{sợi}[\text{dB/km}]$  thì suy hao tổng cộng của sợi là  $\alpha_{sợi} \cdot L[\text{dB}]$ . Vì vậy ta cần có:

$$\alpha_{sợi} \cdot L + \alpha_{ghép\ nói} \cdot N + A_{loss} \leq \text{Quỹ công suất}$$

Trong đó:

$\alpha_{\text{sợi}}$  [dB/km]: là suy hao sợi

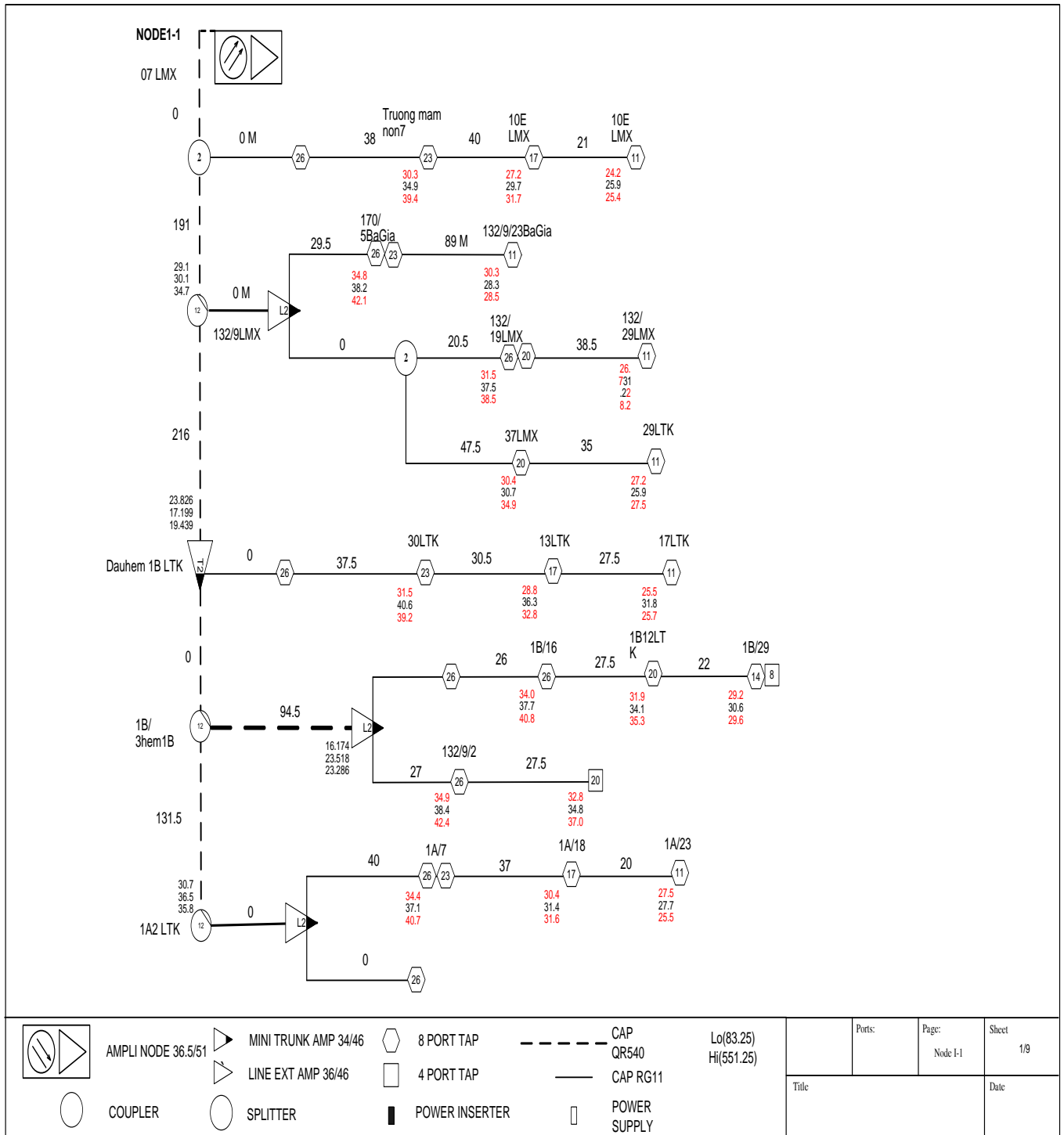
$\alpha_{\text{ghép nối}}$  [dB/mỗi hàn]: là suy hao mỗi ghép nối N:

là tổng số điểm ghép nối trên tuyến truyền dẫn

$A_{\text{loss}}$  [dB]: là các suy hao khác

Quỹ công suất có thể được cải thiện bằng một số cách, ví dụ như: có thể tăng  $P_{\text{Tx}}$  bằng cách tăng công suất ra của laser hoặc giảm  $P_{\text{Rxmin}}$  bằng các bộ tách sóng quang dạng thác lũ (Avalanche Photodetector). Quỹ công suất còn có thể tăng lên bằng cách sử dụng các bộ khuếch đại quang mà chúng có thể rất quan trọng trong các hệ thống thông tin xuyên đại dương bởi ở các hệ thống này thì suy hao là yếu tố vô cùng quan trọng ảnh hưởng đến hệ thống.

2.1 Công nghệ truyền dẫn đồng trục trong mạng HFC



Hình 2.10 Mô hình truyền dẫn đồng trục trong mạng HFC

### 2.2.1 Cáp đồng trục

Cáp đồng trục được sử dụng rộng rãi cho việc phân phối tín hiệu các chương trình truyền hình. Hình 2.11 vẽ sơ đồ cấu trúc cáp đồng trục sử dụng trong CATV



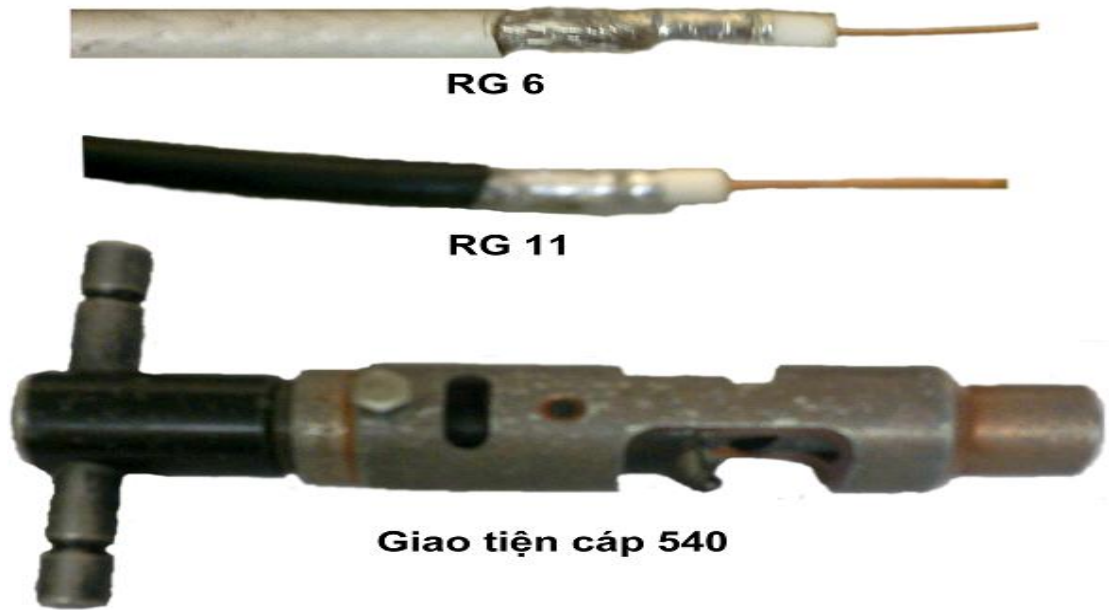
Hình 2.11 Cấu tạo cáp đồng trục

Phần lõi của dây dẫn trong thường làm bằng đồng với điện trở nhỏ thuận lợi cho việc truyền dòng điện cường độ cao. Lớp vỏ ngoài cáp và phần lõi trong thường làm bằng nhôm. Vật liệu giữa hai lớp nhôm thường là nhựa. Giữa lõi và phần ngoài có các túi không khí để giảm khối lượng và ừánh thấm nước. Ngoài cùng là một lớp vỏ bọc chống các tác động cơ học.

Đường kính tiêu chuẩn của cáp là 0.5; 0.75; 0.85 và 1 inch, trở kháng đặc tính của cáp thường là 75Ω. Tín hiệu sẽ bị suy giảm khi truyền theo chiều dài của cáp. Lượng suy giảm phụ thuộc vào đường kính cáp, tần số, hệ số sóng đứng và nhiệt độ.

Có ba loại cáp đồng trục khác nhau được sử dụng trong mạng cáp phân phối:

- + Cáp trung kế ( QR-540)
- + Cáp fidor (RG-11)
- + Cáp thuê bao ( RG-6)



Hình 2.12 Các loại cáp đồng trục

### 2.2.1.1 Các thông số của cáp đồng trục

#### ❖ Suy hao do phản xạ

Suy hao do phản xạ là đại lượng được đo bằng độ khác biệt của trở kháng đặc tính cáp so với giá trị danh định. Nó bằng tỷ số giữa công suất tới trên công suất phản xạ:

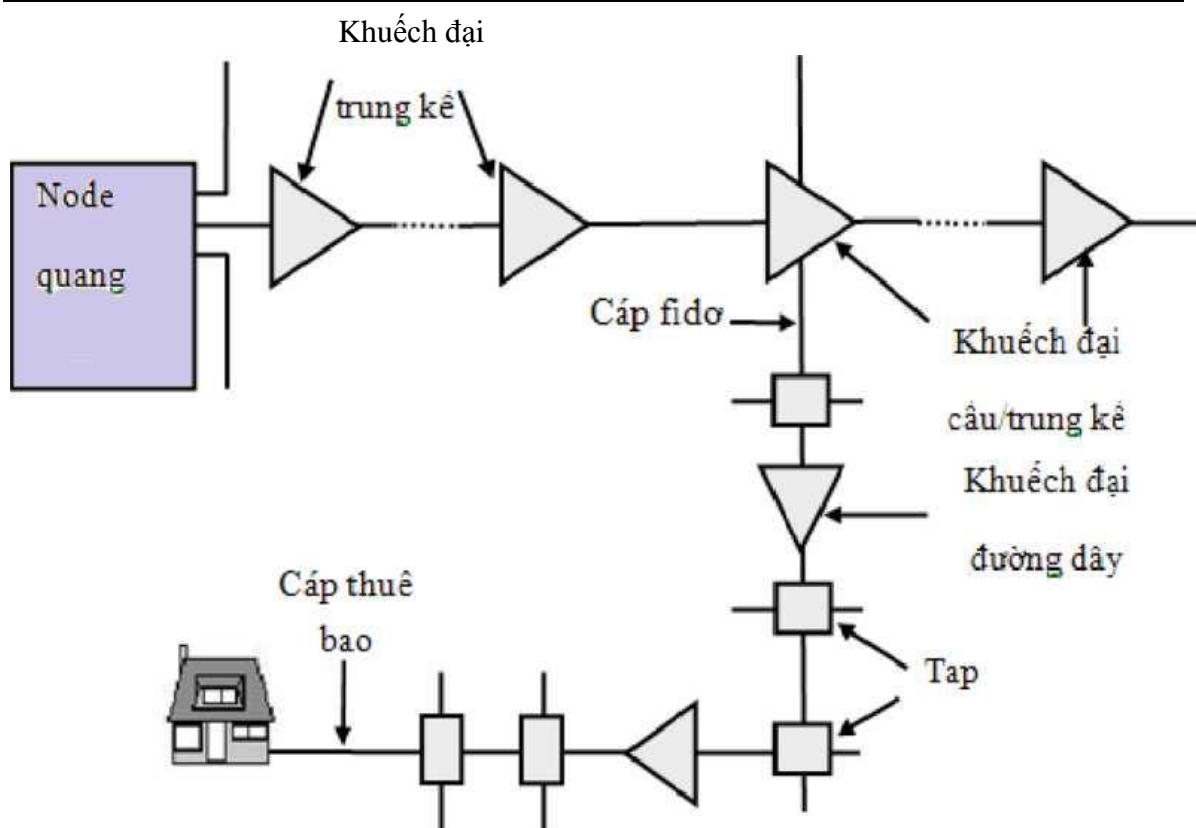
$$L_r[\text{dB}] = 10 \log \frac{P_t}{P_r} [\text{dB}]$$

Khi trở kháng thực hiện càng gần với giá trị danh định, công suất phản xạ càng nhỏ và suy hao phản xạ càng nhiều. Khi phối hợp lý tưởng ta có  $p_r = 0$ . Tuy nhiên, trong thực tế giá trị  $L_r$  vào khoảng  $28\text{dB} \div 32\text{dB}$ . Nếu suy hao phản xạ quá nhỏ, phản hồi sẽ xuất hiện trên đường dây và sẽ tạo nên tín hiệu có tiếng ù.

#### ❖ Trở kháng vòng

Công suất từ các bộ khuếch đại bù lại suy giảm trên đường truyền thường được cung cấp bởi dòng một chiều/ xoay chiều điện áp thấp truyền trong cáp theo tần số RF. Do mức điện áp thấp, thông thường khoảng 45 V, trở kháng vòng (trở kháng phối hợp của dây dẫn trong và ngoài của cáp) là một đặc tính quan trọng. Dòng điện này chảy qua trong toàn bộ thiết diện của cáp, và vì vậy trở kháng của dây dẫn trong đối với nó sẽ cao.





Hình 2.13 Phần cáp đồng trục trong kiến trúc cây và nhánh trong mạng HFC

- Cáp trung kê : Đường kính từ 0.5 ÷ 1 inch dùng truyền tín hiệu bắt đầu từ node quang. Tổn hao truyền dẫn đối với loại cáp 1 inch là 0.89dB/100m ở tần số 50MHz và 3.97dB/100m ở 750MHz .
- Cáp fidor : được sử dụng nối giữa các bộ khuếch đại đường dây và các bộ chia tín hiệu, còn cáp thuê bao có đường kính nhỏ hơn cáp fidor dùng để kết nối từ các bộ chia tới thiết bị thuê bao. Vị trí lắp đặt trong mạng được chỉ trong hình 2.13

### 2.2.2. Các loại bộ khuếch đại

#### ❖ Đặc điểm các bộ khuếch đại

Các bộ khuếch đại đường truyền bù lại suy giảm tín hiệu, chúng đóng vai trò quan trọng khi thiết kế hệ thống. Mỗi bộ khuếch đại có chứa một bộ ổn định để bù lại suy giảm ở các tần số khác nhau. Trong hệ thống truyền hình cáp thường sử dụng bộ khuếch đại cầu. Với trở kháng lớn, tín hiệu từ đường trung chuyển có thể được lấy ra mà không ảnh hưởng đến chất lượng toàn bộ kênh truyền. Yêu cầu đối với bộ khuếch đại là ổn định phải cao do có sự tích lũy độ suy hao của nhiều thành phần mắc nối tiếp :

- Chúng phải làm việc được trên mọi phạm vi dải tần rộng, hệ số khuếch đại phải đạt được giá trị phù hợp tại các miền tần số cao.

- Bộ ổn định có khả năng bù lại suy giảm theo tần số một cách phù hợp.
- Bộ khuếch đại có đặc tuyến tuyến tính cao để tránh xuyên âm.
- Tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại và đặc tuyến tần số để bù lại sự thay đổi do nhiệt độ.
- Tỷ số CNR của riêng một bộ khuếch đại phải đủ lớn để chống được mức nhiễu tầng của các bộ khuếch đại.

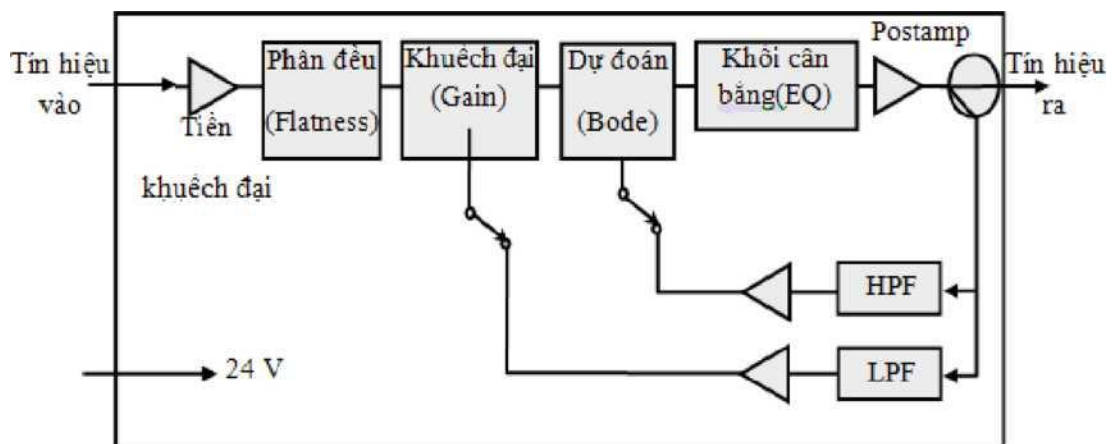
Có ba loại bộ khuếch đại được sử dụng trong mạng CATV HFC tùy thuộc vào vị trí của chúng được nêu trong hình 2.13.

### 2.2.2.1. Bộ khuếch đại trung kế

Được đặt tại điểm suy hao lên tới  $20 \div 22\text{dB}$  tính từ bộ khuếch đại trước đó, mức đầu ra thường khoảng  $30 \div 36\text{dBmV}$ .

#### Ưu điểm:

Mức CNR cao ( $<80\text{dB}$ ) đặc biệt là đối với kênh truyền hình tần số cao ( $>300\text{MHz}$ ). Vì cáp đồng trục khi truyền dẫn tổn hao phụ thuộc nhiều vào tần số nên biên độ tín hiệu Video phát đi cần phải được giữ cân bằng nhằm duy trì sự đồng đều trong toàn vùng phủ tín hiệu RF đã phát. Các bộ giữ cân bằng đường xuống được thiết kế để bù cho các đoạn cáp đồng trục có độ dài cố định. Bằng cách tăng suy hao ở tần số thấp, bộ cân bằng cho phép các bộ khuếch đại trung kế duy trì mức khuếch đại thích hợp với từng khoảng tần số trong phổ tín hiệu truyền dẫn. Ngoài ra, một số bộ khuếch đại trung kế còn được trang bị bộ cân bằng dự đoán trước (Bode Equalizer) để bù tổn hao cáp gây ra do sự thay đổi của nhiệt độ:



Hình 2.14 Sơ đồ khối đơn giản của bộ khuếch đại trung kế

Các bộ khuếch đại trung kế thường dùng mạch tự điều chỉnh hệ số khuếch đại (AGC: Automatic Gain Control). Khoảng điều chỉnh chênh lệch mức khuếch đại thường trong khoảng  $6 \div 10\text{dB}$ . Các khối AGC trong bộ khuếch đại trung kế tách tín hiệu mẫu của các kênh hoa tiêu tại đầu ra bộ khuếch đại, tín hiệu mẫu này thường được dùng để tạo ra mức điện áp phù hợp để điều khiển mức khuếch đại (Gain) và độ dốc (Slope) đặc tuyến của bộ khuếch đại, các tần số hoa tiêu chuẩn khác nhau đối với từng nhà sản xuất. Tất cả các bộ khuếch đại trong truyền hình cáp đều dùng một số mạch khuếch đại đẩy kéo để giảm thiểu hài méo bậc hai.

### 2.2.2.2. Bộ khuếch đại fido

Được sử dụng không chỉ để phát xuống những kênh tín hiệu Video tới các bộ khuếch đại trung kế mà còn chia tín hiệu tới các fido cáp khác nhau (thường là 4 cáp fido). Mức tín hiệu ra thường khoảng  $40 \div 50\text{dBmV}$  (cao hơn  $12\text{dB}$  so với bộ khuếch đại trung kế). Tuy nhiên, đầu ra có méo phi tuyến mức độ cao hơn so với bộ khuếch đại trung kế.

Thông số kỹ thuật:

- Giải tần làm việc :  $5/65\text{MHz}$
- Bộ khuếch đại:  $38\text{dBmV}$
- Mức tín hiệu ra:  $46\text{dBmV}$
- Độ phẳng kênh:  $\pm 0.75\text{db}$
- Noise figure:  $<7\text{db}$
- Number of output: 2
- AC current passing: 7A

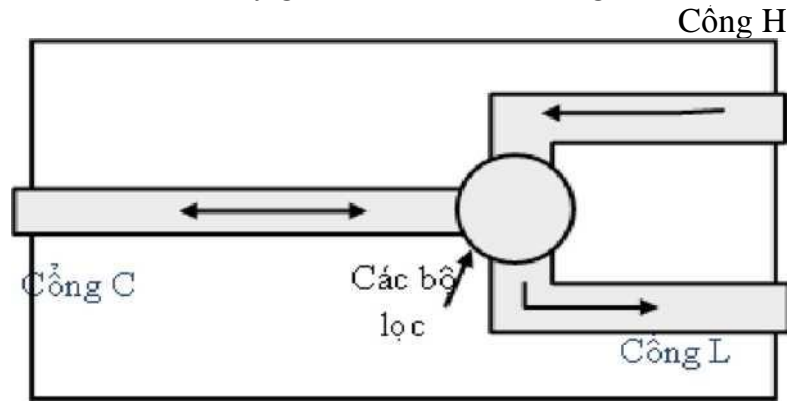
Hình 2.15 Bộ khuếch đại fido



### 2.2.2.3. Bộ khuếch đại đường dây

Khoảng cách giữa các bộ khuếch đại này khoảng  $120\text{m} \div 130\text{m}$ , đặt ở phía gần thuê bao. Để giảm hiệu ứng méo phi tuyến ở tín hiệu Video phát đi cũng như duy trì sự đồng đều trong toàn dải tần tín hiệu, tối đa chỉ sử dụng  $2 \div 4$  bộ khuếch đại đường dây, tùy thuộc vào số lượng Tap (bộ trích tín hiệu) giữa các bộ khuếch đại

đường dây dài rộng. Trong các hệ thống CATV hai chiều có sử dụng một thiết bị đặc biệt là bộ lọc Diplexer (hình 2.14) cho phép tách riêng tín hiệu đường lên và đường xuống. Tại các hệ thống truyền hình cáp tại Bắc Mỹ các kênh tín hiệu đường lên được đặt ở dải tần số 5 ÷ 65MHz. Dải tần số tín hiệu đường xuống là 70 ÷ 862MHz. Diplexer có độ cách ly giữa các dải tần khoảng 60dB.



Hình 2.16 Minh họa đơn giản một diplexer

Diplexer là một thiết bị có ba cổng: cổng H, cổng L, cổng chung C. Đường từ cổng chung C tới cổng thấp L là một bộ lọc thông thấp cho phép tín hiệu đường lên ở băng tần thấp hơn được phát đi. Đường đi từ cổng chung C tới cổng cao H là một bộ lọc thông cao cho phép phát các kênh tín hiệu đường xuống. Trong một bộ khuếch đại đường dây (khuếch đại trung kế và khuếch đại cầu) các tín hiệu đường xuống chuyển qua cổng H, tín hiệu đường lên chuyển qua cổng L.

❖ **CNR của một bộ khuếch đại đơn và nhiều bộ khuếch đại nối tiếp**

Một trong những thông số quan trọng nhất đánh giá hiệu năng truyền dẫn của hệ thống CATV là tỷ số sóng mang trên nhiễu (CNR: Carrier Noise Rate ). CNR của một bộ khuếch đại đơn được tính theo công thức :

$$CNR[dB]=\frac{P_{ra}}{K_b.T.B} - (59.16) - F - G$$

Trong đó:

$P_{ra}[dB\mu V]$ : Là công suất ra của bộ khuếch đại.

$K_b$ : Là hằng số Boltzman( $1,38 \times 10^{-23}$  J/K).

$T[k]$ : Là nhiệt độ Kenvil của bộ khuếch đại.

$G[dB]$ : Là hệ số khuếch đại.

$B[MHz]$ : Là dải tần làm việc.

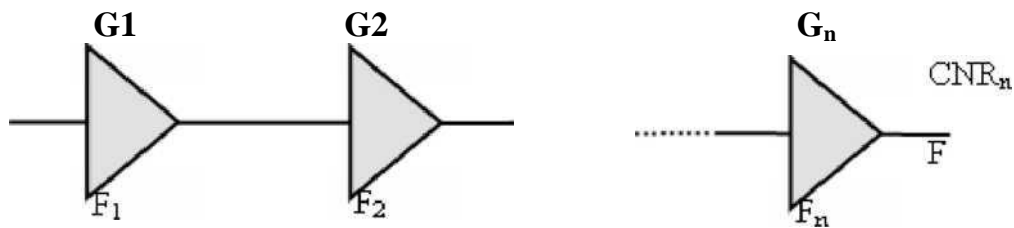
Giá trị (-59.16)dBmV là nhiễu nhiệt trong dải tần 4MHz.

F[dB]: Là tạp âm nhiệt của bộ khuếch đại.

Tạp âm nhiệt thông thường đối với các bộ khuếch đại trung kế thường trong khoảng 7 ÷ 10dB với mức tín hiệu vào là +10dBmV và hệ số khuếch đại là 20dB.

Trong trường hợp có n bộ khuếch đại khác nhau mắc nối tiếp:

Giả sử bộ khuếch đại thứ n có tạp âm nhiệt là  $F_n$  và hệ số khuếch đại là  $G_n$  như trong hình vẽ:



Hình 2.17 Sơ đồ n bộ khuếch đại nối tiếp

Tạp âm nhiệt của toàn bộ hệ thống được tính :

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{G_1 \cdot G_2 \dots G_n}$$

Trường hợp đơn giản nhất là tất cả bộ khuếch đại RF là giống nhau thì CNR của toàn hệ thống là:

$$CNR_n = CNR - 10 \log(n)$$

Ví dụ, nếu một hệ thống CATV có bốn bộ khuếch đại nối tiếp với CNR của mỗi bộ là 56dB thì CNR của toàn hệ thống sau bộ khuếch đại thứ 4 là 50dB.

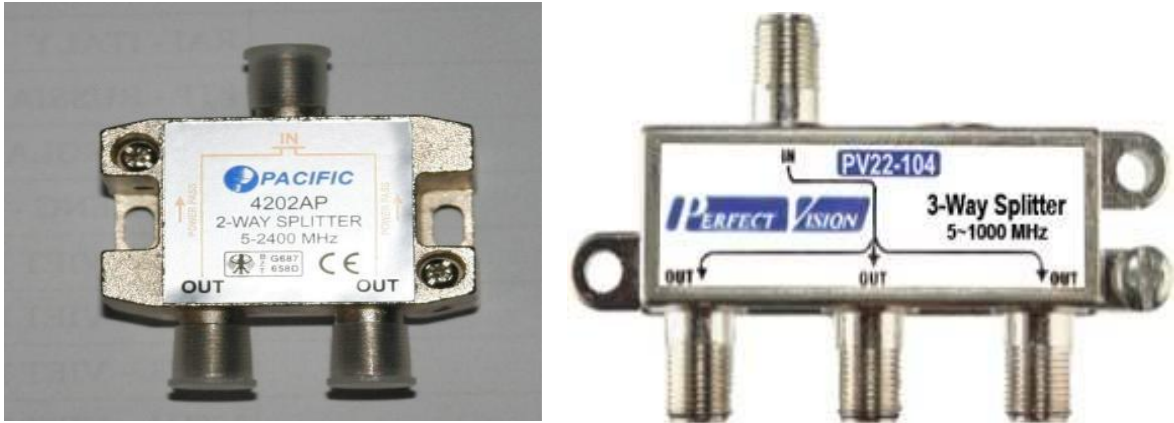
Trường hợp tổng quát CNR<sub>n</sub> của toàn hệ thống gồm các bộ khuếch đại khác nhau được tính theo công thức :

$$CNR_n [dB] = -10 \log [10^{-CNR_1/10} + 10^{-CNR_2/10} + \dots + 10^{-CNR_n/10}]$$

### 2.2.3 Bộ chia và rẽ tín hiệu (Splitter, DC & Tap)

#### 2.2.3.1 Bộ chia – Splitter

Là thiết bị sử dụng trên mạng cáp đồng trục của hệ thống. Chia tín hiệu ra 2 hoặc 3 cổng, cân bằng hoặc không cân bằng.



Hình 2.18 Bộ chia hai và bộ chia ba

#### 2.2.3.2. Bộ chia định hướng - Directioner Coupler(DC)

Là thiết bị sử dụng trên mạng cáp đồng trục của hệ thống. chia tín hiệu đi theo 1 chiều, theo các thông số các cổng ra được quy định theo tiêu chuẩn CATV. Gồm có: DC-8, DC-12 và DC-16



Hình 2.19 Bộ Directioner Coupler P

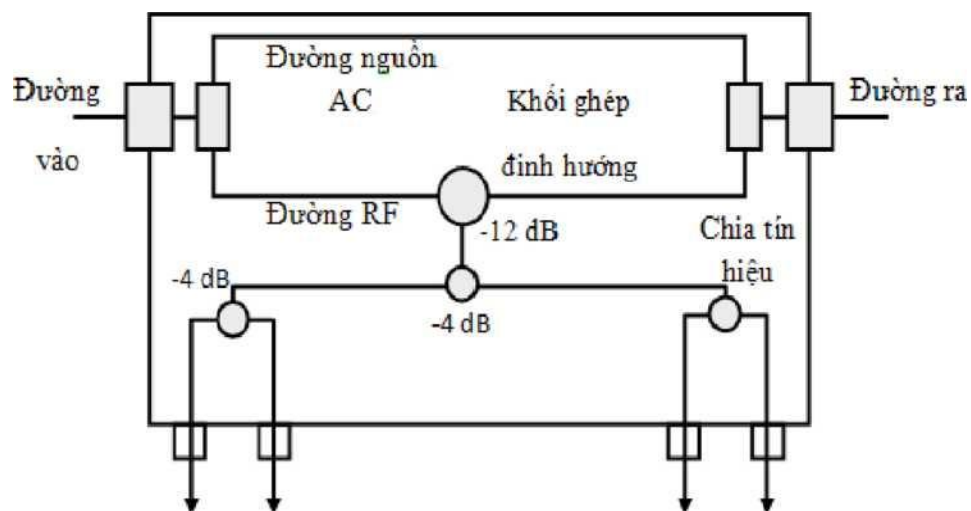


**2.2.3.3. Bộ chia tín hiệu nhiều đường ra – Multi Taps**

Là thiết bị sử dụng để chia tín hiệu từ mạng cáp tới các thuê bao với các thông số được quy định bởi chuẩn CATV. Một Tap điển hình bao gồm một khối ghép định hướng RF và các khối chia công suất.



Hình 2.20 Bộ rẽ tín hiệu Tap-8



Hình 2.21 Sơ đồ khối đơn giản của Tap 4 đường suy hao 20 dB

Khối ghép định hướng rẽ ra một phần năng lượng tín hiệu đầu vào, còn các khối chia công suất (Splitter) chia tín hiệu tới thường là 2,4,8 cổng ra. Công suất tổn hao giữa cổng vào so với cổng ra gọi là suy hao xen (Insertion Loss), còn với các cổng ra khác (cổng rẽ) gọi là suy hao cách ly (Isolation Loss).

Suy hao xen của Tap thường độc lập với tần số và nhiệt độ.

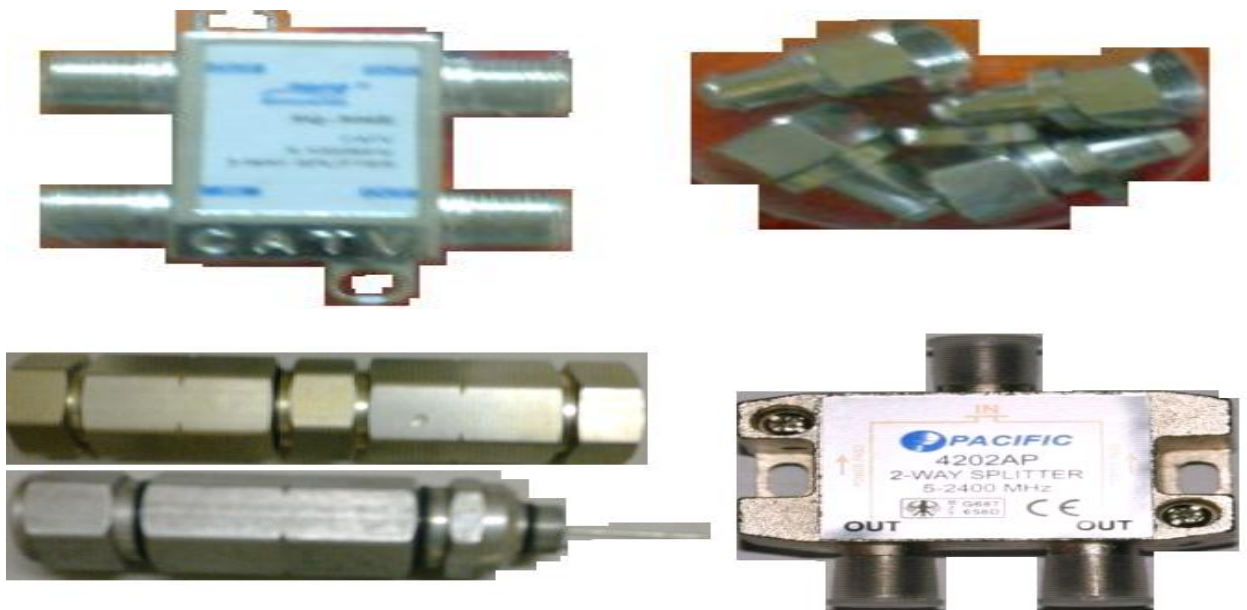
Suy hao cách ly lớn hơn rất quang trọng đối với các hệ thống CATV hai

chiều để ngăn tín hiệu đường lên của một thuê bao này lọt vào tín hiệu đường xuống của thuê bao khác. Thông thường suy hao cách ly vào khoảng 20dB giữa dải tần đường lên và đường xuống.

Tap được đặc trưng bởi giá trị rẽ, được đánh giá bằng tỉ lệ giữa công suất ra và công suất tín hiệu vào. Giá trị rẽ thường trong khoảng  $4 \div 35\text{dB}$ .

#### 2.2.3.4 Đầu nối cáp – Connectors

Là thiết bị sử dụng trên mạng cáp đồng trục của hệ thống, kết nối các loại cáp đồng trục vào các thiết bị như khuếch đại, Splitter, Dc, Multi Taps .... Bao gồm nhiều chủng loại tương thích với các loại cáp khác nhau.



Hình 2.22 Các loại đầu nối cáp

Chủng Loại:

- Pin type connectors: Dùng cho cáp QR 540 và RG 11 đầu nối với thiết bị
- Feed through connectors: Dùng cho cáp RG11 kết nối thiết bị .
- Housing to housing adaptors: dùng kết nối các thiết bị với nhau .
- Splice connectors: dùng kết nối cáp QR 540 với nhau.
- F5 connector: Dùng cho cáp RG 6 và các thiết bị trung tâm.



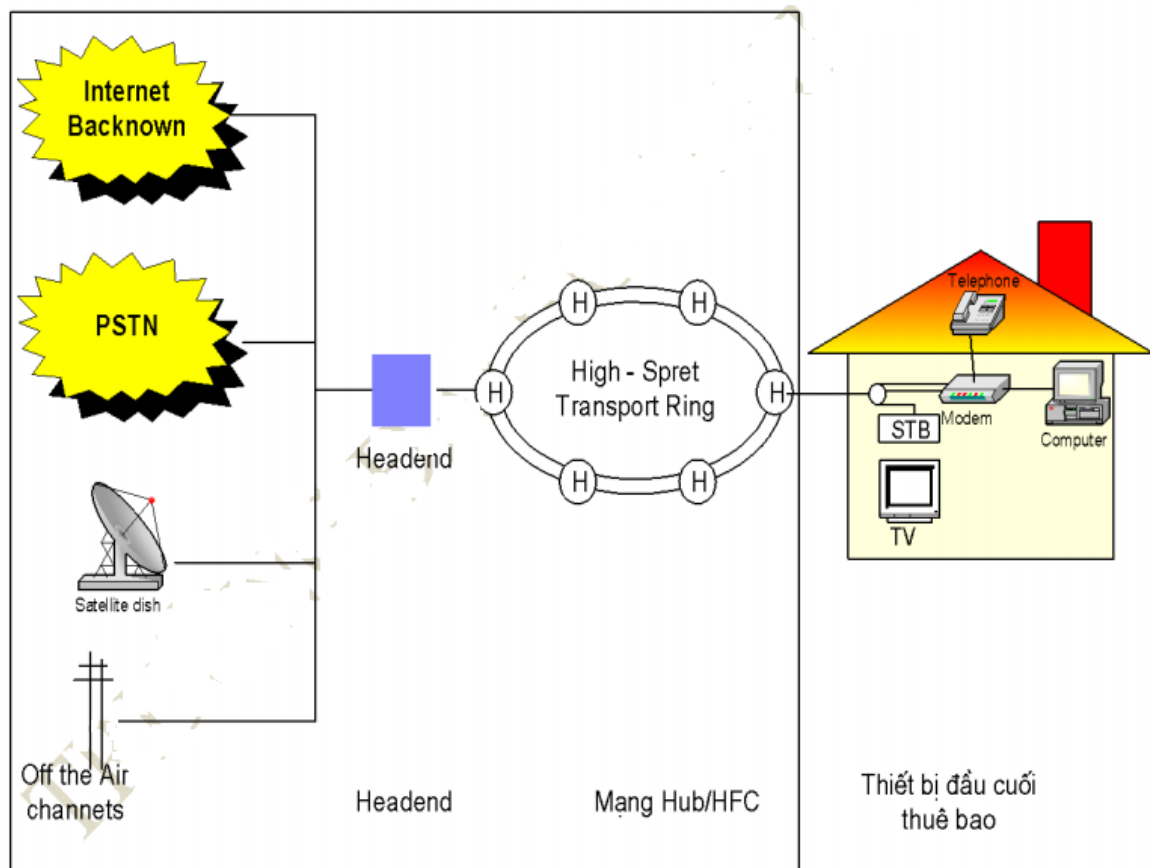
### 2.3. Công nghệ truy nhập trong mạng HFC 2 chiều

#### 2.3.1. Các công nghệ thúc đẩy

Sự phát triển từ các mạng HFC một chiều sang các mạng truy nhập HFC băng rộng hai chiều được thúc đẩy bởi sự ra đời của ba hệ thống thiết bị mới:

- Đầu thu tín hiệu truyền hình số cao cấp: STB cao cấp (Advance STB).
- Modem cáp: Cable Modem.
- Các hệ thống thoại IP hoạt động qua mạng HFC.

Vị trí các thiết bị trên trong mạng HFC 2 chiều như trong hình 2.23



Hình 2.23 Thiết bị đầu cuối thuê bao trong mạng HFC 2 chiều

Mỗi công nghệ trên cho phép ra đời nhiều loại hình dịch vụ mà trước đó không thể thực hiện được. Phần tiếp theo sẽ xét đến các chức năng của các hệ thống này cùng các loại dịch vụ.

### 2.3.1.1. Set – Top – Box (STB)



Hình 2.24 Thiết bị Set-Top-Box

STB bao gồm các loại số và tương tự, là thành phần rất quan trọng trong mạng HFC. STB số là kết nối cho sự phát triển từ các TV tương tự hiện nay tới các TV số cao cấp trong tương lai.

Với sự ra đời của STB tương tự trong thập niên 70,80, các thuê bao thu được các kênh TV tương tự qua mạng HFC thay cho các kênh quảng bá mặt đất. Các nhà điều hành cách chi phí cung cấp cho thuê bao các dịch vụ xem phim IPPV (Impulse - Pay - Per - View Service: dịch vụ xem phim thanh toán ngay), cũng như các dịch vụ đặc biệt khác sử dụng điện thoại làm đường lên cho các hoạt động tương tác. Thuê bao IPPV có thể yêu cầu một chương trình đặc biệt hoặc các dịch vụ trực tiếp qua các thiết bị đầu cuối cấp tại nhà bất kỳ lúc nào. Để thanh toán ngay, các dịch vụ trực tiếp qua các thiết bị đầu cuối của thuê bao được nhà điều hành cấp cung cấp một thẻ thanh toán mở rộng. Hệ thống tính cước sẽ tính giới hạn token cho mỗi thuê bao. Mức giới hạn của thẻ này nói cách khác giá trị của thẻ sẽ giảm đi sau mỗi lần sử dụng dịch vụ. Khi thẻ hết giá trị thì tùy theo yêu cầu của thuê bao nhà điều hành cấp sẽ gia hạn lại thẻ.

Năm 1996, General Instrument và Scientific Atlanta giới thiệu STB số, đã mở ra cho các nhà điều hành cấp đưa ra một loạt các dịch vụ mới. STB số có các chức

năng cơ bản sau:

- Dò tìm kênh số (MFEG - 2) và các dịch vụ Video tương tự trong dải tần đường xuống.
- Giải điều chế kênh tín hiệu số thu được.
- Điều chế tín hiệu số đường lên.
- Mã hoá/giải mã các dịch vụ lựa chọn.
- Quản lý báo hiệu thuê bao từ CATV Headend.
- Cung cấp giao diện thuê bao người sử dụng.

Sự triển khai STB số cao cấp của Motorola/General Instrument, chứa Dual Cable TV Tuner và tích hợp modem cáp cho phép thuê bao đồng thời xem TV và “lướt” trên Web qua mạng HFC. Thuê bao còn được cung cấp các dịch vụ như: PPV số, IPPV số, NVOD, VOD. Ngoài ra STB cao cấp còn cung cấp truy nhập Internet hai chiều tốc độ cao sử dụng giao thức DOCSIS. Các dịch vụ mới như thoại IP, thoại thấy hình IP, các trò chơi (Games) tương tác sẽ được hỗ trợ trong tương lai gần. STB cáp cáp đóng vai trò là thiết bị giao phát các gói IP tới các thiết bị bên ngoài.

STB cao cấp cũng truyền tải, xử lý và mã hoá tín hiệu truyền hình có độ phân giải cao (HDTV). Tất cả các ứng dụng đều sử dụng khả năng đồ hoạ 2D/3D của STB khi các ứng dụng đó được chuyển tới bộ thu của TV ở tín hiệu Video băng tần gốc hoặc tín hiệu Video được điều chế RF.

Các STB cao cấp có một số giao diện vào và ra gồm cổng USB, giao diện Firewall IEEE 1394 và kết nối Ethernet. Giao diện IEEE 1394 là chuẩn bus nối tiếp hiệu năng rất mạnh, nó được phát triển cho truyền tải các ứng dụng đa phương tiện thời gian thực với các tốc độ 100Mb/s, 200Mb/s, 400Mb/s qua mạng cáp.

#### **2.3.1.2. Thoại IP (Voice IP)**

Thuật ngữ thoại IP có nghĩa là sử dụng giao thức IP để truyền tín hiệu thoại qua mạng viễn thông. Thuật ngữ này được viết tắt là VOIP. Do sự bùng nổ của Internet, giao thức IP trở thành giao thức chuẩn cho lớp chuyển mạch gói trong mạng LAN và WAN. Sự thích hợp các dịch vụ thoại vào trong mạng HFC bằng rộng truyền tải cả tín hiệu Video và dữ liệu có những ưu điểm lớn để thực hiện xa lộ thông tin. Thoại IP có thể được thực hiện bằng một IP phone hoặc một máy điện

thoại truyền thống kết nối với một Modem cáp hoặc bằng STB số.

IP Telephone là một thiết bị mới, thay cho kết nối tới một cổng PABX nó kết nối với cổng Ethernet chuẩn cho modem cáp/STV số/máy tính cá nhân (PC). IP phone có thể hoạt động như một thiết bị IP chuẩn có địa chỉ IP riêng, có các chức năng tích hợp nén tín hiệu thoại. Để kết nối một máy điện thoại truyền thống với Modem các khối giao diện mới (Module) được phát triển cắm thêm vào modem cáp /STB và cung cấp các chức năng này. Các gói IP này sẽ được gửi đi qua mạng HFC sử dụng giao thức DOCSIS.

**2.3.1.3. Modem cáp ( cable modem )**

Modem cáp là công nghệ hấp dẫn nhất, cung cấp truy nhập Internet hai chiều tốc độ cao qua các mạng HFC. Kể từ sự phát triển của dịch vụ World Wide Web (www) và sự phát hành năm 1993 của trình duyệt Web (Web Browser), số lượng Website gia tăng một cách bùng nổ trên khắp thế giới, tăng gấp đôi cứ sau 3 tháng.



*Hình 2.25 Modem cáp*

Modem cáp là công nghệ hấp dẫn nhất, cung cấp truy nhập Internet hai chiều tốc độ cao qua các mạng HFC. Kể từ sự phát triển của dịch vụ World Wide Web (www) và sự phát hành năm 1993 của trình duyệt Web (Web Browser), số lượng Wwbsite gia tăng một cách bùng nổ trên khắp thế giới, tăng gấp đôi cứ sau 3 tháng.

Để truy nhập Internet, hiện nay đang sử dụng các Modem thoại đạt tốc độ

chỉ được 28,8 tới 56 Kbps. Các mạng điện thoại tồn tại hiện nay không được thiết kế để xử lý dữ liệu lớn đã trở nên tắc nghẽn. Chính vì vậy việc truy nhập vào các Web đồ sộ có sử dụng tối đa phương tiện mất rất nhiều thời gian.

Công nghệ modem cáp hoạt động qua mạng HFC hai chiều có thể cung cấp tốc độ dữ liệu đường xuống lớn hơn 30Mb/s, tốc độ này gấp khoảng 1000 lần so với tốc độ modem thoại thông thường và tốc độ đường lên cũng rất cao, khoảng 10Mb/s.

Hầu hết các modem cáp được thiết kế cho lưu lượng không đối xứng. Điều này là bởi vì phần lớn người sử dụng Web để tải về (download) các ứng dụng chứa nhiều đa phương tiện (rich multimedia) trong khi đường lên chỉ dùng cho các ứng dụng tốc độ thấp như: Email, truyền file...

Các modem cáp hoạt động tốc độ đối xứng thường được dùng trong các mạng nội bộ Intranet, ở đó modem cáp bị chia sẻ giữa các mạng máy tính khác nhau.

## 2.4 Kết luận chương

Công nghệ truyền dẫn được sử dụng trong mạng truyền hình cáp HFC chủ yếu gồm có truyền dẫn quang và truyền dẫn đồng trục. Trên thế giới, đã có rất nhiều nước sử dụng hoàn toàn truyền dẫn quang trong mạng truyền hình cáp, tuy nhiên tại Việt Nam do nền kinh tế còn hạn hẹp, việc thay thế truyền dẫn đồng trục bằng truyền dẫn quang là rất khó khăn, truyền dẫn quang có ưu điểm vượt trội, tuy nhiên truyền dẫn đồng trục lại chiếm tỷ lệ rất lớn trong mạng truyền hình cáp HFC.

Do có sự phát triển từ mạng HFC 1 chiều sang mạng HFC 2 chiều (down, up) nên điều đó cũng dẫn đến việc thay đổi các thiết bị truy nhập mạng và dẫn đến sự ra đời của các thiết bị truy nhập mạng như modem cáp, Set - top box, ...

## CHƯƠNG 3: ĐẶC ĐIỂM, TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT TRONG MẠNG TRUYỀN HÌNH CÁP HFC

### 3.1. IEEE 802.14

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).

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.

### 3.2. Lớp vật lý trong mạng HFC

#### 3.2.1. Tiêu chuẩn cho lớp vật lý

- 500 thuê bao tại điểm thiết kế tham chiếu.
- Hỗ trợ sub-split (5 MHz÷40 MHz upstream), mid-split (5MHz÷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 bits/symbol X 5,12 Msymbols/second = 10,24 Mbps.

$$16 \text{ QAM: } 4 \text{ bits/symbol X } 5,12 \text{ Msymbols/second} = 20,48 \text{ Mbps.}$$

- 64 QAM: 6 bits/symbol X 5,12 Msymbols/second = 30,72 Mbps.
- 256 QAM: 8 bits/symbol X 5,12 Msymbols/second = 40,96 Mbps.
- QPSK: 2 bits/symbol X 1,28 Msymbols/second = 2,56 Mbps.

**3.2.2. 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 kênh FDM X 10,24 Mbps/kênh = 337 Mbps.
- 16 QAM: 33 kênh FDM X 20,48 Mbps/kênh = 1013 Mbps.
- 64 QAM: 33 kênh FDM X 40,96 Mbps/kênh = 1351 Mbps.

Chiều lên:

- QPSK: 20 kênh FDM X 2,56 Mbps/kênh = 51 Mbps

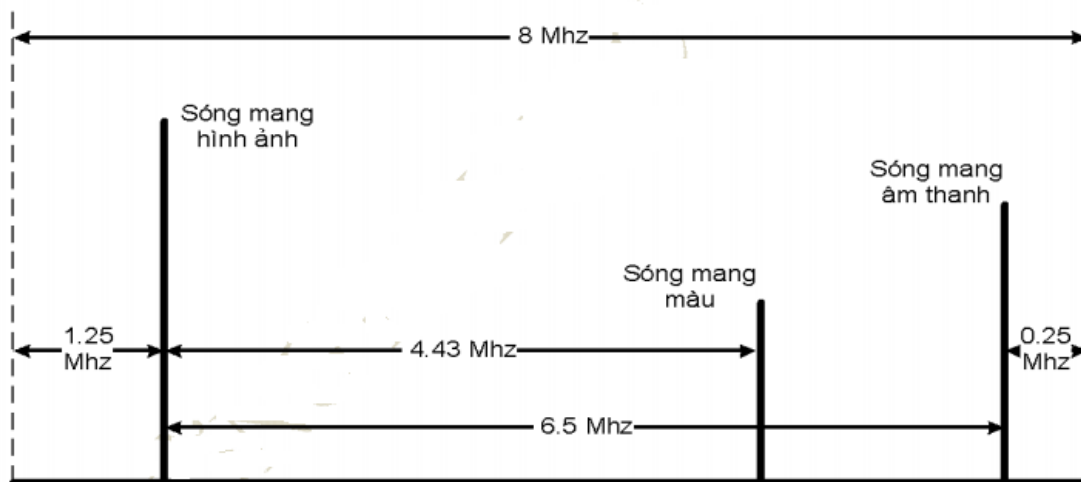
**3.3. Thông số kỹ thuật truyền hình cáp EG tại Hải Phòng**

**3.3.1 Tiêu chuẩn truyền hình tương tự**

Căn cứ theo đặc điểm kỹ thuật Ngành Phát thanh-Truyền hình Việt nam, mạng truyền hình cáp EG tại Hải Phòng khai thác dịch vụ truyền hình tương tự theo tiêu chuẩn PAL D/K với các thông số kỹ thuật như sau:

STT	Tên Thông Số	Giá Trị
1	Số lượng dòng/ảnh	625
2	Tần số quét dòng ( Hz)	50
3	Tần số quét màn ( Hz)	15625
4	Dải thông/kênh (MHz)	8
5	Băng thông sóng mang vi deo (MHz)	6
6	Khoảng cách giữa sóng mang vi deo và audio (MHz)	6.5

*Bảng 3.1 Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn của truyền hình tương tự*



Hình 3.1 Mô tả tiêu chuẩn PAL D/K

### 3.3.2 Quy hoạch tần số

Nhằm đáp ứng yêu cầu về mục tiêu, chất lượng kỹ thuật và định hướng phát triển, mạng truyền hình cáp Hà nội sử dụng quy hoạch tần số với phân bổ các dải tần như sau:

Bảng 3.2 Phân bổ các dải tần

STT	Dải tần số (MHz)	Mục đích sử dụng
1	6 - 65	Tín hiệu ngược dòng cho các dịch vụ gia tăng như: Internet, VOD, IP phone
2	65 - 85	Băng thông cách ly chiều lên/xuống
3	88 - 108	Tín hiệu truyền thanh điều chế FM
4	110 - 750	Tín hiệu truyền hình 1 chiều tương tự và số
5	750 - 862	Tín hiệu xuôi dòng cho các dịch vụ gia tăng như: Internet, VOD, IP phone

Khi thiết lập tần số cho kênh mới trên mạng cáp cần tránh đặt tần số trùng với tần số các kênh dịch vụ sóng off-air vì những kênh off-air sẽ tạo nhiễu xâm nhập rất lớn qua cáp, các mối nối gây ảnh hưởng đến chất lượng tín hiệu kênh đó.

Băng tần ngược dòng từ: 5 - 65 MHz (Euro Docsis). Tuy nhiên dải tần từ 5-20 MHz có rất nhiều can nhiễu và từ 60-65 MHz có độ trễ lớn (bởi bộ lọc sóng phân hướng), do đó không nên thiết kế kênh ngược chiều ở phạm vi trên. Vì vậy,



phạm vi dải tần ngược chiều sử dụng thật sự từ 20-60 MHz.

### 3.3.3 Tiêu chuẩn giao diện truyền dẫn RF

Hiện nay trên thế giới có rất nhiều tiêu chuẩn truyền dẫn cho mạng truyền hình cáp. Việc chọn lựa, tuân thủ hệ thống thông số tiêu chuẩn của thế giới cho mạng truyền hình cáp là rất quan trọng, đặc biệt đối với lĩnh vực viễn thông, truyền hình, công nghệ thông tin vì liên quan đến sự đồng nhất trong việc mở rộng, nâng cấp mạng, mua sắm thiết bị và kết nối với những mạng viễn thông khác.

Căn cứ theo tính chất, khả năng áp dụng, mức độ phổ biến của các tiêu chuẩn, mạng truyền hình cáp Hải Phòng lựa chọn tiêu chuẩn Euro-DOCSIS do hiệp hội kỹ sư viễn thông cấp quốc tế-SCTE ban hành trong tiêu chuẩn “ANSI/SCTE 79-1 2003 DOCS 2.0 Part 1: Radio Frequency Interface”.

#### 3.3.3.1 Đặc tính truyền dẫn RF chiều xuống cho truyền hình analog và tín hiệu âm thanh

STT	Thông Số	Giá Trị	Ghi chú
1	Dải tần số hoạt động	65 MHz - 862 MHz  Tuy nhiên dải tần số hoạt động thực tế:  108 - 862 MHz	
2	Độ rộng băng thông/kênh	8 MHz	
3	Trễ truyền dẫn từ Headend đến khách hàng xa nhất	< 0.8 ms	
4	C/N (trong băng thông 8 MHz/kênh)	>44 dB	Đo tại hộ thuê bao
5	CTB (là một dạng nhiễu khi tín hiệu đi qua phần tử node quang và khuếch đại)	< -57 dBc	Đo tại hộ thuê bao
7	CSO (là một dạng nhiễu khi tín hiệu đi qua phần tử node quang và khuếch đại)	< -57 dBc	Đo tại Hộ thuê bao

8	Độ dốc tín hiệu tại đầu cuối thuê bao (trong dải 85 - 862 MHz)	< 12 dB	Theo cả hai chiều dốc(+/-)
9	Biên thiên biên độ do đáp ứng tần số	< 2.5 dB	Trong 8 MHz
10	Mức tín hiệu sóng mang âm thanh	Nhỏ hơn sóng mang hình ảnh cùng kênh trong khoảng: 13-17 dB	Đo tại HeadEnd
11	Mức tín hiệu biến thiên theo thời tiết	lớn nhất 8dB	
12	Mức tín hiệu lớn nhất của 1 kênh bất kỳ trong dải tần đo tại hộ thuê bao	77 dB $\mu$ V	
13	Mức tín hiệu nhỏ nhất của 1 kênh bất kỳ trong dải tần đo tại hộ thuê bao	60 dB $\mu$ V	

**3.3.3.2 Đặc tính truyền dẫn RF chiều lên**

STT	Thông Số	Giá Trị	Ghi chú
1	Dải tần số hoạt động	5 đến 65 MHz	
2	Trễ truyền dẫn từ Cable Modem xa nhất đến CMTS	< 0.8 ms	
3	Tỉ số sóng mang trên nhiễu nhiệt trong kênh hoạt động	> 22dB	
4	Tỉ số sóng mang trên nhiễu xâm nhập trong kênh hoạt động	> 22dB	
5	Tỉ số sóng mang trên nhiễu (tổng của tạp âm, méo hài, biến điệu chéo) trong kênh hoạt động	> 22dB	
6	Biên thiên biên độ do đáp ứng tần số	2.5 dB	trong 2 MHz
7	Sự biến đổi mức tín hiệu theo mùa	Từ mức thấp nhất đến mức cao nhất <12dB	

**3.3.4 Thông số tín hiệu vào/ra cable modem**

**a. mức tín hiệu vào modem cáp:**

STT	Thông số	Giá trị
1	Tần số trung tâm	112 tới 858 MHz $\pm$ 30KHz
2	Mức tín hiệu thu (01 kênh)	43 đến 73 dBV: điều chế QAM - 64 47 đến 77 dB $\mu$ V: điều chế QAM - 256
3	Dạng điều chế	QAM- 64 và QAM - 256
4	Tốc độ mã hóa ký tự	6.952 Msym/sec với QAM 64 và QAM 256
5	Băng thông/kênh	8 MHz
6	Toàn bộ công suất đầu vào (40 - 900 MHz)	< 90 dB $\mu$ V
7	Trở kháng đầu vào	75n
8	Suy hao phản xạ đầu vào	> 6dB (85 - 862MHz)
9	Connector	Đầu F chuẩn ISO-169-24 (chung với đầu ra)

**b. Mức tín hiệu ra modem cáp :**

STT	Thông Số	Giá Trị
1	Dải tần số hoạt động	5 - 65 MHz
2	Mức tín hiệu phát	QAM-16: 68-115 dB $\mu$ V
3	(01 kênh)	QPSK: 68-118 dB $\mu$ V
4	Dạng điều chế	QPSK và QAM - 16
5	Tốc độ mã hóa ký tự	160 Ksym/sec 320 Ksym/sec 640 Ksym/sec 1280 Ksym/sec 2560 Ksym/sec
6	Độ rộng băng thông	200 KHz 400 KHz 800 KHz 1600 KHz 3200 KHz
7	Trở kháng đầu ra	75 $\Omega$
8	Suy hao phản xạ đầu ra	> 6dB (5-65 MHz)
9	Connector	Đầu F chuẩn ISO-169-24 (chung với đầu vào)

**Danh Sách Kênh Chương Trình Tự Phát Trên Hệ Thống Truyền Hình  
Cấp EG – VCTV tại Hải Phòng**

Sắp xếp lại theo chủ đề bắt đầu thực hiện từ ngày 15/4/2013

<b>TT kênh</b>	<b>Tên kênh</b>	<b>Tần số MHz</b>	<b>TT kênh</b>	<b>Tên kênh</b>	<b>Tần số MHz</b>
	<b>Kênh truyền hình TW</b>			<b>Kênh truyền hình địa phương</b>	
<b>01</b>	VTV1	112.25	<b>34</b>	THP-TH Hải Phòng	407.25
<b>02</b>	VTV2	119.25	<b>35</b>	QTV1-TH Quảng Ninh	415.25
<b>03</b>	VTV3	126.25	<b>36</b>	HN1- TH Hà Nội 1	423.25
<b>04</b>	VTV4	133.25	<b>37</b>	HN2- TH Hà Nội 2	431.25
<b>05</b>	VTV6	140.25	<b>38</b>	BTV –TH Bình Thuận	439.25
<b>06</b>	VTV9	147.25		<b>Kênh Truyền hình nước ngoài</b>	
<b>07</b>	ANTV- AN Ninh TV	154.25		<b>Kênh ca nhạc</b>	
<b>08</b>	Kênh thông báo	161.25	<b>39</b>	MTV	447.25
	<b>Kênh Truyền hình VTC</b>		<b>40</b>	Channel V	471.25
<b>09</b>		168.25		<b>Kênh Khoa học – Khám Phá</b>	
<b>10</b>		175.25	<b>41</b>	Discovery	479.25
	<b>Kênh Truyền hình VCTV</b>		<b>42</b>	National Geographic C	487.25
<b>11</b>	VCTV1	182.25		<b>Kênh Phim truyện nước ngoài</b>	
<b>12</b>	VCTV2- Phim việt	210.25	<b>43</b>	Cinemax	495.25
<b>13</b>	VCTV4 – M4Me	217.25	<b>44</b>	HBO	503.25
<b>14</b>	VCTV5 – E channel	224.25	<b>45</b>	Star movies	511.25
<b>15</b>	VCTV6- Khoa giáo	231.25		<b>Kênh Thể Thao</b>	
<b>16</b>	VCTV7- D Dramas	238.25	<b>46</b>	Fox Sports	519.25
<b>17</b>	VCTV8 – Bibi	245.25	<b>47</b>	Star Sports	535.25

18	VCTV9 – info TV	259.25	48	Bóng đá TV	543.25
19	VCTV10 – O2 TV	266.25	49	Thể Thao TV	551.25
20	VCTV17 – Du lịch	273.25	50	HTV Thể Thao	559.25
21	Let’s Việt	287.25	51	SCTV 15	567.25
	<b>Kênh truyền hình mua sắm</b>		52	True Sports 2	575.25
22	SCTV – 5 SCj	294.25		<b>Kênh thiếu nhi</b>	
23	VNJ shopping TV	319.25	53	Cartoon Network	583.25
	<b>Kênh Truyền hình HTV</b>		54	Disney	591.25
24	HTV1	327.25		Kênh tin tức	
25	HTV2	335.25	55	BBC	599.25
26	HTV3	343.25	56	CNN	615.25
27	HTV7	351.25		<b>Kênh tổng hợp</b>	
28	HTV9	359.25	57	Star world	623.25
29	HTVC – ca nhạc	367.25	58	Fashiontv	631.25
30	HTVC – Phim	357.25	59	Dw – TV Asia	639.25
31	HTVC – du lịch	383.25	60	Arirang	647.25
32	HTVC- phụ nữ	391.25	61	OPT	655.25
33	HTVC- thuần việt	399.25	62	NHK world	663.25
			63	TV5	671.25
			64	Australia Network	679.25

### 3.5 Kết luận chương

Qua chương 3, chúng ta có thể nắm bắt được các tiêu chuẩn tần số, đặc điểm lớp vật lý, khả năng băng thông trong mạng truyền hình cáp HFC. Đồng thời chương này cũng cung cấp những đặc điểm kỹ thuật của truyền hình cáp EG tại Hải Phòng để giúp chúng ta nắm bắt rằng thực tế tại Việt Nam đang phát triển loại hình này ra sao, theo phương hướng nào và tuân thủ theo tiêu chuẩn nào.

**KẾT LUẬN**

Tại Việt Nam nền kinh tế ngày một phát triển, trình độ dân trí ngày một cải thiện, nên sự đòi hỏi về các nhu cầu giải trí của người dân cũng tăng theo từng ngày. Trước đây chúng ta chỉ có truyền hình quảng bá, với các kênh truyền thống của VTV, nhưng điều đó không làm thỏa mãn được nhu cầu của người dân. Truyền hình băng rộng trên mạng HFC ra đời đã phần nào đáp ứng được điều đó.

Hiện nay hệ thống truyền hình cáp HFC sử dụng truyền dẫn quang đang ngày một hoàn thiện, giá thành vật liệu không còn đắt như thời kỳ đầu. Tương lai không xa, người ta sẽ triển khai rất nhiều loại dịch vụ khác nữa trên mạng truyền hình cáp, bởi khi đó hạ tầng truyền hình cáp đã được nhân rộng và đi vào ổn định. Trong đó các dịch vụ khai thác các công nghệ truy nhập dựa vào hạ tầng truyền hình cáp HFC như IPTV, thoại IP, Modem cable, ... sẽ ngày một hoàn thiện và có nhiều đột phá.

Với đồ án tốt nghiệp này đã khái quát được những điều cơ bản cần biết về truyền hình cáp băng rộng HFC.

Trong quá trình tìm hiểu và xây dựng đồ án tốt nghiệp, đồ án này của em không thể tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của thầy cô và các bạn. Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng ngày 29/06/2013

Sinh viên thực hiện

**Lê Đức Trung**

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1) Truyền hình cáp CATV
- 2) Kỹ thuật thông tin quang - *học viện công nghệ bưu chính viễn thông.*
- 3) Nghiên cứu đề xuất các giải pháp kế hoạch và các bước thay thế cáp đồng bằng cáp quang - mã số 001-96-TCT-RD - viện khoa học kỹ thuật bưu điện.
- 4) Phùng Văn Vận - Hệ thống thông tin sợi quang - 2002.
- 5) J. H. Franz — V. K. Jain - *optical Communications.*
- 6) Djafar K.Mynbaev, Lovvell L.Scheiner *Fiber — optic communication Technology*
- 7) Các vwebsite:

<http://www.wikipedia.org/HFC>

<http://vntelecom.org>

<http://www.Dientuvietnam.net>