

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN, ĐIỆN TỬ

Sinh viên : Đào Minh Cường

Giảng viên hướng dẫn : TS. Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng - 2023

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**



**NGHIÊN CỨU TRIỂN KHAI CÔNG NGHỆ FTTH-
GPON TRÊN MẠNG VIỄN THÔNG CỦA
VNPT HẢI PHÒNG**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN, ĐIỆN TỬ**

Sinh viên thực hiện : Đào Minh Cường

Giảng viên hướng dẫn : TS. Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng - 2023

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Đào Minh Cường - **MSV** : 2113103008

Lớp : DTL 2502

Ngành : Công nghệ kỹ thuật điện, điện tử

Tên đề tài : Nghiên cứu triển khai công nghệ FTTH-GPON
trên mạng viễn thông của VNPT Hải Phòng

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đoàn Hữu Chức

Học hàm, học vị : Tiến sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại học quản lý và công nghệ Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 04 tháng 4 năm 2023.

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 24 tháng 6 năm 2023.

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Hải Phòng, ngày tháng năm 2023

TRƯỞNG KHOA

TS. Đoàn Hữu Chức

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên : Đoàn Hữu Chúc
Đơn vị công tác : Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng
Họ và tên sinh viên : **Đào Minh Cường**
Chuyên ngành : Điện tử - Truyền thông
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

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

.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/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. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2023

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

.....

Đơn vị công

tác:.....

Họ và tên sinh viên: **Chuyên**

ngành:.....

Đề tài tốt nghiệp:

.....

.....

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm phản biện

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2023

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

MỤC LỤC1

LỜI NÓI ĐẦU	4
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG (PON)	6
1.1. Mở đầu	6
1.2. Kiến trúc của PON	8
1.3. Các hệ thống PON đang được triển khai	9
1.3.1. APON/BPON.....	9
1.3.2. GPON.....	9
1.3.3. EPON	10
1.3.4. WDM-PON	10
1.3.5. Nhận xét	11
1.4. Kết luận	12
CHƯƠNG 2. CÔNG NGHỆ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG GPON	14
2.1. Giới thiệu chung.....	14
2.2. Tình hình chuẩn hóa GPON.....	14
2.3. Kiến trúc GPON	15
2.3.1. Kết cuối đường quang OLT.....	16
2.3.2. Khôi mạng quang ONU	17
2.3.3. Mạng phân phối quang ODN	17
2.2. Thông số kỹ thuật.....	20
2.3. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh.....	20
2.3.1. Kỹ thuật truy nhập	20
2.3.2. Phương thức ghép kênh	21
2.4. Phương thức đóng gói dữ liệu	22
2.5. Định cỡ và phân định băng tần động	22
2.5.1. Thủ tục định cỡ (Ranging)	22
2.5.2. Phương thức cấp phát băng thông	24
2.6. Bảo mật và mã hóa sửa lỗi.....	25
2.7. Khả năng cung cấp băng thông	26
2.7.1. Hướng xuống	26
2.7.2. Hướng lên.....	26

2.7.3. Bảng thông hữu ích	27
2.8. Khả năng cung cấp dịch vụ	27
2.8.1. Đặc điểm dịch vụ	27
2.8.2. Khoảng cách OLT - ONU	28
2.8.3. Các ứng dụng cơ bản trong mạng	28
2.9. Một số vấn đề cần quan tâm trong tính toán thiết kế mạng GPON	28
2.10. Kết luận	29
CHƯƠNG 3. TRIỂN KHAI GPON TRÊN MẠNG VNPT HẢI PHÒNG	30
3.1. Hiện trạng mạng truy nhập băng rộng của VNPT Hải Phòng	30
3.1.1. Mạng MAN-E	30
3.1.1.1. Thiết bị MANE (Cisco ARS 9K).....	30
3.1.1.2. Thiết bị PE (Juniper MX960)	31
3.1.2. Sơ đồ cấu trúc mạng	32
3.2. Cấu trúc mạng phân phối quang FTTx-GPON (ODN - Optical Distribution Network)	32
3.2.1. Các công nghệ mạng truy nhập quang	32
3.2.2. Các tiêu chuẩn kỹ thuật	36
3.2.2.1. Thiết bị kết cuối đường dây (Optical Line Terminal - OLT) ..	36
3.2.2.2. Thiết bị kết cuối mạng (Optical Network Terminal - ONT) ..	36
3.2.2.3. Cáp quang chính.....	36
3.2.2.4. Cáp quang nhánh.....	45
3.2.2.5. Cáp quang thuê bao	55
3.2.2.6. Thiết bị chia ghép tín hiệu quang (Splitter)	60
3.2.3. Nguyên tắc tổ chức mạng phân phối cáp quang FTTx - GPON.....	64
3.2.3.1. Các sở cứ tổ chức mạng phân phối cáp quang (ODN)	64
3.2.3.2. Nguyên tắc phối cáp.....	65
3.2.3.3. Lựa chọn Splitter và các giải pháp lắp đặt	67
3.3. Các giải pháp cho mạng FTTH	70
3.3.1. Triển khai FTTH tại các toà chung cư có mật độ dân số cao, các tòa nhà văn phòng	70
3.3.2. Triển khai FTTx tại các khu đô thị tập trung nhiều tòa nhà cao tầng	72
3.3.3. Triển khai FTTH tại các khu biệt thự, nhà liền kề.....	74
3.4. Cách thức kết cuối dây thuê bao quang (Optical Drop Wire) tại nhà Khách	

hàng 75

3.5. Tính toán suy hao đường truyền	76
3.5.1. Các đối tượng gây suy hao	77
3.5.2. Các tham số suy hao	77
3.5.3. Công thức tính suy hao trên đường truyền quang	78
3.5.4. Quy định về chiều dài cáp quang và số lượng mạng sông đầu nối thẳng trên tuyến cáp quang từ OLT đến ONT/ONU	80
KẾT LUẬN	82
LỜI CẢM ƠN	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO	84

LỜI NÓI ĐẦU

VNPT - Vietnam Posts and Telecommunications Group (Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam) hiện là nhà cung cấp dịch vụ viễn thông hàng đầu với hạ tầng mạng lưới rộng khắp cả nước và cung cấp nhiều loại dịch vụ viễn thông. Mạng truy nhập băng rộng trước đây của VNPT chủ yếu dựa trên hạ tầng mạng truy nhập cáp đồng sử dụng công nghệ xDSL, về cơ bản mới chỉ đáp ứng cho các dịch vụ truy nhập tốc độ dưới 2 Mbit/s. Sự phát triển của các khu vực kinh tế như: khu công nghiệp, khu công nghệ cao, khu thương mại, chung cư cao cấp,... cùng với sự phát triển ngày càng lớn mạnh của các tổ chức kinh tế như: ngân hàng, kho bạc, công ty,... đã tạo ra nhu cầu rất lớn trong việc sử dụng các dịch vụ tiện ích tích hợp thoại, hình ảnh và dữ liệu. Bên cạnh đó, các dịch vụ ứng dụng trên Internet ngày càng phong phú và phát triển với tốc độ nhanh chóng như các dịch vụ mua bán trực tuyến, ngân hàng, các dịch vụ đào tạo từ xa, game trực tuyến,... Đặc biệt nhu cầu về các loại dịch vụ gia tăng tích hợp thoại, hình ảnh và dữ liệu đang ngày càng tăng. Sự phát triển của các loại hình dịch vụ mới, đòi hỏi hạ tầng mạng truy nhập phải đáp ứng các yêu cầu về băng thông rộng, tốc độ truy nhập cao. Công nghệ truy nhập cáp đồng điển hình như xDSL đã được triển khai rộng rãi, tuy nhiên những hạn chế về cự ly và tốc độ đã không đáp ứng được yêu cầu dịch vụ. Vì vậy nghiên cứu triển khai các giải pháp truy nhập quang là vấn đề cấp thiết hiện nay nhằm xây dựng hạ tầng mạng truy nhập đáp ứng cung cấp các dịch vụ băng rộng chất lượng cao. Qua đó cũng đặt ra những vấn đề cần giải quyết cấp bách đối với mạng truy nhập của VNPT. Do vậy, nghiên cứu triển khai giải pháp truy nhập mới nhằm chiếm lĩnh thị trường dịch vụ mới là rất cần thiết đối với VNPT.

Công nghệ truy nhập quang thụ động GPON đã được ITU chuẩn hóa, hiện nay là một trong những công nghệ được ưu tiên lựa chọn cho triển khai mạng truy nhập tại nhiều nước trên thế giới. GPON là công nghệ hướng tới cung cấp dịch vụ mạng đầy đủ, tích hợp thoại, hình ảnh và số liệu với băng thông lớn tốc độ cao. Do vậy GPON sẽ là công nghệ truy nhập lựa chọn triển khai hiện tại và tương lai.

GPON chính là giải pháp phù hợp nhất đối với hạ tầng mạng hiện tại của VNPT nói chung và VNPT Hải Phòng nói riêng.

Đề tài “**Nghiên cứu triển khai công nghệ FTTH-GPON trên mạng Viễn thông của VNPT Hải Phòng**” nhằm mục đích tìm hiểu những đặc điểm kỹ thuật cơ bản của công nghệ GPON, qua đó đề xuất cấu hình mạng GPON của VNPT Hải Phòng. Đề tài thực hiện gồm 04 chương:

- Chương 1: tổng quan về mạng quang thụ động (PON) và giới thiệu về các hệ thống PON hiện đang được triển khai.

- Chương 2: trình bày tổng quan về công nghệ GPON, trong đó nghiên cứu các vấn đề về cấu trúc khung, định cỡ và phân định băng tần động là các vấn đề trọng tâm.

- Chương 3: là các đề xuất về mô hình tổ chức, triển khai mạng GPON tại

VNPT Hải Phòng.

- Phần kết luận.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG (PON)

1.1. Mở đầu:

Mạng viễn thông thường được cấu thành bởi ba mạng chính: mạng đường trục, mạng phía khách hàng và mạng truy nhập. Trong những năm gần đây, mạng đường trục có những bước phát triển nhảy vọt do sự xuất hiện của các công nghệ mới, như công nghệ ghép kênh theo bước sóng (WDM). Cũng trong khoảng thời gian này, mạng nội hạt (LAN) cũng đã được cải tiến và nâng cấp từ tốc độ 10 Mb/s lên 100 Mb/s, và đến 1 Gb/s. Thậm chí, các sản phẩm Ethernet 10 Gb/s cũng đã bắt đầu xuất hiện trên thị trường. Điều này đã dẫn đến một sự chênh lệch rất lớn về băng thông giữa một bên là mạng LAN tốc độ cao và mạng đường trục và một bên là mạng truy nhập tốc độ thấp, mà chúng ta vẫn thường gọi đó là nút cổ chai (bottleneck) trong mạng viễn thông.

Việc bùng nổ lưu lượng Internet trong thời gian vừa qua càng làm trầm trọng thêm các vấn đề của mạng truy nhập tốc độ thấp. Các báo cáo thống kê cho thấy lưu lượng dữ liệu đã tăng 100% mỗi năm kể từ năm 1990. Thậm chí, sự kết hợp giữa các yếu tố kinh tế và công nghệ đã tạo ra những thời điểm mà tốc độ phát triển đạt tới 1000% trong một năm (vào những năm 1995 và 1996). Xu hướng này vẫn sẽ còn tiếp tục trong tương lai, tức là càng ngày sẽ càng có nhiều người sử dụng trực tuyến và những người sử dụng đã trực tuyến thì thời gian trực tuyến sẽ càng nhiều hơn, do vậy nhu cầu về băng thông lại càng tăng lên.

Các nghiên cứu thị trường cho thấy rằng, sau khi nâng cấp lên công nghệ băng rộng, thời gian trực tuyến của người sử dụng đã tăng lên 35% so với trước khi nâng cấp. Lưu lượng thoại cũng tăng lên, nhưng với tốc độ thấp hơn nhiều, khoảng 8% mỗi năm. Theo hầu hết các báo cáo phân tích, lưu lượng của dữ liệu hiện nay đã vượt trội hơn rất nhiều so với lưu lượng thoại. Càng ngày sẽ càng có nhiều dịch vụ và các ứng dụng mới được triển khai khi băng thông dành cho người sử dụng tăng lên. Đứng trước tình hình đó, một số công nghệ mới đã được đưa ra nhằm đáp ứng những đòi hỏi về băng tần.

Trước đây, các nhà cung cấp dịch vụ đã triển khai cung cấp dịch vụ Internet bằng công nghệ đường dây thuê bao số DSL. DSL sử dụng đôi dây giống như dây điện thoại, và yêu cầu phải có một modem DSL đặt tại thuê bao và DSLAM đặt tại tổng đài. Tốc độ dữ liệu của DSL nằm trong khoảng từ 128 Kb/s đến 1,5 Mb/s. Mặc dù tốc độ của nó đã tăng đáng kể so với modem tương tự, nhưng khó có thể được coi là băng rộng do không cung cấp được các dịch vụ video, thoại, dữ liệu cho các thuê bao ở xa. Khoảng cách từ tổng đài đến thuê bao chỉ trong phạm vi 5,5 km. Ta có thể tăng khoảng cách này bằng giải pháp triển khai thêm nhiều DSLAM đến gần thuê bao, nhưng đây là một giải pháp không hiệu quả do chi phí quá cao.

Một giải pháp khác được đưa ra là sử dụng cáp modem. Các công ty cáp TV cung cấp các dịch vụ Internet bằng cách triển khai các dịch vụ tích hợp dữ

liệu trên mạng cáp đồng trục, mà ban đầu được thiết kế để truyền dẫn tín hiệu video tương tự. Ví dụ, mạng HFC sẽ có sợi quang nối từ các đầu dẫn hay các hub đến các nút quang, và từ các nút quang sẽ phân chia đến các thuê bao thông qua cáp đồng trục, bộ lặp và các bộ ghép/tách. Tuy nhiên, mô hình kiến trúc này có nhược điểm là thông lượng hiệu dụng của các nút quang không quá 36 Mb/s, vì vậy tốc độ thường rất thấp vào những giờ cao điểm.

Như vậy, chúng ta thấy rằng cả công nghệ DSL và cáp modem đều không đáp ứng được những yêu cầu về băng thông cho mạng truy nhập. Hầu hết các nhà công nghệ mạng hiện nay đều đang tiến tới một công nghệ mới, tập trung chủ yếu vào truyền tải dữ liệu, đặc biệt là dữ liệu IP. Trong bối cảnh đó, công nghệ PON là một giải pháp tối ưu cho mạng truy nhập băng rộng. Người ta trông đợi mạng PON sẽ giải quyết được các vấn đề tắc nghẽn băng thông của mạng truy nhập trong kiến trúc mạng viễn thông, giữa một bên là các nhà cung cấp dịch vụ CO, các điểm kết cuối, các điểm truy nhập và một bên là các công ty được cung cấp dịch vụ, hay một khu vực tập trung các thuê bao.

Mạng quang thụ động có thể định nghĩa một cách ngắn gọn như sau: “Mạng quang thụ động (PON) là một mạng quang không có các phần tử điện hay các thiết bị quang điện tử”.

Như vậy với khái niệm này, mạng PON sẽ không chứa bất kỳ một phần tử tích cực nào mà cần phải có sự chuyển đổi điện - quang. Thay vào đó, PON sẽ chỉ bao gồm: sợi quang, các bộ chia, bộ kết hợp, bộ ghép định hướng, thấu kính, bộ lọc,... Điều này giúp cho PON có một số ưu điểm như: không cần nguồn điện cung cấp nên không bị ảnh hưởng bởi lỗi nguồn, có độ tin cậy cao và không cần phải bảo dưỡng do tín hiệu không bị suy hao nhiều như đối với các phần tử tích cực.

Mạng PON ngoài việc giải quyết các vấn đề về băng thông, nó còn có ưu điểm là chi phí lắp đặt thấp do nó tận dụng được những sợi quang trong mạng đã có từ trước. PON cũng dễ dàng và thuận tiện trong việc ghép thêm các ONU theo yêu cầu của các dịch vụ, trong khi đó việc thiết lập thêm các nút trong mạng tích cực khá phức tạp do việc cấp nguồn tại mỗi nút mạng, và trong mỗi nút mạng đều cần có các bộ phát lại.

PON có thể hoạt động với chế độ không đối xứng. Chẳng hạn, một mạng PON có thể truyền dẫn theo luồng OC-12 (622 Mb/s) ở đường xuống và truy nhập theo luồng OC-3 (155 Mb/s) ở đường lên. Một mạng không đối xứng như vậy sẽ giúp cho chi phí của các ONU giảm đi rất nhiều, do chỉ phải sử dụng các bộ thu phát giá thành thấp hơn.

PON còn có khả năng chống lỗi cao (cao hơn SONET/SDH). Do các nút của mạng PON nằm ở bên ngoài mạng, nên tổn hao năng lượng trên các nút này không gây ảnh hưởng gì đến các nút khác. Khả năng một nút mất năng lượng mà không làm ngắt mạng là rất quan trọng đối với mạng truy nhập, do các nhà cung cấp không thể đảm bảo được năng lượng dự phòng cho tất cả các đầu cuối ở xa.

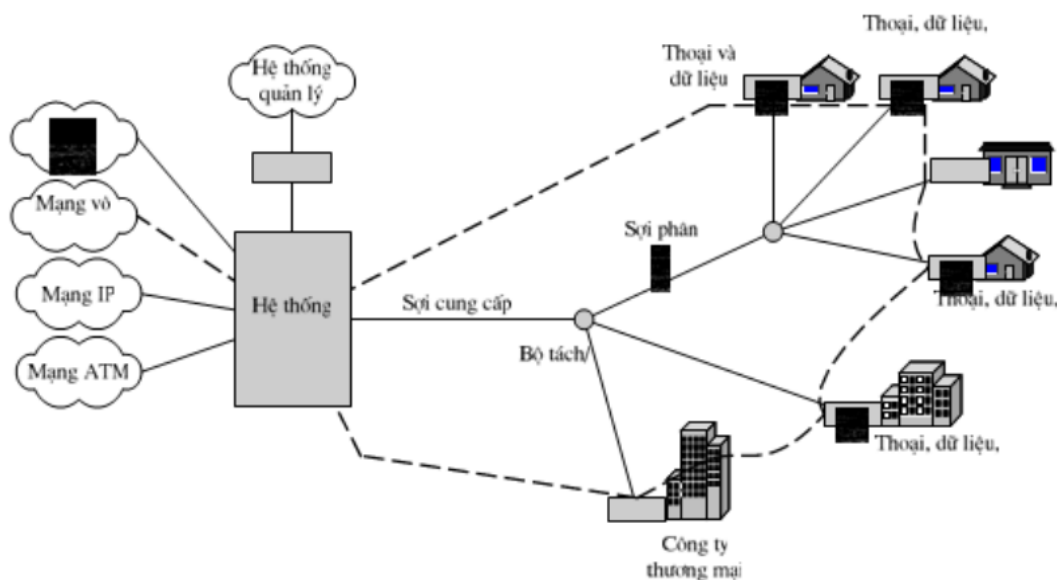
Với những lý do như trên, công nghệ PON có thể được coi là một giải pháp hàng đầu cho mạng truy nhập. PON cũng cho phép tương thích với các giao diện

SONET/SDH và có thể được sử dụng như một vòng thu quang thay thế cho các tuyến truyền dẫn ngắn trong mạng đô thị hay mạch vòng SONET/SDH đường trục.

1.2. Kiến trúc của PON:

Các phần tử thụ động của PON đều nằm trong mạng phân bố quang (hay còn gọi là mạng ngoại vi) bao gồm các phần tử như sợi quang, các bộ tách/ghép quang thụ động, các đầu nối và các môi hàn quang. Các phần tử tích cực như OLT và các ONU đều nằm ở đầu cuối của PON. Tín hiệu trong PON có thể được phân ra và truyền đi theo nhiều sợi quang hoặc được kết hợp lại và truyền trên một sợi quang thông qua bộ ghép quang, phụ thuộc vào tín hiệu đó là đi theo hướng lên hay hướng xuống của PON. PON thường được triển khai trên sợi quang đơn mode, với cấu hình cây là phổ biến. PON cũng có thể được triển khai theo cấu hình vòng ring cho các khu thương mại hoặc theo cấu hình bus khi triển khai trong các khu trường sở,...

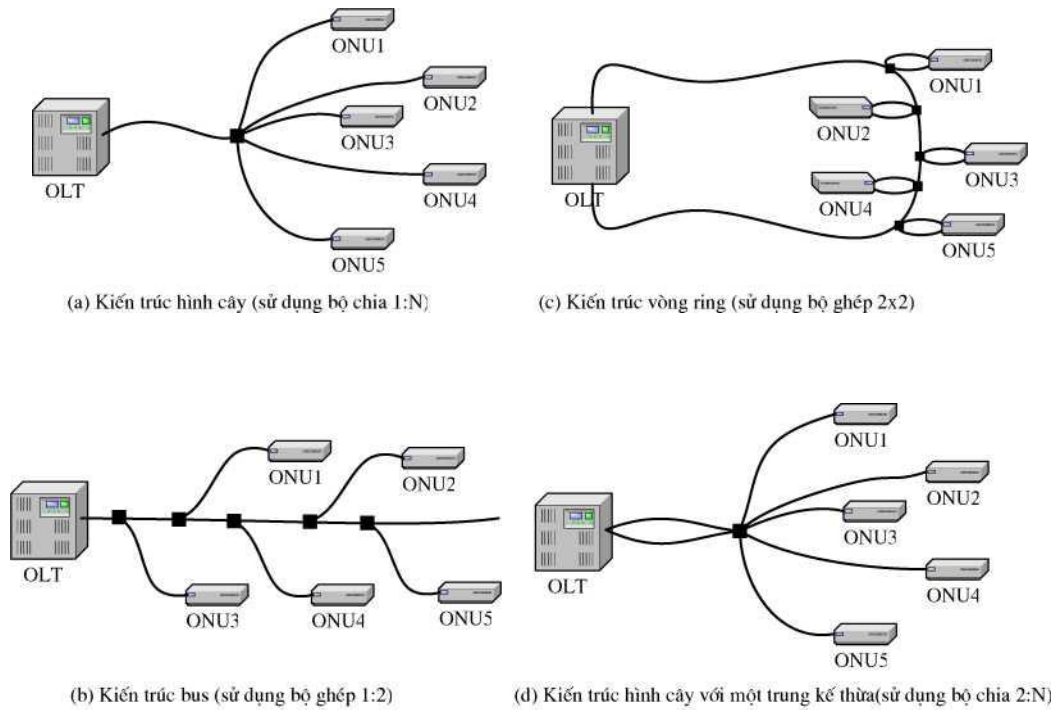
Mô hình mạng quang thụ động với các phần tử của nó được biểu diễn như trong Hình 1-1.



Hình 1-1: Mô hình mạng quang thụ động

Về mặt logic, PON được sử dụng như mạng truy nhập kết nối điểm - đa điểm, với một CO phục vụ cho nhiều thuê bao. Có một số cấu hình kết nối điểm - đa điểm phù hợp cho mạng truy nhập như cấu hình cây, cây và nhánh, vòng ring, hoặc bus như trong Hình 1-2.

Bằng cách sử dụng các bộ ghép 1:2 và bộ chia quang 1:N, PON có thể triển khai theo bất cứ cấu hình nào trong các cấu hình trên. Ngoài ra, PON còn có thể thu gọn lại thành các vòng ring kép, hay hình cây, hay một nhánh của cây. Tất cả các tuyến truyền dẫn trong PON đều được thực hiện giữa OLT và ONU. OLT nằm ở CO và kết nối mạng truy nhập quang với mạng đô thị (MAN) hay mạng diện rộng (WAN), được biết đến như là những mạng đường trục. ONU nằm tại vị trí đầu cuối người sử dụng (FTTH hay FTTB hoặc FTTC).



Hình 1-2: Các kiểu kiến trúc của PON

Trong các cấu hình trên, như cấu hình cây 1:N (a) hay cấu hình phân nhánh (b) được sử dụng phổ biến nhất. Đây là những cấu hình rất mềm dẻo, phù hợp với nhu cầu phát triển của thuê bao, cũng như những đòi hỏi ngày càng tăng về băng thông.

1.3. Các hệ thống PON đang được triển khai:

1.3.1. APON/BPON:

Từ năm 1995, có 7 nhà khai thác mạng hàng đầu thế giới đã lập nên nhóm FSAN (Full Service Access Network) với mục tiêu là thống nhất các tiêu chí cho mạng truy nhập băng rộng. Hiện nay các thành viên của FSAN đã tăng lên đến trên 40 trong đó có nhiều hãng sản xuất và cung cấp thiết bị viễn thông lớn trên thế giới.

Các thành viên của FSAN đã phát triển một tiêu chí cho mạng truy nhập PON sử dụng công nghệ ATM và giao thức lớp 2 của nó. Hệ thống này được gọi là APON (viết tắt của ATM PON). Cái tên APON sau đó được thay thế bằng BPON với ý diễn đạt PON băng rộng. Hệ thống BPON có khả năng cung cấp nhiều dịch vụ băng rộng như Ethernet, Video, đường riêng ảo (VPL), kênh thuê riêng, v.v... Năm 1997 nhóm FSAN đưa các đề xuất chỉ tiêu BPON lên ITU-T để thông qua chính thức. Từ đó, các tiêu chuẩn ITU G.983.x cho mạng BPON lần lượt được thông qua.

Hệ thống BPON hỗ trợ tốc độ không đối xứng 155 Mbps hướng lên và 622 Mbps hướng xuống hoặc tốc độ đối xứng 622 Mbps. Các hệ thống BPON đã được sử dụng nhiều ở nhiều nơi, tập trung ở Bắc Mỹ, Nhật Bản và một phần Châu Âu.

1.3.2. GPON:

Do đặc tính cấu trúc của BPON khó có thể nâng cấp lên tốc độ cao hơn 622

Mbps và mạng PON trên cơ sở nền ATM không tối ưu đối với lưu lượng IP, nhóm FSAN phát triển một hệ thống mạng PON mới từ năm 2001 với tốc độ 1Gbps hỗ trợ cả lưu lượng ATM và IP. Dựa trên các khuyến nghị của FSAN, từ năm 2003-2004, ITU-T đã chuẩn hóa một loạt các tiêu chuẩn cho mạng PON Gigabit (GPON) bao gồm G.984.1, G.984.2 và G.984.3.

Chuẩn GPON hiện nay được định nghĩa dựa trên các giao thức cơ bản của chuẩn SONET/SDH ITU. Các giao thức của nó khá đơn giản và đòi hỏi rất ít thủ tục. Chính vì thế mà hiệu suất băng thông của GPON đạt tới hơn 90%.

Các ưu điểm của GPON:

- Cung cấp dịch vụ bộ ba: hỗ trợ các dịch vụ âm thanh, dữ liệu và video truyền theo định dạng gốc của nó. Rất nhiều các dịch vụ Ethernet như QoS, VLAN, IGMP (*Internet Group Management Protocol*) và RSTP (*Rapid SpanningTree Protocol*) cũng được hỗ trợ.

- Hiệu suất và tốc độ đường truyền cao nhất: GPON hỗ trợ tốc độ bit cao nhất từ trước tới nay với tốc độ hướng xuống/ hướng lên tương ứng 2,488/1,244 Gbit/s. GPON cung cấp độ rộng băng lớn chưa từng có từ trước tới nay và là công nghệ tối ưu cho các ứng dụng của FTTH và FTTB.

Hiện nay cũng như trong tương lai GPON là công nghệ phù hợp cho việc truyền thông Ethernet/IP với việc hỗ trợ truyền tiếng nói và video qua PON bằng việc sử dụng giao thức SONET/SDH.

1.3.3. EPON:

Năm 2001, IEEE thành lập một nhóm nghiên cứu Ethernet in the First Mile (EFM) với mục tiêu mở rộng công nghệ Ethernet hiện tại sang mạng truy nhập vùng, hướng tới các mạng các mạng đến nhà thuê bao hoặc các doanh nghiệp với yêu cầu vẫn giữ các tính chất của Ethernet truyền thống. Ethernet PON được bắt đầu nghiên cứu trong thời gian gian này.

Ethernet PON (EPON) là mạng trên cơ sở PON mang lưu lượng dữ liệu gói trong các khung Ethernet được chuẩn hóa theo IEEE 802.3. Sử dụng mã đường truyền 8b/10B và hoạt động với tốc độ 1Gbps.

1.3.4. WDM-PON:

Công nghệ mạng quang thụ động sử dụng ghép kênh phân chia theo bước sóng Wavelength Division Multiplexing Passive Optical Network (WDM PON) là thế hệ kế tiếp của mạng truy nhập quang và cho băng thông lớn nhất. TDMPON (bao gồm BPON, GPON và GEAPON) sử dụng các bộ chia công suất quang thụ động, hướng xuống là quang bá và ONU nhận dữ liệu của mình thông qua nhãn địa chỉ nhúng, hướng lên sử dụng ghép kênh trong miền thời gian. WDMPON sử dụng các bộ ghép sóng WDM thụ động, hướng xuống mỗi ONU nhận dữ liệu trên một bước sóng, hướng lên các bước sóng khác nhau được ghép thông qua bộ ghép sóng WDM tới ONU. Do sử dụng một bước sóng cho mỗi ONU nên WDMPON có tính bảo mật và tính mềm dẻo tốt hơn. Công nghệ WDMPON sẽ là sự lựa chọn của tương lai và là bước phát triển kế tiếp cho các công nghệ mạng truy nhập

quang PON.

1.3.5. Nhận xét:

Vào giữa những năm 90, công nghệ APON (ATM - PON) đã được áp dụng để truyền tải dữ liệu và tiếng nói. Chậm hơn một chút là BPON, nó sử dụng cấu trúc chuyển đổi ATM ở các đường biên mạng. Tuy nhiên hiện nay mạng APON/BPON không được quan tâm phát triển do chỉ hỗ trợ dịch vụ ATM và tốc độ truy nhập thấp hơn nhiều so với các công nghệ hiện hữu khác như GPON hay EPON.

Các nghiên cứu hiện nay đang tập trung vào GPON và EPON/GEPON vì đây là các công nghệ mới hứa hẹn sẽ được triển khai rộng rãi trong mạng truy nhập băng rộng do các đặc điểm vượt trội của chúng so với các công nghệ khác.

Trong khi GEPON chỉ cung cấp tốc độ truyền là 1,25 Gbit/s thì GPON lại cho phép đạt tới tốc độ 2.448 Gbit/s. Và thậm chí, khi càng ngày nhiều các nhà cung cấp dịch vụ càng cố tiết kiệm chi phí bằng việc tận dụng tối đa băng thông thì có vẻ như GEPON đang dần trở thành một sự lựa chọn không được đánh giá cao. Với hiệu suất từ 50% - 70%, băng thông của GEPON bị giới hạn trong khoảng 600Mbps đến 900Mbps, trong khi đó GPON với việc tận dụng băng thông tối đa nó có thể cho phép các nhà cung cấp dịch vụ phân phối với băng thông lên đến 2300 Mbps.

Trong một nghiên cứu điển hình, hệ thống mạng GPON của Flexlight có thể đạt tới hiệu suất mạng 93%, điều đó có nghĩa là chỉ có 7% độ rộng băng tần được sử dụng cho việc quy định các thủ tục của giao thức truyền thông. Hiệu suất lớn, độ rộng băng tần lớn, GPON hứa hẹn mang lại nhiều lợi nhuận cho các nhà cung cấp dịch vụ. Trong khi đó APON, BPON, hay EPON lại tốn khá nhiều băng thông cho việc quy định các thủ tục truyền thông. Chính vì thế mà hiệu suất băng thông giảm đi đáng kể. Cụ thể là APON và BPON còn 70% và EPON còn 50%.

Đã được chuẩn hoá theo ITU-T G.984, GPON cho phép cung cấp đường truyền với các định dạng gốc như IP và TDM, đây thực sự là một giải pháp công nghệ PON đạt hiệu quả kinh tế có thể sử dụng cho cả các dịch vụ gia đình cũng như là cho các doanh nghiệp. Với những đặc tính hỗ trợ cao nhất và độ rộng băng tiêu dùng được nâng từ 10 MHz lên 100 MHz cho truyền dữ liệu Internet, đáp ứng được các yêu cầu cho nhiều dòng IPTV (*Internet Protocol Television*), và có thể hỗ trợ truyền thông cả SDTV (*Standard Definition Television*) và HDTV (*High Definition Television*), GPON đã thực sự được đánh giá là kinh tế hơn EPON.

Mặt khác trong khi tiêu chuẩn IEEE 803.2ah chỉ hỗ trợ 2 lớp ODN: lớp A và lớp B thì ITU-GT.984.2 GPON GPM hỗ trợ cả lớp C, lớp cấp cao hơn. Lớp C cho phép mạng PON mở rộng cự ly tới 20 Km, cung cấp cho số lượng lớn người dùng cuối, đạt tới 64 thậm chí 128 ONU/ONT.

Bên cạnh đó trong khi EPON chỉ hỗ trợ duy nhất một tốc độ truyền dẫn đối xứng 1,25/1,25 Gbps. ITU- T G.984.2 GPON GPM linh hoạt và biến đổi được hơn nhiều hơn, cho phép các tốc độ hướng xuống 1,25 và 2,5 Gbps, hướng lên cho phép 155 Mbps, 622 Mbps hay 1,25 và 2,5 Gbps. Cả hai công nghệ đều nhắm

tới thị trường truy nhập, bao gồm các ứng dụng Fiber-To-The-Home và Fiber-To-The-Building/Curb với đặc trưng là tốc độ truy nhập không đối xứng giữa hướng lên và hướng xuống. Thậm chí với sự phát triển của các ứng dụng dữ liệu thì cũng không có nhu cầu đến 1,25 Gbps trong hướng lên. Trong khi GPON cho phép các nhà cung cấp dịch vụ để thiết lập những tốc độ kết nối theo nhu cầu thực tế, EPON không thực hiện được điều này. Mặc dù đây không là một vấn đề lớn về chi phí đối với kết nối tốc độ cao, tuy nhiên để hỗ trợ 1.25 Gbps hướng lên, đòi hỏi phải cung cấp laser DFP ở đầu cuối và đi-ôt thác quang APD đắt tại trung tâm mạng quang CO.

Từ những so sánh trên có thể thấy rằng GPON thích hợp hơn so với EPON trong việc lắp đặt các hệ thống mạng để cung cấp các khả năng dự phòng cần thiết hỗ trợ cho O&M, khả năng tương thích cũng như là bảo mật. Đây là những điều kiện cần thiết để điều hành một mạng kích cỡ lớn.

1.4. Kết luận:

PON là mạng truy nhập có nhiều ưu điểm để triển khai các dịch vụ băng rộng (thoại, dữ liệu, video) giữa các khối kết cuối đường dây ở xa (ONUs) và kết cuối mạng (OLT). Không như mạng quang tích cực AON, chẳng hạn như mạng SONET/SDH, cần các bộ chuyển đổi quang điện tại mỗi nút, mạng quang thụ động PON sử dụng các bộ ghép và chia quang thụ động để phân bổ lưu lượng quang. Một mạng PON có thể tập trung lưu lượng từ 64 ONU đến một OLT được đặt tổng đài nội hạt (CO) theo kiến trúc hình cây, bus, hoặc vòng ring chống lỗi.

Giống như mạng SONET/SDH, PON là công nghệ truyền tải của lớp một. Từ trước đến nay, hầu hết các vòng ring quang trong mạng viễn thông đều sử dụng các thiết bị truyền dẫn SONET/SDH. Các vòng ring này đều sử dụng các bộ phát lại tại mỗi nút, với khoảng cách giữa các nút đã được tối ưu hoá cho mạng đường trục hay mạng đô thị, tuy nhiên, đây không phải là sự lựa chọn tốt nhất cho mạng truy nhập nội hạt. Mạng PON ngoài việc giải quyết các vấn đề về băng thông, nó còn có ưu điểm là chi phí lắp đặt thấp do nó tận dụng được những sợi quang trong mạng đã có từ trước. PON cũng dễ dàng và thuận tiện trong việc ghép thêm các ONU theo yêu cầu của các dịch vụ, trong khi đó việc thiết lập thêm các nút trong mạng tích cực khá phức tạp do việc cấp nguồn tại mỗi nút mạng, và trong mỗi nút mạng đều cần có các bộ phát lại.

Không giống như trong mạng tích cực SONET/SDH, PON có thể hoạt động với chế độ không đối xứng. Chẳng hạn, một mạng PON có thể truyền dẫn theo luồng OC-12 (622 Mbits/s) ở đường xuống và truy nhập theo luồng OC-3 (155 Mbits/s) ở đường lên. Một mạng không đối xứng như vậy sẽ giúp cho chi phí của các ONU giảm đi rất nhiều, do chỉ phải sử dụng các bộ thu phát giá thành thấp hơn. Còn đối với mạng SONET/SDH là đối xứng, do đó trong vòng ring OC-12, tất cả các card nối với các ADM đều phải có giao diện OC-12.

Ngoài ra, ở một góc độ nào đó PON còn có khả năng chống lỗi cao hơn SONET/SDH. Do các nút của mạng PON nằm ở bên ngoài mạng, nên tổn hao năng lượng trên các nút này không gây ảnh hưởng gì đến các nút khác. Điều này là không thể đối với mạng SONET/SDH, do quá trình phát lại ở mỗi nút mạng.

Khả năng một nút mất năng lượng mà không làm ngắt mạng là rất quan trọng đối với mạng truy nhập, do các nhà cung cấp không thể đảm bảo được năng lượng dự phòng cho tất cả các đầu cuối ở xa.

Với những lý do như trên, công nghệ PON được coi là một giải pháp đầy hứa hẹn để giải quyết vấn đề tắc nghẽn băng thông trong mạng truy nhập, cho phép triển khai các dịch vụ băng rộng và có tính tương tác. Trong thời gian ngắn trước mắt, ứng dụng của công nghệ PON có thể là nhà cung cấp cho các công ty điện thoại, mạng cáp TV, và cho các nhà cung cấp dịch vụ mạng vô tuyến. Với việc đưa ra một giải pháp với giá thành hạ, băng tần cao, có khả năng chống lỗi, công nghệ PON sẽ là giải pháp tốt nhất cho mạng thế hệ sau, cũng như cho mạng truy nhập băng rộng.

CHƯƠNG 2. CÔNG NGHỆ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG GPON

2.1. Giới thiệu chung:

GPON (Gigabit Passive Optical Network) định nghĩa theo chuẩn ITU-T G.984. GPON được mở rộng từ chuẩn BPON G.983 bằng cách tăng băng thông, nâng hiệu suất băng thông nhờ sử dụng gói lớn, có độ dài thay đổi và tiêu chuẩn hóa quản lý. Thêm nữa, chuẩn cho phép sự lựa chọn của tốc độ bit, nhưng kỹ nghệ hội tụ trên 2,488 Mbit/s của băng thông luồng xuống và 1,244 Mbit/s của băng thông luồng lên. Phương thức đóng gói GPON - GEM (GPON Encapsulation Method) cho phép đóng gói lưu lượng người dùng rất hiệu quả, với sự phân đoạn khung cho phép chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) cao hơn phục vụ lưu lượng nhạy cảm như truyền thoại và video. GPON hỗ trợ tốc độ cao hơn, tăng cường bảo mật và chọn lớp 2 giao thức (ATM, GEM, Ethernet tuy nhiên trên thực tế ATM chưa từng được sử dụng). Điều đó cho phép GPON phân phối thêm các dịch vụ tới nhiều thuê bao hơn với chi phí thấp hơn cũng như cho phép khả năng tương thích lớn hơn giữa các nhà cung cấp thiết bị.

2.2. Tình hình chuẩn hóa GPON:

Tiếp tục trên khả năng của kiến trúc sợi quang tới hộ gia đình FTTH (Fiber To The Home) đã được thực hiện trong những năm 1990 bởi nhóm công tác mạng truy nhập dịch vụ đầy đủ FSAN (Full Service Access Network), được hình thành bởi các nhà cung cấp dịch vụ và hệ thống lớn. Hiệp hội viễn thông quốc tế ITU (International Telecommunications Union) làm các công việc tiếp theo tính từ lúc chuẩn hóa trên hai thế hệ của tiêu chuẩn mạng quang thụ động APON/BPON và GPON. Chuẩn cũ hơn ITU-T G.983 trên nền chế độ truyền tải không đồng bộ ATM (Asynchronous transfer mode) và vì vậy được xem như APON (ATM PON). Sự phát triển cao hơn của chuẩn APON gốc cũng như với sự dần mất ưa chuộng của ATM như một giao thức chung dẫn đến phiên bản đầy đủ, cuối cùng của ITU-T G.983 được xem như chuẩn PON băng rộng hay BPON (Broadband PON). Một mạng APON/BPON điển hình cung cấp tốc độ 622 Mbit/s luồng xuống và 155 Mbit/s luồng lên, mặc dù chuẩn cho phép tốc độ cao hơn.

GPON được ITU-T chuẩn hóa theo chuẩn G.984 bắt đầu từ năm 2003, mở rộng từ chuẩn BPON G.983.

ITU-T G.984.1 (03/2003) “G-PON: General characteristics”: cung cấp các giao diện mạng người dùng (UNI), giao diện nút dịch vụ (SNI) và một số dịch vụ. Chuẩn này kế thừa hệ thống G.982 (APON) và G.983.X (BPON) bằng việc xem xét lại dịch vụ hỗ trợ, chính sách bảo mật, tốc độ bit danh định.

ITU-T G.984.2 (03/2003) “G-PON: PMD layer specification”: chỉ ra các yêu cầu cho lớp vật lý và các chi tiết kỹ thuật cho lớp PMD. Nó bao gồm các hệ thống có tốc độ hướng xuống 1244.160 Mbit/s, 2488.320 Mbit/s và hướng lên 155.520 Mbit/s, 622.080 Mbit/s, 1244.160 Mbit/s, 2488.320 Mbit/s. Mô tả cả hệ thống GPON đối xứng và bất đối xứng.

ITU-T G.984.2 Adm 1 (02/2006): thêm phụ lục cho ITU-T G.984.2, các xác minh về khả năng chấp nhận giá thành sản xuất công nghiệp đối với hệ thống G-PON 2.488/1.244 Gbit/s.

ITU-T G.984.3 (02/2004) “G-PON: TC layer specification”: mô tả lớp hội tụ truyền dẫn (Transmission convergence - TC) cho các mạng G-PON bao gồm định dạng khung, phương thức điều khiển truy nhập môi trường, phương thức ranging, chức năng OAM và bảo mật.

ITU-T G.984.3 Adm1 (07/2005): cải tiến chỉ tiêu kỹ thuật lớp TC, sửa đổi hiệu chỉnh về từ ngữ G.984.3.

ITU-T G.984.3 Adm2 (03/2006): thêm thông tin phụ lục ITU-T G.984.3 cho phần kỹ thuật và định dạng tín hiệu hướng xuống.

ITU-T G.984.3 Adm3 (12/2006): sáng tỏ và cô đọng nội dung ITU-T G.984.3.

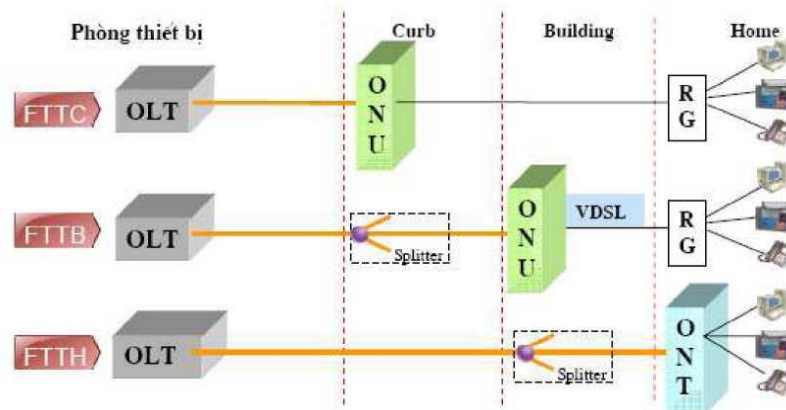
ITU-T G.984.4 (06/2004) “G-PON: ONT management and control interface specification”: cung cấp chỉ tiêu kỹ thuật giao diện điều khiển (OMCI) và quản lý ONT các hệ thống GPON.

ITU-T G.984.4 Adm1 (06/2005): sửa đổi bổ sung ITU-T G.984.4.

ITU-T G.984.4 Adm2 (03/2006): sửa đổi bổ sung ITU-T G.984.4.

ITU-T G.984.4 Adm3 (03/2006): làm rõ nghĩa cho phần G-OMCI, mô tả các mức cảnh báo, giới hạn tốc độ các cổng Ethernet, OMCI cho OMCI, vận chuyển lưu lượng pseudowire.

2.3. Kiến trúc GPON:



Hình 2-1: Kiến trúc mạng GPON

Hình 2-1 mô tả cấu hình hệ thống G-PON bao gồm OLT, các ONU, một bộ chia quang và các sợi quang. Sợi quang được kết nối tới các nhánh OLT tại bộ chia quang ra 64 sợi khác và các sợi phân nhánh được kết nối tới ONU.

Thiết bị:

- OLT (Optical Line Terminal): thiết bị kết cuối cáp quang tích cực lắp đặt tại phía nhà cung cấp dịch vụ thường được đặt tại các đài trạm.

- ONT (Optical Network Terminal): thiết bị kết cuối mạng cáp quang tích cực, kết nối OLT thông qua mạng phân phối quang (ODN) dùng cho trường hợp cung cấp kết nối quang tới nhà thuê bao (FTTH).

- ONU (Optical Network Unit): thiết bị kết cuối mạng cáp quang tích cực, kết nối với OLT thông qua mạng phân phối quang (ODN) thường dùng cho trường hợp kết nối tới building hoặc tới các vỉa hè, cabin (FTTB, FTTC, FTTCab).

- Bộ chia/ghép quang thụ động (Splitter): dùng để chia/ghép thụ động tín hiệu quang từ nhà cung cấp dịch vụ đến khách hàng và ngược lại giúp tận dụng hiệu quả sợi quang vật lý. Splitter thường được đặt tại các điểm phân phối quang (DP) và các điểm truy nhập quang (AP). Bộ chia/ghép quang sẽ có 2 loại, một loại đặt tại các nhà trạm viễn thông sử dụng các tủ kiểu indoor, loại thứ 2 sẽ là loại thiết bị được bọc kín có thể mở ra được khi cần thiết và đặt tại các điểm măng xông.

- FDC (Fiber Distribution Cabinet): tủ phối quang.

- FDB (Fiber Distribution Box): hộp phân phối quang loại nhỏ.

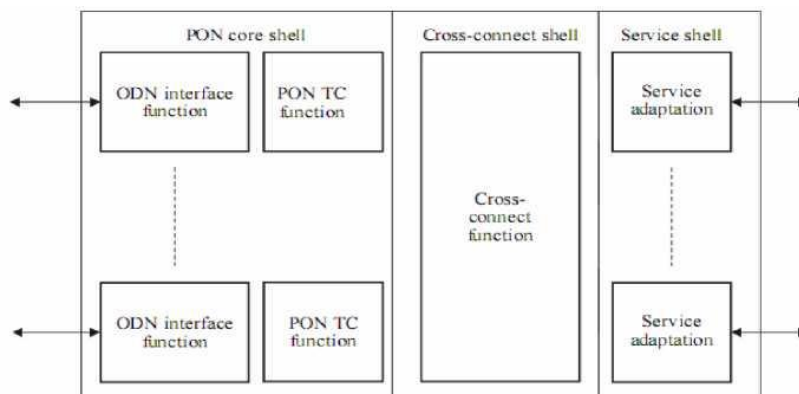
2.3.1. Kết cuối đường quang OLT:

OLT được kết nối tới mạng chuyển mạch thông qua các giao diện được chuẩn hoá. Ở phía phân tán, OLT đưa ra giao diện truy nhập quang tương ứng với các chuẩn G-PON như tốc độ bit, quỹ công suất, jitter,....

OLT bao gồm ba phần chính:

- Chức năng giao diện cổng dịch vụ.
- Chức năng kết nối chéo.
- Giao diện mạng phân tán quang.

Các khối OLT chính được mô tả trong hình sau:



Hình 2-2: Các khối chức năng của OLT

1) PON core shell:

Khối này gồm hai phần, phần giao diện ODN và chức năng PON TC. Chức năng của PON TC bao gồm tạo khung, điều khiển truy cập phương tiện, OAM, DBA và quản lý ONU. Mỗi PON TC có thể lựa chọn hoạt động theo một chế độ ATM, GEM và Dual.

2) Cross-connect shell:

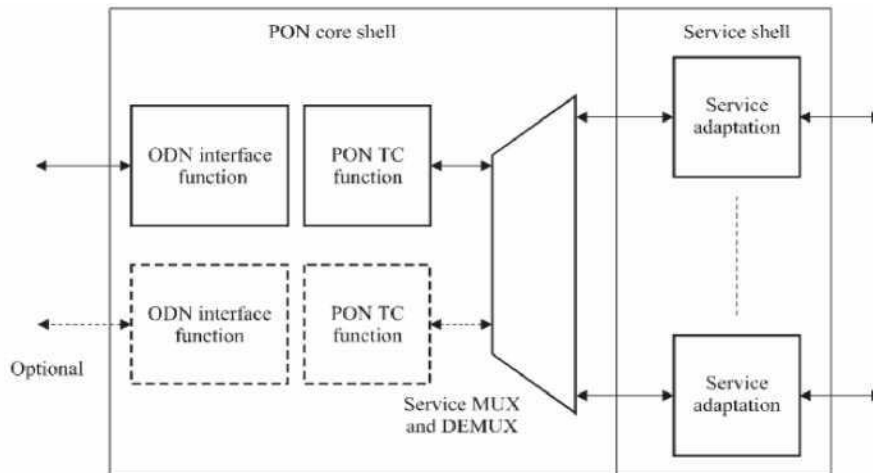
Cross-connect shell cung cấp đường truyền thông giữa PON core shell và Service shell. Các công nghệ sử dụng cho đường này phụ thuộc vào các dịch vụ, kiến trúc bên trong của OLT và các yếu tố khác. OLT cung cấp chức năng kết nối chéo tương ứng với các chế độ được lựa chọn (ATM, GEM hoặc Dual).

3) Service shell:

Phần này hỗ trợ chuyển đổi giữa các giao diện dịch vụ và giao diện khung TC của phần PON.

2.3.2. Khối mạng quang ONU:

Các khối chức năng của GPON ONU hầu hết đều giống như của OLT. Vì ONU hoạt động chỉ với một giao diện PON đơn (hoặc nhiều nhất là hai giao diện với mục đích bảo vệ), chức năng kết nối chéo có thể bị bỏ đi. Tuy nhiên, thay cho chức năng này, chức năng dịch vụ MUX và DMUX được hỗ trợ để xử lý lưu lượng. Cấu hình điển hình của một ONU được mô tả trên hình 2-3. Mỗi PON TC lựa chọn một chế độ ATM, GEM và Dual để hoạt động.



Hình 2-3: Các khối chức năng của ONU

2.3.3. Mạng phân phối quang ODN:

Mạng phân phối quang kết nối giữa một OLT với một hoặc nhiều ONU sử dụng thiết bị tách/ghép quang và mạng cáp quang thuê bao.

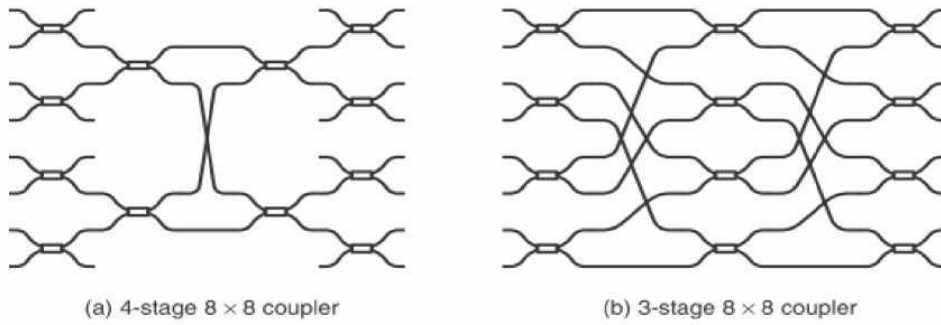
* Bộ tách/ghép quang:

GPON sử dụng thiết bị thụ động để chia tín hiệu quang từ một sợi để truyền đi trên nhiều sợi và ngược lại, kết hợp các tín hiệu quang từ nhiều sợi thành tín hiệu trên một sợi. Thiết bị này được gọi là bộ tách/ghép quang.

Dạng đơn giản nhất của nó là một bộ ghép quang bao gồm hai sợi quang được hàn dính vào nhau. Tín hiệu nhận được ở bất cứ đầu vào nào cũng bị chia thành hai phần ở đầu ra. Tỷ lệ phân chia của bộ tách/ghép có thể được điều khiển bởi độ dài của mỗi hàn và vì vậy đây được coi là tham số không đổi.

Các bộ tách/ghép NxN được chế tạo bằng cách ghép tầng nhiều bộ 2x2 với

nhau như hình 2-4 hoặc sử dụng công nghệ ống dẫn sóng phẳng.



Hình 2-4: Các bộ ghép 8x8 được tạo ra từ các bộ ghép 2x2

Các bộ tách/ghép được đặc trưng bằng các tham số sau đây:

Suy hao chia - là tỷ lệ giữa công suất đầu ra và công suất đầu vào của bộ ghép, tính theo dB. Với một bộ 2x2 lý tưởng, giá trị này là 3 dB. Hình 2-4 biểu diễn hai mô hình của bộ 8x8 dựa trên các bộ 2x2. Trong mô hình 4 tầng (Hình 2-4a), chỉ có 1/16 công suất đầu vào được đưa tới từng đầu ra. Hình 2-4b biểu diễn mô hình thiết kế hiệu quả hơn, mỗi đầu ra sẽ nhận được 1/8 công suất của đầu vào.

Suy hao ghép - Đây là công suất bị tổn hao do quá trình sản xuất, giá trị này thông thường khoảng 0.1 dB đến 1 dB.

Điều hướng - Đây là mức công suất đo được ở đầu vào bị dò từ một đầu vào khác. Với những bộ tách/ghép là thiết bị có khả năng định hướng cao thì tham số điều hướng khoảng từ 40 đến 50 dB.

Thông thường, các bộ tách/ghép thường chỉ được chế tạo với một đầu vào hoặc một đầu ra. Bộ tách/ghép có một đầu vào ta gọi là bộ chia (tách), còn bộ có một đầu ra ta gọi là bộ kết hợp (ghép). Tuy nhiên, cũng có những bộ 2x2 được chế tạo không đối xứng (với tỷ số chia khoảng 5/95 hoặc 10/90). Loại tách/ghép này chủ yếu được dùng để trích ra một phần tín hiệu quang cho mục đích kiểm tra, được gọi là bộ ghép rẽ.

* Mạng cáp quang thuê bao:

Mạng cáp thuê bao quang được xác định trong phạm vi ranh giới từ giao tiếp sợi quang giữa thiết bị OLT đến thiết bị ONU/ONT.



Hình 2-5: Cấu trúc cơ bản mạng cáp quang thuê bao

Mạng cáp quang thuê bao được cấu thành bởi các thành phần chính như sau:

- Cáp quang gốc (Feeder Cable): xuất phát từ phía nhà cung cấp dịch vụ (hay còn gọi chung là Central Office) tới điểm phân phối được gọi là DP (Distribution Point).
- Điểm phân phối sợi quang (DP): là điểm kết thúc của đoạn cáp gốc. Trên thực tế triển khai, điểm phân phối sợi quang thường là mạng xông quang, hoặc các tủ cáp quang phối, ưu tiên dùng mạng xông quang.
- Cáp quang phối (Distribution Optical Cable): xuất phát từ điểm phối quang (DP) tới các điểm truy nhập mạng (AP - Access Point) hay từ các tủ quang phối tới các tập điểm quang.
- Cáp quang thuê bao (Drop Cable): xuất phát từ các điểm truy nhập mạng (AP) hay là từ các tập điểm quang đến thuê bao.
- Hệ thống quản lý mạng quang (FMS - Fiber Management System) được sử dụng để bảo dưỡng và xử lý sự cố.
- Điểm quản lý quang (FMP - Fiber Management Point): dễ dàng cho xử lý sự cố và phát hiện đứt đường.

2.2. Thông số kỹ thuật:

Các thông số kỹ thuật cơ bản của mạng GPON:

Tốc độ truyền dẫn:

- 0,15552 Gbps đường lên, 1,24416 Gbps đường xuống.
- 0,62208 Gbps đường lên, 1,24416 Gbps đường xuống.
- 1,24416 Gbps đường lên, 1,24416 Gbps đường xuống.
- 0,15552 Gbps đường lên, 2,48832 Gbps đường xuống.
- 0,62208 Gbps đường lên, 2,48832 Gbps đường xuống.
- 1,24416 Gbps đường lên, 2,48832 Gbps đường xuống.
- 2,48832 Gbps đường lên, 2,48832 Gbps đường xuống.

Các thông số kỹ thuật khác:

- Bước sóng: 1260-1360nm đường lên; 1480-1500nm đường xuống.
- Đa truy nhập hướng lên: TDMA.
- Cấp phát băng thông động DBA (Dynamic Bandwidth Allocation).
- Loại lưu lượng: dữ liệu số.
- Khung truyền dẫn: GEM.
- Dịch vụ: dịch vụ đầy đủ (Ethernet, TDM, POTS).
- Tỷ lệ chia của bộ chia thụ động: tối đa 1:128.

- Giá trị BER lớn nhất: 10^{-12} .
- Phạm vi công suất sử dụng luồng xuống: -3 đến +2 dBm (10km ODN) hoặc +2 đến +7 (20Km ODN).
- Phạm vi công suất sử dụng luồng lên: -1 đến +4 dBm (10Km và 20Km ODN).
- Loại cáp: tiêu chuẩn ITU-T Rec. G.652.
- Suy hao tối đa giữa các ONU: 15dB.
- Cự ly cáp tối đa: 20Km với DFB laser luồng lên, 10Km với Fabry-Perot.

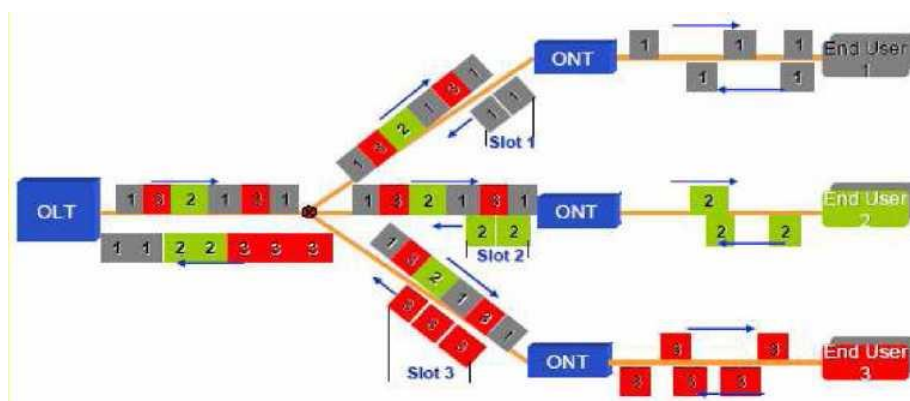
2.3. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh:

Công nghệ truyền dẫn đa truy nhập là các kỹ thuật chia sẻ tài nguyên hữu hạn cho một lượng khách hàng. Trong hệ thống GPON, tài nguyên chia sẻ chính là băng tần truyền dẫn. Người sử dụng cùng chia sẻ tài nguyên này bao gồm thuê bao, nhà cung cấp dịch vụ, nhà khai thác và những thành phần mạng khác. Tuy không còn là một lĩnh vực mới mẻ trong ngành viễn thông trên thế giới nhưng các kỹ thuật truy nhập cũng là một trong những công nghệ đòi hỏi những yêu cầu ngày càng cao để hệ thống thoả mãn được các yêu cầu về độ ổn định cao, thời gian xử lý thông tin và trễ thấp, tính bảo mật và an toàn dữ liệu cao.

2.3.1. Kỹ thuật truy nhập:

Kỹ thuật truy nhập được sử dụng phổ biến trong các hệ thống GPON hiện nay là đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA).

TDMA là kỹ thuật phân chia băng tần truyền dẫn thành những khe thời gian kế tiếp nhau. Những khe thời gian này có thể được ấn định trước cho mỗi khách hàng hoặc có thể phân theo yêu cầu tùy thuộc vào phương thức chuyển giao đang sử dụng. Hình 2-6 dưới đây là một ví dụ về việc sử dụng TDMA trên GPON hình cây. Mỗi thuê bao được phép gửi số liệu đường lên trong khe thời gian riêng biệt. Bộ tách kênh sắp xếp số liệu đến theo vị trí khe thời gian của nó hoặc thông tin được gửi trong bản thân khe thời gian. Số liệu đường xuống cũng được gửi trong những khe thời gian xác định.



Hình 2-6: TDMA GPON

GPON sử dụng kỹ thuật TDMA có ưu điểm rất lớn đó là các ONU có thể hoạt động trên cùng một bước sóng, và OLT hoàn toàn có khả năng phân biệt được lưu lượng của từng ONU. OLT cũng chỉ cần một bộ thu, điều này sẽ dễ dàng cho việc triển khai thiết bị, giảm được chi phí cho các quá trình thiết kế, sản xuất, hoạt động và bảo dưỡng. Ngoài ra, việc sử dụng kỹ thuật này còn có một ưu điểm là có thể lắp đặt dễ dàng thêm các ONU nếu có nhu cầu nâng cấp mạng

Một đặc tính quan trọng của GPON sử dụng TDMA là yêu cầu bắt buộc về đồng bộ của lưu lượng đường lên để tránh xung đột số liệu. Xung đột này sẽ xảy ra nếu hai hay nhiều gói dữ liệu từ những thuê bao khác nhau đến bộ ghép cùng một thời điểm. Tín hiệu này đè lên tín hiệu kia và tạo thành tín hiệu ghép. Phía đầu xa không thể nhận dạng được chính xác tín hiệu tới, kết quả là sinh ra một loạt lỗi bit và suy giảm thông tin đường lên, ảnh hưởng đến chất lượng của mạng. Tuy nhiên các vấn đề trên đều được khắc phục với cơ chế định cỡ và phân định băng thông động của GPON mà chúng ta sẽ đề cập ở phần sau.

2.3.2. Phương thức ghép kênh:

Phương thức ghép kênh trong GPON là ghép kênh song hướng. Các hệ thống GPON hiện nay sử dụng phương thức ghép kênh phân chia không gian.

Đây là giải pháp đơn giản nhất đối với truyền dẫn song hướng. Nó được thực hiện nhờ sử dụng những sợi riêng biệt cho truyền dẫn đường lên và xuống. Sự phân cách vật lý của các hướng truyền dẫn tránh được ảnh hưởng phản xạ quang trong mạng và cũng loại bỏ vấn đề kết hợp và phân tách hai hướng truyền dẫn. Điều này cho phép tăng được quỹ công suất trong mạng. Việc sử dụng hai sợi quang làm cho việc thiết kế mạng mềm dẻo hơn và làm tăng độ khả dụng bởi vì chúng ta có thể mở rộng mạng bằng cách sử dụng những bộ ghép kênh theo bước sóng trên một hoặc hai sợi. Khả năng mở rộng này cho phép phát triển dần dần những dịch vụ mới trong tương lai. Hệ thống này sẽ sử dụng cùng bước sóng, cùng bộ phát và bộ thu như nhau cho hai hướng nên chi phí cho những phần tử quang-điện sẽ giảm.

Nhược điểm chính của phương thức này là cần gấp đôi số lượng sợi, mỗi hàn và connector và trong GPON hình cây thì số lượng bộ ghép quang cũng cần gấp đôi. Tuy nhiên chi phí về sợi quang, phần tử thụ động và kỹ thuật hàn nối vẫn đang giảm và trong tương lai nó chỉ chiếm tỷ lệ nhỏ trong toàn bộ chi phí hệ thống.

2.4. Phương thức đóng gói dữ liệu:

GPON định nghĩa hai phương thức đóng gói ATM và GEM (GPON Encapsulation Method). Các ONU và OLT có thể hỗ trợ cả T-CONT nên ATM hoặc GEM.

Phương thức đóng gói dữ liệu GPON (GPON Encapsulation Method - GEM) sử dụng để đóng gói dữ liệu qua mạng GPON. GEM cung cấp khả năng thông tin kết nối định hướng tương tự ATM. GPON cho phép hỗ trợ nhiều loại hình dịch vụ khách hàng khác nhau. Khách hàng ATM được sắp xếp trong suốt vào khung GEM trên cả hai hướng. Khách hàng TDM được sắp xếp vào khung GEM sử dụng thủ tục đóng gói GEM. Các gói dữ liệu bao gồm cả các khung

Ethernet cũng được sắp xếp sử dụng thủ tục đóng gói.

GEM. GEM cũng hỗ trợ việc phân mảnh hoặc chia nhỏ các khung lớn thành các phân mảnh nhỏ và ghép lại ở đầu thu nhằm giảm trễ cho các lưu lượng thời gian thực. Lưu lượng dữ liệu bao gồm các khung Ethernet, các gói tin IP, IPTV, VoIP và các loại khác giúp cho truyền dẫn khung GEM hiệu quả và đơn giản. GPON sử dụng GEM mang lại hiệu quả cao trong truyền dẫn tải tin IP nhờ sử dụng tới 95% băng thông cho phép trên kênh truyền dẫn.

2.5. Định cỡ và phân định băng tần động:

2.5.1. Thủ tục định cỡ (Ranging):

Để một ONU có thể vận hành trong mạng PON nó phải được ranging (xác định cự ly giữa ONU là OLT). Cự ly ranging tối đa của mạng PON hiện quy định là 20km. Khoảng cách từ OLT tới ONU là khác nhau với mỗi ONU và do đó trễ khứ hồi RTD (Round Trip Delay) từ mỗi ONU tới OLT là khác nhau. Trừ phi trễ khứ hồi RTD được xác định chính xác thì định thời truyền dẫn sẽ không thể thực hiện. Vì vậy nếu có một ONU mới kết nối với mạng thì trước hết cần đo RTD. Bằng lệnh của hệ thống vận hành, OLT tự động tạo ra cửa sổ ranging phù hợp để đo trễ và xác định ONU để truyền tín hiệu cho phép đo trễ. Chiều dài của cửa sổ ranging được thiết lập tùy theo khoảng cách giữa OLT và ONU.

Có hai cách xác định ONU cho quá trình ranging. Một phương pháp xác định duy nhất ONU đã đăng ký và phương pháp khác xác định tất cả các ONU chưa đăng ký. Trong phương pháp thứ nhất, một ONU với số ID riêng được xác định trong hệ thống vận hành. Trong phương pháp thứ hai OLT không biết số ID riêng của mỗi ONU, khi đó sẽ có vài ONU có thể truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ diễn ra liên tục. Một biện pháp giảm xung đột trong quá trình ranging là truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ với một khoảng thời gian chờ ngẫu nhiên, gần giống như phương pháp được sử dụng trong Ethernet (CSMA/CD). Thậm chí nếu có xảy ra xung đột ngay bước đầu thì vẫn có thể tiến hành đo trễ bằng cách lặp lại quá trình truyền dẫn hai hay ba lần.

Vì dữ liệu thuê bao không được truyền trước khi quá trình ranging kết thúc nên sẽ không làm tăng trễ truyền dẫn dữ liệu. Ngoài ra thời gian chờ ngẫu nhiên được sử dụng để chống xung đột không được bao gồm trong phép đo trễ khứ hồi RTD.

Thủ tục ranging của GPON được chia thành 2 pha. Ở pha thứ nhất đăng ký số sêri cho ONU chưa đăng ký và cấp phát ONU-ID cho ONU đã thực hiện. Số sêri là ID xác định ONU và phải là duy nhất, đồng thời ONU-ID được sử dụng để điều khiển, theo dõi và kiểm tra ONU.

Các bước trong pha thứ nhất:

1. OLT xác định tất cả các ONU hiện đang hoạt động để cho dừng quá trình truyền dẫn (các ONU ngừng truyền dẫn - (1) ONU halt).

2. OLT xác định ONU không có ONU-ID để yêu cầu truyền số sêri (bản tin yêu cầu số sêri - (2) serial_number request).

3. Sau khi nhận được yêu cầu truyền số sêri, ONU không có ONU-ID sẽ truyền số sêri (quá trình truyền số sêri - (3) SN transmission) sau khi chờ một khoảng thời gian ngẫu nhiên (tối đa 50ms).

4. OLT chỉ định một ONU-ID tới ONU chưa đăng ký mà OLT đã nhận được số sêri (bản tin chỉ định ONU-ID - (4) assign ONU-ID).

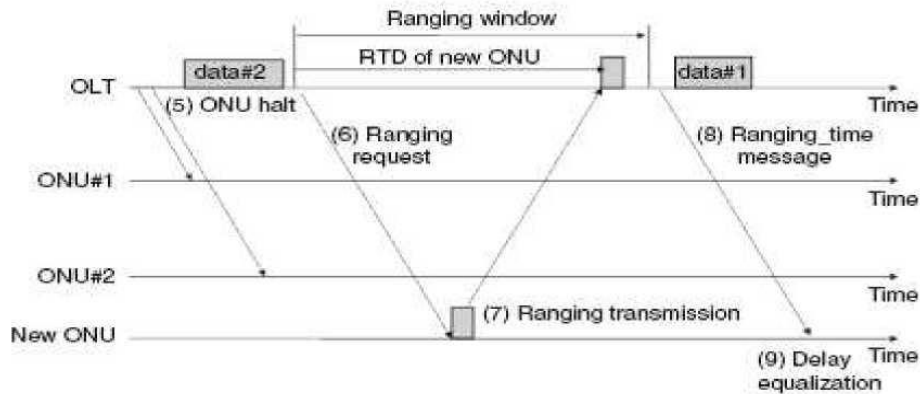


Figure 5.4 GPON ranging phase 2: delay measurements.

Hình 2-7: GPON Ranging pha 2

Trong pha tiếp theo RTD được đo cho mỗi ONU đã đăng ký mới. Thêm vào đó pha này cũng được áp dụng cho các ONU bị mất tín hiệu trong quá trình thông tin.

Các bước trong pha thứ hai bao gồm:

1. OLT xác định tất cả các ONU đang thông tin để cho dừng quá trình truyền dẫn luồng lên (các ONU ngừng truyền dẫn - (5) ONU halt).

2. Sử dụng các số sêri, OLT xác định một ONU nhất định và chỉ ONU đó được truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ (bản tin yêu cầu ranging - (6) ranging request).

3. ONU có số sêri trùng với số sêri OLT đã xác định sẽ truyền tín hiệu cho quá trình đo trễ (quá trình truyền ranging - (7) ranging transmission), bao gồm cả ONU-ID đã chỉ định trong pha 1.

4. OLT đo RTD phụ thuộc vào thời gian mà tín hiệu sử dụng cho phép đo trễ được thu. Hơn nữa, sau khi xác nhận sự kết hợp giữa số sêri và ONU-ID là đúng, OLT thông báo trễ cân bằng (Equalization Delay = $T_{eqd} - RTD$) tới ONU (bản tin thời gian ranging - (8) Ranging_time message). Trong đó T_{eqd} là hằng số và giá trị RTD lớn nhất được xác định trong mạng PON. Ví dụ với khoảng cách tối đa 20km thì $T_{eqd} = 200ms$.

5. ONU lưu giá trị trễ cân bằng và tạo trễ định thời cho chuỗi dữ liệu truyền dẫn luồng lên với giá trị này.

2.5.2. Phương thức cấp phát băng thông:

Tại hướng lên băng thông được sử dụng bởi các ONU không chỉ phụ thuộc vào bối cảnh lưu lượng tại các ONU có liên quan mà đồng thời liên quan đến lưu

lượng tại các ONU khác trong mạng. Vì sử dụng môi trường chia sẻ băng thông nên lưu lượng truyền bởi mỗi ONU có khả năng bị xung đột và quá trình truyền lại làm giảm hiệu suất. Do đó hướng lên GPON sử dụng phương thức cấp phát băng thông động DBA (Dynamic Bandwidth Assignment). Các khung truyền dẫn hướng lên được chia thành 5 loại I đến V.

- TCONT (Transmission Container) sử dụng để quản lý việc cấp phát băng thông hướng lên.

- Dịch vụ loại I - TCONT trên cơ sở được cấp phát băng thông cố định hay là dịch vụ yêu cầu băng thông cố định, không được phục vụ bởi DBA.

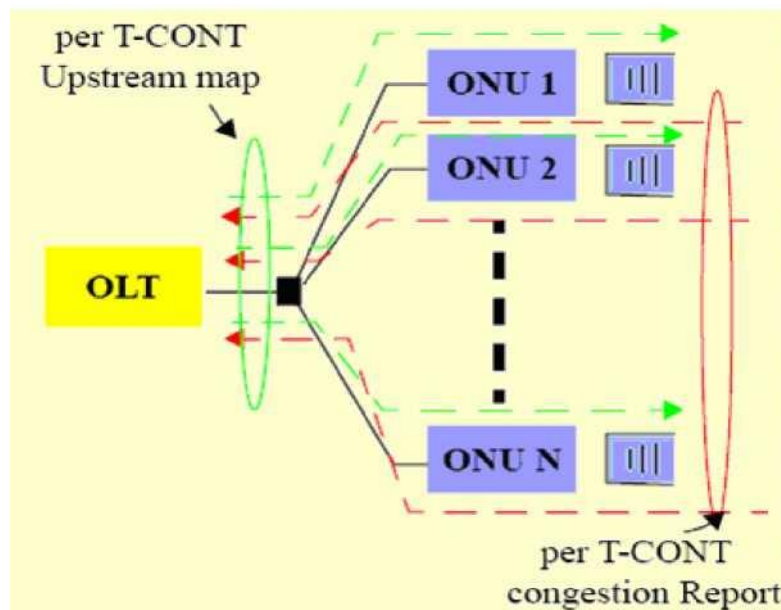
- Loại II - TCONT cho dịch vụ có tốc độ bit thay đổi với yêu cầu về trễ và jitter như truyền hình và VoIP.

- Loại III - TCONT cho các dịch vụ được đảm bảo về trễ.

- Loại IV - TCONT cho lưu lượng best-effort.

- Loại V - TCONT là kết hợp của hai hay nhiều loại x - TCONT ở trên.

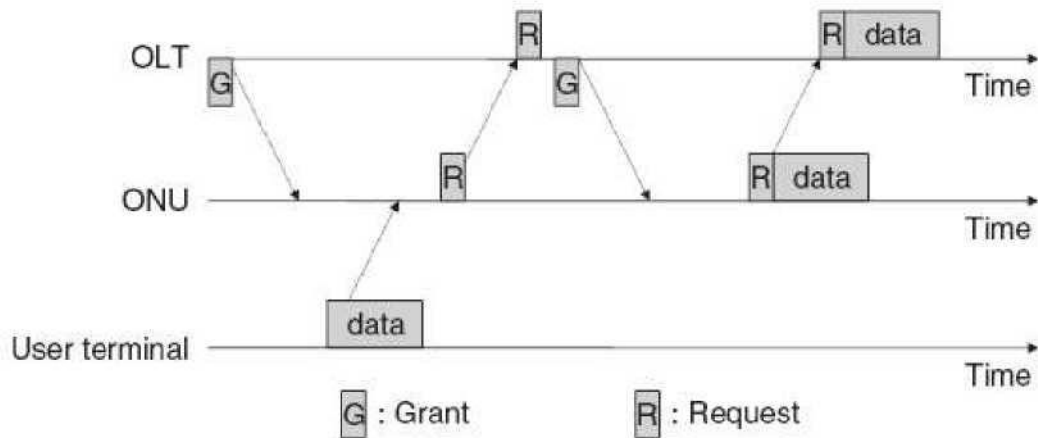
Báo cáo mẫu lưu lượng gửi tới OLT bởi mỗi ONU bao gồm mẫu của mỗi loại TCONT và chờ sự cấp phát từ phía OLT. OLT sẽ dựa vào loại TCONT để ra quyết định cấp phát băng thông hướng lên cho ONU.



Hình 2-8: Báo cáo và phân bố băng thông trong GPON

Thủ tục cấp phát nói chung gồm các bước sau:

1. ONU lưu dữ liệu thuê bao cho lưu lượng hướng lên vào bộ đệm.
2. Khối dữ liệu chứa trong bộ đệm được báo tới OLT như một yêu cầu tại một thời điểm quy định bởi OLT.
3. OLT xác định thời gian bắt đầu truyền dẫn và khoảng thời gian truyền cho phép (1/4 của số truyền dẫn) tới ONU như một sự cấp phép.
4. ONU nhận sự cấp phép và truyền khối dữ liệu đã xác định.



Hình 2-9: Thủ tục cấp phát băng thông trong GPON

2.6. Bảo mật và mã hóa sửa lỗi:

Bảo mật: do mạng GPON là mạng điểm - đa điểm nên dữ liệu hướng xuống có thể được nhận bởi tất cả các ONU. Công nghệ GPON sử dụng bảo mật hướng xuống với chuẩn mật mã tiên tiến AES (Advanced Encryption Standard). Dữ liệu thuê bao trong khung luồng xuống được bảo vệ thông qua lược đồ mật mã hóa AES và chỉ phần tải lưu lượng trong khung được mã hóa. Với hướng lên xem như liên kết điểm - điểm và không sử dụng mã hóa bảo mật.

Sửa lỗi tiên FEC (Forward Error Correction): công nghệ GPON sử dụng phương pháp sửa lỗi tiên FEC. FEC mang lại kết quả tăng quỹ đường truyền lên 3⁴dB (độ lợi mã hóa) vì vậy cho phép tăng tốc độ bit và khoảng cách giữa OLT và các ONU cũng như hỗ trợ tỉ số chia lớn hơn trong mạng. FEC được tùy chọn sử dụng trong cả hướng lên và hướng xuống, dùng mã Reed Solomon thường là RS (255,239).

2.7. Khả năng cung cấp băng thông:

2.7.1. Hướng xuống:

Yêu cầu băng thông của các dịch vụ cơ bản:

- Băng thông yêu cầu của một kênh HDTV = 18 Mbit/s.
- Băng thông yêu cầu của một kênh SDTV = 3 Mbit/s.
- Truy cập Internet tốc độ cao = 100 Mbit/s trên mỗi thuê bao với tỷ lệ dùng chung 20:1.
- Voice IP tốc độ 100 Kbit/s.

Trong đó tốc độ hướng xuống của GPON = 2,488 Mbit/s x Hiệu suất 92% = 2289 Mbit/s. Trong ứng dụng nhiều nhóm người sử dụng (MDU: multiple-dwelling-unit), với tỷ lệ chia là 1:32, GPON có thể cung cấp dịch vụ cơ bản bao gồm truy cập Internet tốc độ cao và Voice đến 32 ONU, mỗi ONU cung cấp cho 8 thuê bao.

2.7.2. Hướng lên:

ITU G 984 GPON không những có khả năng hỗ trợ tất cả các yêu cầu về hệ thống mạng mà còn cung cấp một cơ chế QoS riêng cho lớp PON vượt ra ngoài các phương thức Ethernet lớp 2 và phân loại dịch vụ (Class of Service - CoS) IP lớp 3 để đảm bảo việc phân phát các thông tin voice, video và TDM chất lượng cao thông qua môi trường chia sẻ trên nền TDMA. Tuy nhiên, các cơ chế CoS ở lớp 2 và lớp 3 chỉ có thể đạt mức tối đa là QoS ở lớp truyền tải. Nếu lớp truyền tải có độ trễ và dung sai lớn thì việc phân chia mức ưu tiên dịch vụ không còn ý nghĩa. Đối với TDMA PON, dung lượng cung cấp QoS hướng lên sẽ bị hạn chế khi tất cả các ONU của PON sử dụng hết băng thông hướng lên và ưu tiên của nó trong TDMA. Hướng lên GPON có thông lượng đến 1,25 Gbits/s.

GPON sử dụng băng thông ngoài băng để cấp phát bản đồ với khái niệm khối lưu lượng (T-CONT) cho hướng lên. Khung thời gian hướng lên và hướng xuống sử dụng khung tiêu chuẩn viễn thông 8 kHz ($125 \mu s$), và các dịch vụ được đóng gói vào các khung theo nguyên bản của nó thông qua quá trình mô hình đóng gói GPON (GEM). Giống như trong SONET/SDH, GPON cung cấp khả năng chuyển mạch bảo vệ với thời gian nhỏ hơn 50ms. Điều cơ bản làm cho GPON có trễ thấp là do tất cả lưu lượng hướng lên TDMA từ các ONU được ghép vào trong một khung 8 KHz. Mỗi khung hướng xuống bao gồm một bản đồ cấp phát băng thông hiệu quả được gửi quảng bá đến tất cả các ONU và có thể hỗ trợ tính năng tinh chỉnh cấp phát băng thông. Cơ chế ngoài băng này cho phép GPON DBA hỗ trợ việc điều chỉnh cấp phát băng thông nhiều lần mà không cần phải sắp xếp lại để tối ưu hóa tận dụng băng thông.

2.7.3. Băng thông hữu ích:

Công nghệ GPON hỗ trợ tốc độ lên tới 1,25 Gbit/s hoặc 2,5 Gbit/s hướng xuống, và hướng lên, hỗ trợ nhiều mức tốc độ trong khoảng từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s. Hiệu suất sử dụng băng thông đạt trên 90%.

2.8. Khả năng cung cấp dịch vụ:

2.8.1. Đặc điểm dịch vụ:

GPON được triển khai để đáp ứng tỉ lệ dung lượng dịch vụ/chi phí khi so sánh với mạng cáp đồng/DSL và mạng HFC có dung lượng nhỏ và các mạng SDH/SONET cũng như giải pháp quang Ethernet điểm - điểm có chi phí cao. Vì vậy nó phù hợp với các hộ gia đình, doanh nghiệp vừa và nhỏ, chính phủ và các cơ quan công sở.

Các dịch vụ bộ ba dành cho hộ gia đình:

GPON được phát triển để mang đến các dịch vụ thể hệ mới như IPTV, truyền hình theo yêu cầu, game trực tuyến, Internet tốc độ cực cao và VoIP với chi phí hiệu quả, băng thông lớn và chất lượng đảm bảo cho các thuê bao hộ gia đình.

IP quảng bá qua cấu hình điểm - đa điểm cho phép một luồng video có thể truyền tới nhiều thuê bao một cách đồng thời.

Khả năng cấp phát băng thông động và phục vụ quá tải cho phép các nhà

cung cấp dịch vụ tối ưu hóa băng thông quang, tạo ra nhiều lợi nhuận hơn. Băng thông lớn và dịch vụ linh hoạt của GPON giúp cho GPON trở thành một sự lựa chọn hoàn hảo cho việc cung cấp dịch vụ tới nhiều hộ thuê bao MDU (Multiple Dwelling Units) như các tòa nhà, khách sạn, chung cư. GPON ONU có thể phục vụ như các DSLAM VDSL2.

Với các doanh nghiệp vừa và nhỏ: GPON là sự lựa chọn hoàn hảo cho các doanh nghiệp vừa và nhỏ có yêu cầu về thoại, truy nhập Internet, VPN và các dịch vụ T1/E1 với chi phí hợp lý. GPON có băng thông đủ lớn và có tính năng QoS cho phép các dịch vụ lớp doanh nghiệp có thể được cung cấp trên cùng cơ sở hạ tầng như các dịch vụ hộ gia đình nhằm loại trừ yêu cầu xây dựng cơ sở hạ tầng mới.

Với Chính phủ, Giáo dục và Y tế: thị trường các cơ quan chính phủ yêu cầu các dịch vụ dữ liệu và thoại có chất lượng cao và băng thông lớn với chi phí thấp. Khả năng của GPON cho phép phục vụ hiệu quả một số lượng lớn thuê bao ở các khu vực trung tâm văn phòng chính phủ, các trường học, bệnh viện cũng như các khu vui chơi giải trí, khu công nghiệp. Chính quyền một số quốc gia đã thiết lập mạng GPON để cung cấp các dịch vụ thoại và dữ liệu tốc độ cao cho lực lượng cảnh sát, văn phòng chính phủ, tòa án và các lực lượng cứu hỏa, đặc nhiệm đề nâng cao chất lượng phục vụ cộng đồng. GPON là cách tốt nhất để mang đến các trường học Internet tốc độ cao và các dịch vụ băng rộng khác.

2.8.2. Khoảng cách OLT - ONU:

Giới hạn cự ly của công nghệ GPON hiện tại được quy định trong khoảng 20 km và cung cấp tỉ lệ chia lên tới 1:128 (hiện tại thường sử dụng tỉ lệ 1:32).

2.8.3. Các ứng dụng cơ bản trong mạng:

GPON được ứng dụng chủ yếu trong các mạng sau:

- GPON được ứng dụng trong các mạng truy nhập quang FTTx để cung cấp các dịch vụ như IPTV, VoD, RF Video (chồng lán), Internet tốc độ cao, VolP, Voice TDM với tốc độ dữ liệu/ thuê bao có thể đạt 1000Mbps, hỗ trợ QoS đầy đủ.
- Giải trí - CATV, HDTV, PPV, PDVR, IPTV - Hệ thống đường lên Video hoàn thiện cho modem DOCSIS và dịch vụ Video tương tác, truyền hình vệ tinh; tất cả các dịch vụ trên cáp quang GPON.
- Thông tin liên lạc - Các đường thoại, thông tin liên lạc, Truy cập internet, intranet tốc độ cao, Truy cập internet không dây tại những địa điểm công cộng, Đường băng thông lớn (BPLL) và làm backhaul cho mạng không dây.
- Bảo mật - Camera, Báo cháy, báo đột nhập, Báo động an ninh, trung tâm điều khiển 24/7 với khả năng giám sát, backup dữ liệu, SAN.

2.9. Một số vấn đề cần quan tâm trong tính toán thiết kế mạng GPON:

Việc tính toán, thiết kế đối với mạng GPON cần quan tâm tới một số vấn đề sau:

- Đảm bảo các điều kiện về thông số kỹ thuật công nghệ như mô tả trong mục 2.4. (các thông số kỹ thuật của GPON).
- Đảm bảo các đặc tính kỹ thuật cơ bản lớp vật lý:

	Khái niệm	Hướng xuống	Hướng lên
Bước sóng (nm)	Dải thông cơ bản	1480-1500	1260-1360
	Dải thông tăng cường (op1)	1539-1565	1260-1360
	Dải thông tăng cường (op2)	1550-1560	1260-1360
Công suất ra	Lớp A	-3 đến -7,5	-7,5 đến 0
	Lớp B	-2,5 đến +2	-5,5 đến +2
	Lớp C	-0,5 đến +4	-3,5 đến +4
Suy hao kênh (tỷ lệ chia 1:64) (dB)	Lớp A	20	20
	Lớp B	25	25
	Lớp C	30	30
Độ nhạy bộ thu (dBm)	Lớp A	-28,5	-28,5
	Lớp B	-28,5	-31,5
	Lớp C	-31,5	-34,5

- **Băng tần hoạt động:** Đối với hướng xuống, OLT phân phối các gói dữ liệu tới mỗi ONU trong dải bước sóng từ 1480 tới 1500 nm, thông thường các thiết bị hiện tại sử dụng bước sóng 1490 nm. Các ONU gửi dữ liệu đường lên OLT trong dải bước sóng từ 1260 nm đến 1360 nm, thông thường các thiết bị hiện tại sử dụng bước sóng 1310 nm.

- Xác định tỷ lệ phân tách (hiện tại sử dụng phổ biến 2 loại là 1:32 và 1:64).

- Đảm bảo cự ly giữa OLT và ONU/ONT trong giới hạn cho phép (< 20 km).

2.10. Kết luận:

Qua các nghiên cứu ở trên, chúng ta có thể rút ra một số đặc điểm cơ bản của công nghệ GPON như sau:

Công nghệ GPON đã được ITU chuẩn hoá trong các tiêu chuẩn ITU G984.X.

Kỹ thuật truy nhập sử dụng trong GPON là TDMA.

Hỗ trợ nhiều loại tốc độ truy nhập đường lên từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s, hỗ trợ hai tốc độ truy nhập đường xuống 1,25 Gbit/s và 2,5 Gbit/s.

Hướng tới mạng cung cấp dịch vụ đầy đủ, hỗ trợ cả các dịch vụ TDM và Ethernet với hiệu suất sử dụng băng thông cao.

Vấn đề tắc nghẽn lưu lượng và những vấn đề liên quan của mạng truy nhập quang tốc độ cao được giải quyết bằng các thủ tục định cỡ và phân định băng tần động với các phương pháp kiểm soát vòng với chu kỳ thích ứng, cơ chế lập lịch quay vòng không đầy đủ và đặc biệt là cơ chế phân định băng tần sử dụng tập thông báo nhiều hàng đợi.

Các thủ tục điều khiển và báo hiệu trong GPON đơn giản nhưng vẫn đảm bảo giải quyết các vấn đề cơ bản về kỹ thuật của mạng truy nhập băng rộng tốc độ cao, đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật của dịch vụ, điều đó khiến cho GPON là công nghệ sử dụng băng thông hiệu quả nhất trong các loại công nghệ PON hiện có.

CHƯƠNG 3. TRIỂN KHAI GPON TRÊN MẠNG VNPT HẢI PHÒNG

3.1. Hiện trạng mạng truy nhập băng rộng của VNPT Hải Phòng:

3.1.1. Mạng MAN-E:

3.1.1.1. Thiết bị MANE (Cisco ARS 9K):

Thiết bị ASR 9000 có 4 loại dạng Chassis: ASR 9010, ASR 9006, ASR 9922 và ASR 9000v. Cisco ASR 9000 hoạt động đơn giản, platform được tối ưu hóa so với dòng Cisco 7600 sử dụng phần cứng và phần mềm thế hệ tiếp theo. Các đặc điểm nổi bật này được mô tả như sau:

Hệ điều hành module hóa Cisco IOS-XR: Hệ điều hành IOS XR được xây dựng cho các hệ thống phân tán như và sử dụng kiến trúc “micro- kernel” trong đó mỗi “micro-kernel” đảm nhận việc phân chia tài nguyên cho một loại process nhất định và đảm bảo hoạt động nonstop trong suốt thời gian nâng cấp software và không ảnh hưởng đến các tiến trình khác.

Hệ phân tán đầy đủ: Cisco ASR 9000 hoạt động trong một hệ phân tán đầy đủ, có nghĩa là việc quyết định chuyển tiếp gói tin và các hoạt động chính diễn ra trên các linecard. Những linecard được trang bị một bộ xử lý mạng chuyên dụng mà cung cấp một cơ sở hạ tầng được lập trình linh hoạt với các dịch vụ.

Nâng cao hiệu năng và mức độ dự phòng: Cisco ASR 9000 cung cấp một cơ sở hạ tầng mà tất cả các thành phần chung, các bộ xử lý chuyên mạch, định tuyến, được dự phòng đầy đủ. Thêm vào đó, platform được thiết kế mà nguồn được sử dụng tùy thuộc vào các yêu cầu hệ thống.

Thân thiện với môi trường: Cisco ASR 9000 được thiết kế tối ưu cho hệ thống nguồn, từ vị trí của các thành phần linecard tới các vị trí của mỗi slot, mọi phương diện thiết kế đều có một mục đích rõ ràng-giảm tác động tới môi trường thông qua điện năng tiêu thụ. Cisco ASR 9000 cung cấp khả năng chuyển mạch lên tới 400Gbps trên mỗi slot, tối ưu hóa điện năng tiêu thụ và các yêu cầu làm mát, cung cấp một kiến trúc nguồn module, thiết kế hợp nhất với độ sẵn sàng cao.

Trong hệ thống mạng MANE của VNPT Hải Phòng Cisco ASR 9000 là thiết bị tập chung lưu lượng tại các POP và Metro POP thuộc lớp mạng MANE. Down link kết nối với các thiết bị access OLT, switch I2, Dslam bằng công nghệ ethernet. Up link kết nối với Bras, VMS, mạng VN2... bằng công nghệ MPLS.

ASR 9000 đảm nhiệm các vai trò sau:

- Routing.
- MPLS.
- VPN.
- MANE service.

- Multicast.
- Qos and ACL.
- Service control.
- Source Management.

3.1.1.2. Thiết bị PE (Juniper MX960):

MX960 tận dụng hệ điều hành JUNOS để cho phép các nhà cung cấp dịch vụ triển khai liên tục và hiệu quả Ethernet, đồng thời đẩy nhanh việc phát triển các triển khai mạng thế hệ mới của họ. Với việc kết hợp sản phẩm phần cứng tốt nhất và đặc tính tin cậy cùng với độ linh hoạt dịch vụ của JUNOS, MX960 đã mang tới một sự kết hợp hoàn hảo trong triển khai Carrier Ethernet.

Sản phẩm MX960 mới là sản phẩm Carrier Ethernet có công suất lớn nhất trong ngành, công suất định tuyến và chuyển mạch lên tới 960 gigabit/giây (Gbps) và dễ dàng mở rộng. Cung cấp hỗ trợ hiệu quả với các giao diện mật độ cao và thông lượng chuyển mạch công suất cao, MX960 giúp hỗ trợ rất đa dạng các ứng dụng và dịch vụ kinh doanh của hệ thống, bao gồm dịch vụ VPN và truyền dẫn tốc độ cao, tổng thông lượng đa dịch vụ băng rộng thế hệ mới lớn.

Các tính năng của MX960 đảm bảo chất lượng dịch vụ ở mức giao diện, cho phép các nhà cung cấp bảo đảm các dịch vụ ở mức chất lượng phù hợp trong mọi điều kiện truyền tải dữ liệu. Tính năng cao cấp này sẽ cho phép các nhà cung cấp đưa ra hàng loạt các dịch vụ lớp 2 và lớp 3 đa dạng – như VLAN/transparent (trong suốt) LAN, các mạng riêng ảo (VPN) lớp 2/lớp 3, thoại qua IP và video qua IP – qua Ethernet, với khả năng cung cấp thỏa thuận cấp độ dịch vụ (SLA) được bảo đảm...

Xây dựng trên những yêu cầu khắt khe của khách hàng, MX960 cung cấp tới 12 khe cắm 40 Gbps trong một khay đơn và hỗ trợ các thẻ tập trung cổng mật độ cao DPC mới của Juniper, cho phép các khách hàng tận dụng những lợi thế của mật độ cổng cao chưa từng thấy - tới 480 cổng Gigabit Ethernet và 48 cổng 10 Gigabit Ethernet trên mỗi hệ thống.

Trong hệ thống mạng VNPT Juniper MX960 đảm nhiệm chức năng routing và switch ở tốc độ cao. Là thiết bị trung chuyển giữa MAN-E và mạng VN2.

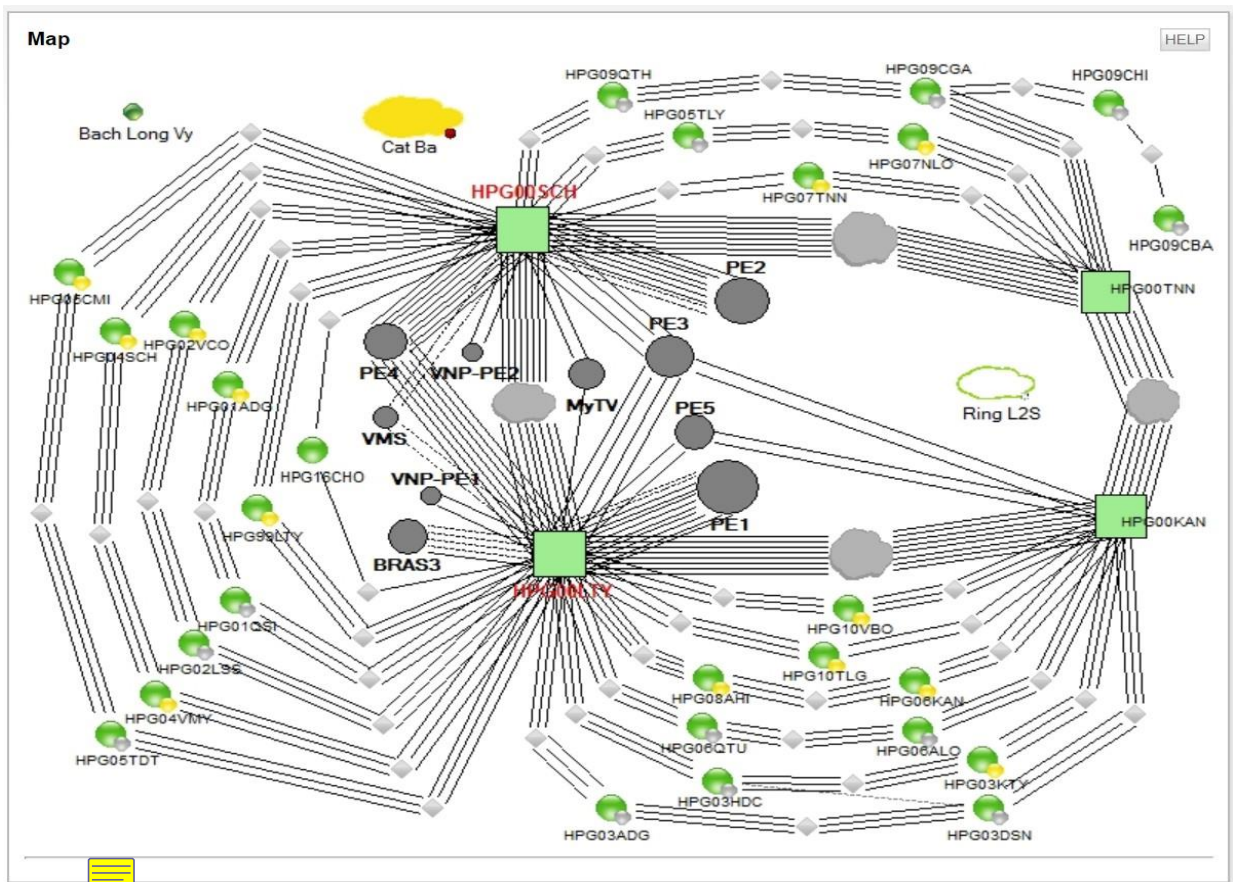
Juniper MX 960 đảm nhiệm các vai trò sau:

- Routing.
- MPLS.
- VPN.
- MANE service.
- Multicast.
- Qos and ACL.

- Service control.
- Source Management.

3.1.2. Sơ đồ cấu trúc mạng:

- Lớp mạng lõi bao gồm 04 thiết bị core router Cisco ASR 9000 đặt tại Sở chính, Lạch Tray, Kiến An, Thủy Nguyên.
- Lớp mạng tập trung gồm 27 router (bao gồm Cisco 7609 và Cisco ARS 9000) phân bố đều trên khu vực toàn thành phố.
- Lớp mạng truy nhập là lớp cung cấp các kết nối trực tiếp đến khách hàng. Tập hợp lưu lượng từ các thiết bị của khách hàng để chuyển tải lên mạng trục.



Hình 3-1: Sơ đồ mạng MAN-E của VNPT Hải Phòng

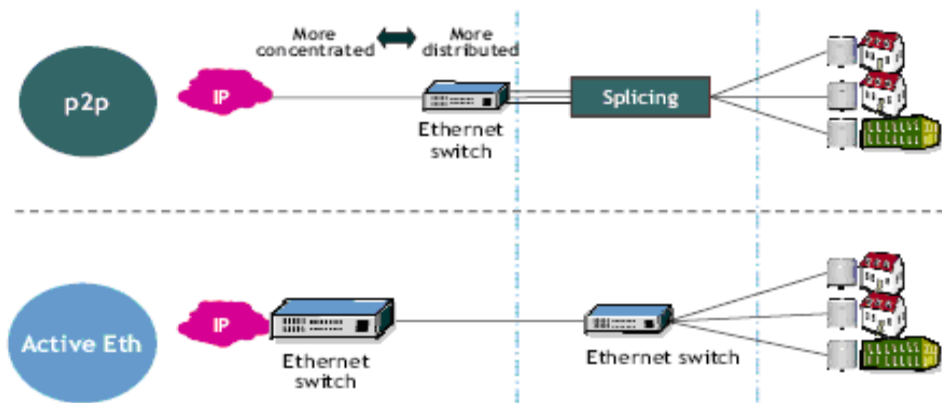
3.2. Cấu trúc mạng phân phối quang FTTx-GPON (ODN - Optical Distribution Network):

3.2.1. Các công nghệ mạng truy nhập quang:

Hiện nay, mạng truy nhập quang của VNPT Hải Phòng bao gồm:

- Mạng truy nhập quang chủ động (Active Optical Network - AON): sử dụng các thiết bị quang tích cực (Sw) và cung cấp các kết nối P2P thông qua đôi sợi quang kết nối thẳng từ thiết bị Switch đặt tại nhà trạm tới thiết bị IP-DSLAM

hoặc qua thiết bị Switch đặt trung gian (cấu trúc mạng MAN-E). Với mô hình này, để cung cấp dịch vụ băng rộng tới mỗi khách hàng sẽ phải sử dụng đôi sợi quang để kết nối. Do vậy nhu cầu sử dụng sợi quang lớn, chi phí đầu tư, bảo dưỡng mạng cáp quang tăng cao.



Hình 3-2: Công nghệ truy nhập quang chủ động

- Mạng truy nhập quang thụ động (Passive Optical Network - PON): Với việc sử dụng các thiết bị chia ghép thụ động (splitter) tại các điểm chia ghép tín hiệu quang gần với thuê bao, mạng PON cho phép giảm dung lượng sợi quang phải triển khai trên mạng, đảm bảo tiết kiệm chi phí đầu tư thiết bị lắp đặt tại nhà trạm và chi phí đầu tư, khai thác, bảo dưỡng trên toàn mạng lưới. Do vậy, hiện tại PON được xem là giải pháp tốt cho việc triển khai rộng rãi mạng cáp quang truy nhập.

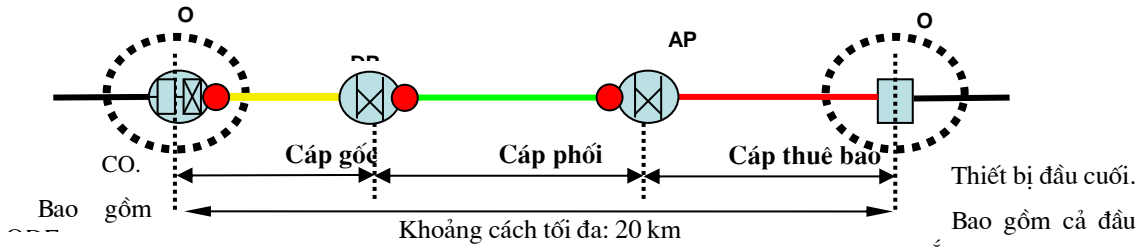


Hình 3-3: Công nghệ truy nhập quang thụ động

Song song với việc triển khai mạng truy nhập quang AON, VNPT Hải Phòng tập trung triển khai mạng truy nhập quang GPON/GEAPON nhằm đưa cáp quang tới tận nhà thuê bao, đáp ứng nhu cầu sử dụng các dịch vụ băng rộng, chất

lượng cao cho mọi đối tượng Khách hàng tại nhiều khu vực trên địa bàn Thành phố Hải Phòng.

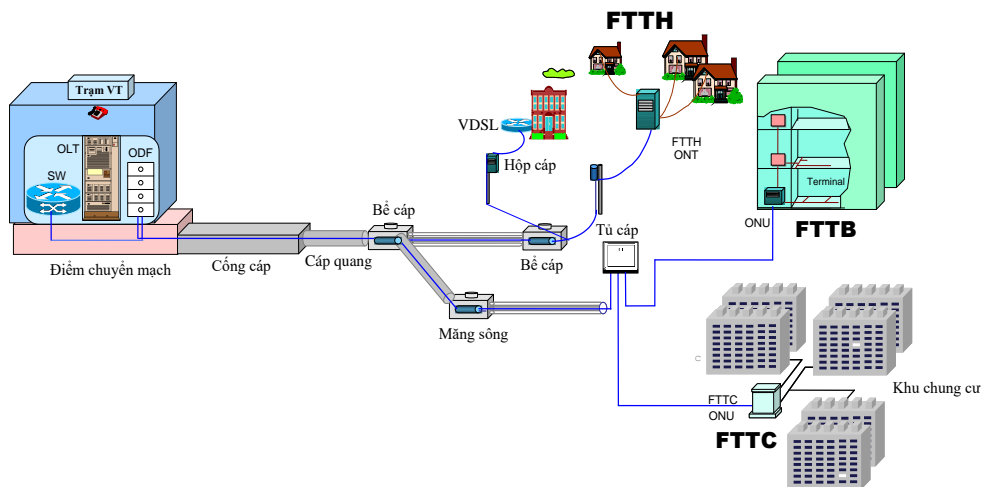
Cấu trúc hệ thống truy nhập cáp quang FTTH-PON:



Hình 3-4: Cấu trúc mạng truy nhập cáp quang thụ động

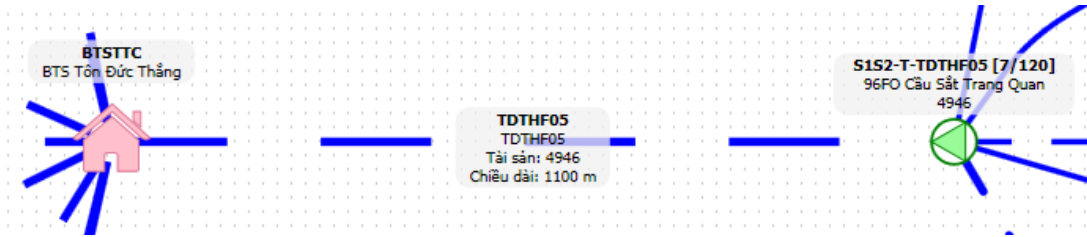
Trong đó:

- Thiết bị kết cuối đường dây (Optical Line Terminal - OLT): đặt tại nhà trạm VNPT.
- Thiết bị kết cuối mạng (Optical Network Terminal - ONT): đặt tại nhà khách hàng.
- Mạng phân phối cáp quang (Optical Distribution Network - ODN): mạng ODN cung cấp các kênh truyền dẫn quang vật lý giữa OLT và ONT. Bao gồm cáp sợi quang, đầu nối quang, thiết bị chia/ghép tín hiệu quang (Splitter) và các thiết bị phụ kiện. Như vậy, mạng ODN bao gồm các phần cơ bản:



Hình 3-5: Các cấu trúc mạng truy nhập cáp quang FTTx

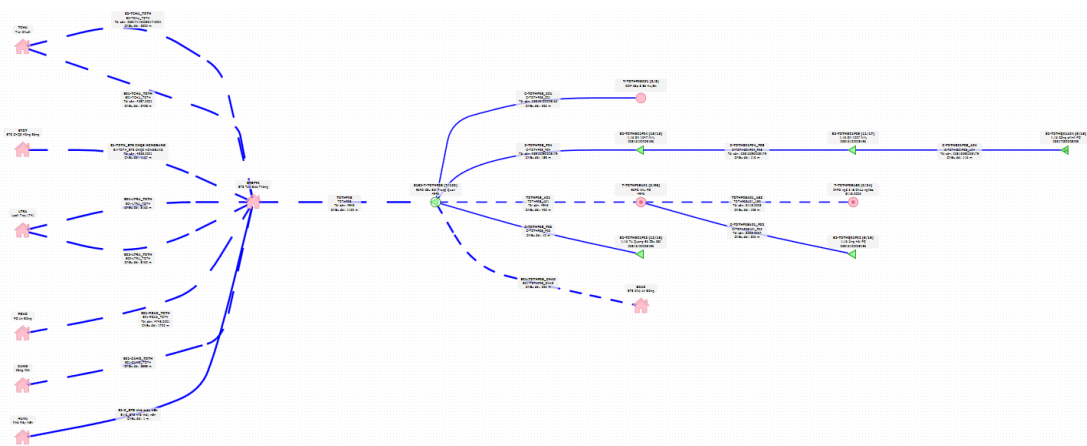
+ Cáp quang chính: xuất phát từ giá đấu nối quang (ODF) đặt trong nhà trạm đến điểm phân phối/rẽ nhánh quang (Distribution Point - DP).



Hình 3-6: Chi tiết giản đồ sợi cáp gốc C-TDTH05

+ Cáp quang nhánh: xuất phát từ điểm phân phối/rẽ nhánh (DP) đến các điểm truy nhập quang gần nhà thuê bao (Access Point - AP).

+ Cáp quang thuê bao: xuất phát từ điểm truy nhập AP hoặc điểm phân phối/rẽ nhánh DP đến vị trí đấu nối quang trong nhà thuê bao (ATB/Outlet - Access Terminal Box).



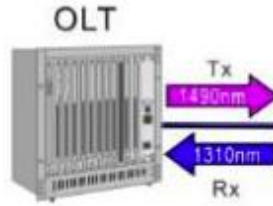
Hình 3-6: Tổng quan giản đồ của một tuyến cáp gốc C-TDTH05

+ Thiết bị chia ghép tín hiệu quang (Splitter): đặt tại các điểm phân phối/rẽ nhánh quang (DP) và điểm truy nhập quang (AP).

Tóm lại: Mạng phân phối cáp quang (ODN) là một trong các thành phần chính cấu thành mạng cáp quang truy nhập FTTx. Mạng phân phối quang là phần của mạng lưới viễn thông chủ yếu nằm bên ngoài nhà trạm viễn thông, bao gồm cáp sợi quang kết nối từ nút chuyển mạch/điểm truy nhập đến nhà thuê bao, giá đấu nối quang (ODF - Optical Distribution Frame), măng sông cáp quang, tủ/hộp cáp quang, splitter, hệ thống cống bể, cột thông tin và các phụ kiện mạng quang.

3.2.2. Các tiêu chuẩn kỹ thuật:

3.2.2.1. Thiết bị kết cuối đường dây (Optical Line Terminal - OLT):



3.2.2.2. Thiết bị kết cuối mạng (Optical Network Terminal - ONT):



3.2.2.3. Cáp quang chính:

TT		TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT	
A		CÁP QUANG TREO PHI KIM LOẠI 48/96 FO	
I		TỔNG QUÁT	
1		<p>> Cáp quang được sản xuất thỏa mãn tốt nhất các chỉ tiêu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 8695:2011 “Sợi quang dùng cho mạng viễn thông – Yêu cầu kỹ thuật chung”, tương đương với các tiêu chuẩn của IEC, EIA hay theo tiêu chuẩn yêu cầu của khách hàng.</p> <p>> Sợi quang được dùng là loại đơn mode - chiết suất bậc và là vật liệu thủy tinh chất lượng cao (Theo khuyến nghị ITU-T G.652.D và TCVN 8665:2011).</p>	
II		CẤU TRÚC CÁP	
1			
2		Yêu cầu về cấu trúc và các thành phần của cáp	
		Thành phần	Mô tả chi tiết
Số sợi quang		48FO/96FO.	
Ống đệm lỏng	Vật liệu.	Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).	
	Đường kính ngoài.	≥ 2,0 mm (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hằn theo suốt chiều dài ống lồng)	
	Chất độn trong ống lồng	Thixotropic Jelly	
	Ống độn (hay sợi độn, ống đệm)	Bằng nhựa PE hoặc tương đương, kích thước tương tự như ống lồng đảm bảo độ tròn đều cho cáp (không sử dụng nhựa tái chế, không có khuyết tật) Đường kính ngoài: ≥ 2,0mm	
	Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.		
Sợi độn	Vật liệu	PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế	
	Đường kính ngoài	≥ 2,0 mm.	
Thành phần chống thấm.		Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)	
Thành phần gia cường trung tâm		Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: ≥ 2,0mm	
Phương pháp bện lõi		Các ống đệm được sắp xếp xoắn đảo chiều SZ theo trục của sợi chịu lực trung tâm. Hai dây polyeste (polyester yam binders) quấn ngược chiều nhau đủ căng để đảm bảo giữ được thứ tự và vị trí tương đối của các ống đệm lỏng, đệm phụ với thành phần chịu lực trung tâm khi xé vỏ trong	

	Dây bóc vỏ cáp (Ripcord). Nằm sát mặt trong lớp vỏ HDPE	Sử dụng sợi Aramid loại se chặt lại với nhau để dễ dàng phân biệt với các thành phần khác và đảm bảo đủ chắc để tước vỏ cáp. Số lượng: 02 sợi đối xứng nhau.
Dây treo	Dây thép mạ kẽm	Gồm ≥ 7 sợi thép mạ kẽm bện với nhau. -Cáp 48Fo: Đường kính mỗi sợi $\geq 1,0$ mm -Cáp 96Fo: Đường kính mỗi sợi $\geq 1,2$ mm
	Màng treo	Nhựa HDPE đen liên khối với vỏ cáp
	Độ dày vỏ bóc	$\geq 1,0$ mm
	Chiều cao cổ dây treo	$2,3\text{mm} \pm 0,3\text{mm}$
	Chiều rộng cổ dây treo	$2,3\text{mm} \pm 0,3\text{mm}$
Vỏ cáp	Vật liệu	Nhựa HDPE màu đen.
	Độ dày	$\geq 2,0$ mm
	Lớp vỏ ngoài cùng phải được làm từ vật liệu HDPE chất lượng cao mới 100%, chứa carbon màu đen chịu được tác động của tia cực tím, chứa chất chống oxy hoá (antioxidant) thích hợp, không có khả năng phát triển nấm mốc trên vỏ và có khả năng cách điện.	
	Khả năng chịu điện áp cao: Tối thiểu 20 kVDC hay 10kVrms đối với điện áp xoay chiều có tần số từ 50Hz đến 60Hz, cam kết không có hiện tượng đánh lửa hoặc đánh thủng chất cách điện sau 5 phút thử.	
	Vỏ cáp phải bảo vệ được lõi cáp khỏi những tác động cơ học và những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài trong quá trình cất giữ, lắp đặt khai thác (nước, nhiệt độ, hóa chất, côn trùng gặm nhấm...).	
	Vỏ bóc của cáp phải nhẵn, đồng tâm, không có chỗ nổi, vết rạn nứt, lỗ thủng; chất lượng phải đồng đều (như không: gồ ghề, rỗ xốp, chứa bong bóng khí, bị chia tách, có vết phồng rộp, khuyết, vón cục), không chứa thành phần kim loại; phải mềm dẻo, chắc chắn, tách vỏ dễ dàng, khi tách vỏ không bị dính chặt vào lõi cáp, đồng thời phải có độ dày đồng nhất, trên toàn bộ chiều dài cáp.	
	Đối với cáp treo, khi tách dây treo ra khỏi thân cáp không làm thay đổi cấu trúc cáp và ảnh hưởng tới chất lượng sợi quang.	
3	Đánh dấu sợi quang và ống lồng	
	➤ Quy định mã màu sợi quang.	
	Số sợi quang trong ống lồng	Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)
	1	Blue (BL) Lam (Xanh dương)
	2	Orange (OR) Cam
	3	Green (GR) Lục
	4	Brown (BR) Nâu
	5	Slate (SL) Xám
	6	White (WT) Trắng
	7	Red (RD) Đỏ
	8	Black (BK) Đen
	9	Yellow (YL) Vàng
	10	Violet (VL) Tím
	11	Pink (PK) Hồng
	12	Aqua (AQ) Xanh Ngọc

<p>➤ Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp.</p> <p><i>Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp</i></p>													
Ống lồng	Phần tử lõi cáp (ống lồng/sợi đơn)												
	TT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Màu OL	Lam	Cam	Lục	Nâu	Xám	Trắng	Đỏ	Đen	x	x	x	x
Số sợi													
Dung lượng sợi quang	48FO	12	12	12	12	Sợi đơn	Sợi đơn	x	x	x	x	x	x
	96FO	12	12	12	12	12	12	12	12	x	x	x	x
4	Thông số kỹ thuật sợi quang												
Đặc tính quang học và hình học của sợi quang đơn một theo khuyến nghị ITU-T G.652.D, được phủ lớp UV Cured crylate có khả năng chống tia cực tím.													
Stt	Thông số kỹ thuật		Chỉ tiêu		Phương pháp đo								
1	Loại sợi quang		Đơn một (SM)										
2	Đường kính trường một (MFD) tại bước sóng 1310nm		9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-45								
3	Đường kính vỏ (Cladding Diameter)		125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-20								
4	Đường kính lớp phủ ngoài		245 $\mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ (có màu)		IEC 60793-1-21								
5	Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity erro)		$\leq 0,6 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-20								
6	Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)		$< 1\%$		IEC 60793-1-20								
7	Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut – off Wavelength) - λ_{cc}		$\leq 1.260\text{nm}$		IEC 60793-1-44								
8	Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):				IEC 60793-1-40								
	- Tại bước sóng 1550nm:		$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)										
	- Tại bước sóng 1310nm – 1625nm:		$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)										
9	Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ				IEC 60793-1-40								
	- Tại bước sóng 1310nm		$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$										
	- Tại bước sóng 1550nm		$\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$										
10	Độ dốc tán sắc		$\leq 0,092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$		IEC 60793-1-40								
11	Bước sóng tán sắc Zero ($\lambda_{0min} - \lambda_{0max}$)		1300nm $\leq \lambda_0 \leq 1324\text{nm}$		IEC 60793-1-42								
12	Suy hao uốn cong (Macro Bending) tại bước sóng 1625nm với d=30mm x 100 vòng.		$\leq 0,1\text{dB}$		IEC 60793-1-47								
13	Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD)		$\leq 0,2 \text{ ps}/\text{km}^{1/2}$		IEC 60793-1-42								
14	Điểm suy hao tăng đột biến.		$\leq 0,05\text{dB}$		IEC 60793-1-40								
15	Sức căng sợi quang.		$\geq 0,69\text{Gpa}$		IEC 60793-1-30								
16	Lớp vỏ sơ cấp sử dụng vật liệu chống ảnh hưởng của tia cực tím (chất acrylate), giảm thiểu tác động của môi trường ngoài.												

		Lớp vỏ sơ cáp trước khi nhuộm màu có đường kính danh định là $245\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$, sau khi nhuộm màu có đường kính danh định $250\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ sử dụng loại mực bền theo thời gian.	
		Khi thực hiện hàn nối, lớp vỏ sơ cáp phải có thể tách dễ dàng ra khỏi sợi mà không cần dùng hoá chất và không gây ảnh hưởng đến sợi.	
5 Yêu cầu về đặc tính cơ lý và môi trường lắp đặt cáp			
	1	Khoảng vượt tối đa.	100 m
	2	Tải trọng cho phép lớn nhất khi lắp đặt	2.700N
	3	Tải trọng cho phép lớn nhất khi làm việc	900N
	4	Dải nhiệt độ khi lắp đặt.	$-5^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$
	5	Dải nhiệt độ khi làm việc.	$-10^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$
	6	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi lắp đặt.	10 lần đường kính cáp
	7	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi làm việc.	20 lần đường kính cáp
	8	Tuổi thọ cáp.	≥ 15 năm.
6 Kiểm tra về đặc tính vật lý, cơ học và môi trường của cáp			
Cáp quang được lấy mẫu và thực hiện các phép thử cơ học và môi trường theo bảng bên dưới (được đo tại hai bước sóng: 1310nm và 1550nm)			
	STT	PHEP THỬ	PHƯƠNG PHÁP THỬ VÀ TIÊU CHUẨN
	.1	Khả năng chịu lực kéo căng	IEC 60794-1-2-E1
			Đường kính trục cuộn: ≥ 30 Đường kính cáp. Chiều dài đoạn cáp kéo thử là $\leq 100\text{m}$ Thời gian kéo thử duy trì trong 10 phút Tải thử liên tục: tương ứng trọng lượng 1km cáp * 1,5
	.2	Khả năng chịu nén	Chỉ tiêu:
			Sợi không gãy, vỏ cáp không rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB, độ dẫn của dây không quá 0,25%.
	.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E3
			- Nén cáp giữa 2 tấm thép, một tấm cố định và một tấm di động dài 10cm. Độ dày gờ của tấm thép di động khoảng 5mm. - Mẫu đại diện có chiều dài đủ để lắp đặt trên máy. - Lực thử: tương ứng trọng lượng của 1km cáp với trong 10 phút. Số điểm thử: 1 điểm
	.3	Khả năng chịu va đập	Chỉ tiêu
			- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu nén bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
	.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E4
			Độ cao của búa: 100cm; trọng lượng búa: 1,0kg Đầu búa có đường kính: 25mm Số điểm thử: 25 điểm (cách nhau 10cm)
	.3	Khả năng chịu va đập	Chỉ tiêu
			- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu đập bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.

.4	Khả năng chịu uốn cong	IEC 60794-1-2-E6/E11	Bán kính trục uốn: $\leq 20D$ (D= Đường kính cáp) Góc uốn: $\pm 90^\circ$; Tốc độ 2s/lần; Tải 10kg; Số chu kỳ: 25 chu kỳ.
		Chi tiêu:	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu uốn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
.5	Khả năng chịu xoắn	IEC 60794-1-2-E7	Chiều dài thử xoắn: $\leq 4m$; số chu kỳ: 10 chu kỳ Góc xoắn: $\pm 180^\circ$; Tải dọc trục 100N
		Chi tiêu	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu xoắn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
.6	Khả năng chịu nhiệt	IEC 60794-1-2-F1	Chu trình nhiệt: $23^\circ C \rightarrow -30^\circ C \rightarrow +65^\circ C \rightarrow 23^\circ C$ Độ dài mẫu thử: $\geq 500m$. Thời gian thử tại mỗi chu trình nhiệt là 24 giờ. Từng chu trình nhiệt cụ thể như sau: - Điểm bắt đầu, điểm kết thúc là nhiệt độ phòng: $23^\circ C$ - Thời gian từ $+23^\circ C$ đến $- 23^\circ C$ là 3h. - Giữ tại nhiệt độ $- 30^\circ C$ là 6h. - Tăng từ $- 30^\circ C$ lên đến $+65^\circ C$ là 6h. - Giữ tại nhiệt độ $+ 65^\circ C$ là 6h. - Giảm nhiệt độ từ $+ 65^\circ C$ xuống $+ 23^\circ C$ là 3h.
		Chi tiêu:	- Đo suy hao trước khi thử và ghi lại kết quả. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $- 30^\circ C$ được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+ 65^\circ C$ được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+ 23^\circ C$ được 3h. Độ tăng suy hao: $\leq 0,05$ dB/km.
.7	Thử độ cháy của hợp chất độn dây	IEC 60794-1-2-E14	Chiều dài mẫu thử: 0,3m một đầu đã tước vỏ cáp xấp xỉ 80mm và treo ngược trong buồng thử, đầu trên dây kín. Thời gian thử 24 giờ; Nhiệt độ thử: $60 \pm 5^\circ C$.
		Chi tiêu:	Chất điện dây ở mẫu thử không bị cháy rơi xuống hoặc thành phần của chất điện dây bị rò rỉ ra $< 0,05g$; Các sợi quang ở ống lồng giữ nguyên vị trí, không bị rơi.
.8	Khả năng chống	IEC 60794-1-2-F5	Chiều dài mẫu: 3m; Chiều cao cột nước: 1m Thời gian thử: 24 giờ, ở nhiệt độ $25 \pm 2^\circ C$.

	thâm	Chỉ tiêu:	Nước không bị thấm qua mẫu thử.
.9	Khả năng chịu điện áp phóng điện:	Điện áp tối thiểu là 20kVDC hoặc 10 kVAC rms với tần số 50~60Hz trong thời gian 5 phút. Vỏ cáp không bị đánh thủng.	
B CÁP QUANG CÔNG KIM LOẠI 48/96 FO			
I	<p>➢ Cáp quang được sản xuất thỏa mãn tốt nhất các chỉ tiêu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 8695:2011 “Sợi quang dùng cho mạng viễn thông – Yêu cầu kỹ thuật chung”, tương đương với các tiêu chuẩn của IEC, EIA hay theo tiêu chuẩn yêu cầu của khách hàng.</p> <p>➢ Sợi quang được dùng là loại đơn mode - chiết suất bậc và là vật liệu thủy tinh chất lượng cao (Theo khuyến nghị ITU-T G.652.D và TCVN 8665:2011).</p>		
II CẤU TRÚC CÁP			
I	<p>Minh 7: Mặt cắt cấu trúc cáp quang công kim loại 96 FO</p>		
2 Yêu cầu về cấu trúc và các thành phần của cáp			
	Thành phần	Mô tả chi tiết	
	Số sợi quang	48FO/96FO	
Ống đệm lồng	Vật liệu.	Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).	
	Đường kính ngoài.	≥ 2,0 mm (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hàn theo suốt chiều dài ống lồng)	
	Chất độn trong ống lồng	Thixotropic Jelly	
	Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.		
Ống độn	Vật liệu	PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế, kích thước tương tự như ống lồng, không có khuyết tật	
	Đường kính ngoài	≥ 2,0 mm.	
Thành phần chống thấm.		Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)	
Thành phần gia cường trung tâm		Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: ≥ 2,0mm	
Phương pháp bện lõi		Các ống đệm được sắp xếp xoắn đảo chiều SZ theo trục của sợi chịu lực trung tâm. Hai dây polyeste (polyester yarn binders) quấn ngược chiều nhau đủ căng để đảm bảo giữ được thứ tự và vị trí tương đối của các ống đệm lồng, đệm phụ với thành phần chịu lực trung tâm khi xé vỏ trong	


Lớp băng thép	Vật liệu:	Sử dụng thép có hàm lượng carbon thấp, mạ chrome (đảm bảo bảo vệ cáp khỏi các tác động cơ học và chống loãn găm nhám) có độ dày $\geq 0,15\text{mm}$ Băng thép gọn sóng quấn dọc toàn bộ lõi cáp đã bện SZ với phần chòm lên nhau của băng thép nhỏ nhất là 3mm. Đường kính ngoài băng thép phần chòm lên nhau bằng đường kính ngoài phần gọn sóng.										
	Độ cao gọn sóng	$\geq 0,5\text{mm}$										
	Vật liệu lớp phủ 2 mặt của băng thép	Ethylene arcylic copolime, độ dày $\geq 0,04\text{mm}$										
Dây bóc vỏ cáp (Ripcord). Nằm dưới lớp băng thép		Sử dụng sợi Aramid loại se chặt lại với nhau để dễ dàng phân biệt với các thành phần khác và đảm bảo đủ chắc để tước vỏ cáp. Số lượng: 02 sợi đối xứng nhau										
Vỏ cáp	Vật liệu	Nhựa HDPE màu đen.										
	Độ dày	$\geq 2.0\text{ mm}$										
	Lớp vỏ ngoài cùng phải được làm từ vật liệu HDPE chất lượng cao mới 100%, chứa carbon màu đen chịu được tác động của tia cực tím, chứa chất chống oxy hoá (antioxidant) thích hợp, không có khả năng phát triển nấm mốc trên vỏ và có khả năng cách điện.											
	Khả năng chịu điện áp cao: Tối thiểu 20 kVDC hay 10kVrms đối với điện áp xoay chiều có tần số từ 50Hz đến 60Hz, cam kết không có hiện tượng đánh lửa hoặc đánh thủng chất cách điện sau 5 phút thử.											
	Vỏ cáp phải bảo vệ được lõi cáp khỏi những tác động cơ học và những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài trong quá trình cất giữ, lắp đặt khai thác (nước, nhiệt độ, hóa chất, côn trùng gặm nhấm...).											
	Vỏ bọc của cáp phải nhẵn, đồng tâm, không có chỗ nổi, vết rạn nứt, lỗ thủng; chất lượng phải đồng đều (như không: gò gề, rỗ xốp, chứa bong bóng khí, bị chia tách, có vết phồng rộp, khuyết, vón cục), không chứa thành phần kim loại; phải mềm dẻo, chắc chắn, tách vỏ dễ dàng, khi tách vỏ không bị dính chặt vào lõi cáp, đồng thời phải có độ dày đồng nhất, trên toàn bộ chiều dài cáp.											
3	Đánh dấu sợi và ống lồng											
➤ Quy định mã màu sợi quang.												
Số sợi quang trong ống lồng		Mã màu sợi quang (Theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)										
1	Blue (BL)	Lam (Xanh dương)										
2	Orange (OR)	Cam										
3	Green (GR)	Lục										
4	Brown (BR)	Nâu										
5	Slate (SL)	Xám										
6	White (WT)	Trắng										
7	Red (RD)	Đỏ										
8	Black (BK)	Đen										
9	Yellow (YL)	Vàng										
10	Violet (VL)	Tim										
11	Pink (PK)	Hồng										
12	Aqua (AQ)	Xanh Ngọc										
➤ Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp.												
Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp												
Ống lồng	Phân tử lõi cáp (ống lồng/sợi đơn)											
	TT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

	Số sợi	Màu OL	Lam	Cam	Lục	Nâu	Xám	Trắng	Đỏ	Đen	x	x	x	x
		Số sợi												
Dense lượng sợi quang	48FO	12	12	12	12	Sợi đen	Sợi đen	x	x	x	x	x	x	x
	96FO	12	12	12	12	12	12	12	12	12	x	x	x	x
4	Thông số kỹ thuật của sợi quang													
Đặc tính quang học và hình học của sợi quang đơn mode theo khuyến nghị ITU-T G.652.D, được phủ lớp UV Cured acrylate có khả năng chống tia cực tím.														
Stt	Thông số kỹ thuật		Chỉ tiêu		Phương pháp đo									
1	Loại sợi quang		Đơn mode (SM)											
2	Đường kính trường mode (MFD) tại bước sóng 1310nm		9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-45									
3	Đường kính vỏ (Cladding Diameter)		125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-20									
4	Đường kính lớp phủ ngoài		245 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (có màu)		IEC 60793-1-21									
5	Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity error)		$\leq 0,6 \mu\text{m}$		IEC 60793-1-20									
6	Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)		$< 1\%$		IEC 60793-1-20									
7	Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut-off Wavelength) - λ_{cc}		$\leq 1.260\text{nm}$		IEC 60793-1-44									
8	Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):													
	- Tại bước sóng 1550nm:		$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)		IEC 60793-1-40									
	- Tại bước sóng 1310nm – 1625nm:		$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)											
9	Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ													
	- Tại bước sóng 1310nm - Tại bước sóng 1550nm		$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$ $\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$		IEC 60793-1-40									
10	Độ dốc tán sắc		$\leq 0,092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$		IEC 60793-1-40									
11	Bước sóng tán sắc Zero ($\lambda_{0min} - \lambda_{0max}$)		$1300\text{nm} \leq \lambda_0 \leq 1324\text{nm}$		IEC 60793-1-42									
12	Suy hao uốn cong (Macro Bending) tại bước sóng 1625nm với $d=30\text{mm} \times 100$ vòng.		$\leq 0,1\text{dB}$		IEC 60793-1-47									
13	Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD)		$\leq 0,2 \text{ ps}/\text{km}^{1/2}$		IEC 60793-1-42									
14	Điểm suy hao tăng đột biến.		$\leq 0,05\text{dB}$		IEC 60793-1-40									
15	Sức căng sợi quang.		$\geq 0,69\text{Gpa}$		IEC 60793-1-30									
16	Lớp vỏ sơ cấp sử dụng vật liệu chống ảnh hưởng của tia cực tím (chất acrylate), giảm thiểu tác động của môi trường ngoài.													
	Lớp vỏ sơ cấp trước khi nhuộm màu có đường kính danh định là $245\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$, sau khi nhuộm màu có đường kính danh định													

		250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ sử dụng loại mực bền theo thời gian. Khi thực hiện hàn nối, lớp vỏ sơ cấp phải có thể tách dễ dàng ra khỏi sợi mà không cần dùng hoá chất và không gây ảnh hưởng đến sợi.	
5	Yêu cầu về đặc tính cơ điện và điều kiện làm việc.		
	1	Tải trọng cho phép lớn nhất khi lắp đặt	2.700N
	2	Tải trọng cho phép lớn nhất khi làm việc	900N
	3	Dải nhiệt độ khi lắp đặt.	-5°C÷ +65°C
	4	Dải nhiệt độ khi làm việc.	-10°C÷ +65°C
	5	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi lắp đặt.	10 lần đường kính cáp
	6	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi làm việc.	20 lần đường kính cáp
	7	Tuổi thọ cáp.	> 15 năm.
6	Kiểm tra về đặc tính vật lý, cơ học và môi trường		
	Cáp quang được lấy mẫu và thực hiện các phép thử cơ học và môi trường theo bảng bên dưới (được đo tại hai bước sóng: 1310nm và 1550nm)		
	STT	PHEP THỬ	PHƯƠNG PHÁP THỬ VÀ TIÊU CHUẨN
	5.1	Khả năng chịu lực kéo căng	IEC 60794-1-2-E1 Đường kính trục cuộn: ≥ 30 Đường kính cáp. Chiều dài đoạn cáp kéo thử là $\leq 100\text{m}$ Thời gian kéo thử duy trì trong 10 phút Tải thử liên tục: tương ứng trọng lượng 1km cáp * 1,5
			Chỉ tiêu: Sợi không gãy, vỏ cáp không rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB, độ dẫn của dây không quá 0,25%.
	5.2	Khả năng chịu nén	IEC 60794-1-2-E3 - Nén cáp giữa 2 tấm thép, một tấm cố định và một tấm di động dài 10cm. Độ dày gờ của tấm thép di động khoảng 5mm. - Mẫu đại diện có chiều dài đủ để lắp đặt trên máy. - Lực thử: 4000N với cáp có 2 lớp vỏ, bọc băng thép bảo vệ hoặc tương ứng trọng lượng của 1km cáp với cáp kéo căng, trong 10 phút. Số điểm thử: 1
			Chỉ tiêu - Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu nén bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
	5.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E4 Độ cao của búa: 100cm; trọng lượng búa: 1,0kg Đầu búa có đường kính: 25mm Số điểm thử: 25 điểm (cách nhau 10cm)
			Chỉ tiêu - Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu đập bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
	5.4	Khả năng chịu uốn cong	IEC 60794-1-2-E6/E11 Bán kính trục uốn: $\leq 20D$ (D= Đường kính cáp) Góc uốn: $\pm 90^\circ$; Tốc độ 2s/lần; Tải 10kg; Số chu kỳ: 25 chu kỳ.

		Chỉ tiêu:	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu uốn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
5.5	Khả năng chịu xoắn	IEC 60794-1-2-E7	Chiều dài thử xoắn: ≤ 4 m; số chu kỳ: 10 chu kỳ Góc xoắn: $\pm 180^\circ$; Tải dọc trục 100N
		Chỉ tiêu	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu xoắn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
5.6	Khả năng chịu nhiệt	IEC 60794-1-2-F1	Chu trình nhiệt: $23^\circ\text{C} \rightarrow -30^\circ\text{C} \rightarrow +65^\circ\text{C} \rightarrow 23^\circ\text{C}$ Độ dài mẫu thử: ≥ 500 m. Thời gian thử tại mỗi chu trình nhiệt là 24 giờ. Từng chu trình nhiệt cụ thể như sau: - Điểm bắt đầu, điểm kết thúc là nhiệt độ phòng: 23°C - Thời gian từ $+23^\circ\text{C}$ đến -23°C là 3h. - Giữ tại nhiệt độ -30°C là 6h. - Tăng từ -30°C lên đến $+65^\circ\text{C}$ là 6h. - Giữ tại nhiệt độ $+65^\circ\text{C}$ là 6h. - Giảm nhiệt độ từ $+65^\circ\text{C}$ xuống $+23^\circ\text{C}$ là 3h. - Đo suy hao trước khi thử và ghi lại kết quả. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ -30°C được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+65^\circ\text{C}$ được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+23^\circ\text{C}$ được 3h.
		Chỉ tiêu:	Độ tăng suy hao: $\leq 0,05$ dB/km.
5.7	Thử độ cháy của hợp chất độn dây	IEC 60794-1-2-E14	Chiều dài mẫu thử: 0,3m một đầu đã tước vỏ cáp xấp xỉ 80mm và treo ngược trong buồng thử, đầu trên dây kín. Thời gian thử 24 giờ; Nhiệt độ thử: $60 \pm 5^\circ\text{C}$.
		Chỉ tiêu:	Chất điền đầy ở mẫu thử không bị cháy rơi xuống hoặc thành phần của chất điền đầy bị rò rỉ ra $< 0,05$ g; Các sợi quang ở ống lồng giữ nguyên vị trí, không bị rơi.
5.8	Khả năng chống thấm	IEC 60794-1-2-F5	Chiều dài mẫu: 3m; Chiều cao cột nước: 1m Thời gian thử: 24 giờ, ở nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$.
		Chỉ tiêu:	Nước không bị thấm qua mẫu thử.
5.9	Khả năng chịu điện áp phóng điện:		Điện áp tối thiểu là 20kVDC hoặc 10 kVAC rms với tần số 50~60Hz trong thời gian 5 phút.
			Vỏ cáp không bị đánh thủng.

3.2.2.4. Cáp quang nhánh:


TT	TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT																													
A	CÁP QUANG TREO PHI KIM LOẠI 12 FO																													
I	TỔNG QUÁT																													
1	<p>➢ Cáp quang được sản xuất thỏa mãn tốt nhất các chỉ tiêu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 8695:2011 “Sợi quang dùng cho mạng viễn thông – Yêu cầu kỹ thuật chung”, tương đương với các tiêu chuẩn của IEC, EIA hay theo tiêu chuẩn yêu cầu của khách hàng.</p> <p>➢ Sợi quang được dùng là loại đơn mode - chiết suất bậc và là vật liệu thủy tinh chất lượng cao (Theo khuyến nghị ITU-T G.652.D và TCVN 8665:2011).</p>																													
II	CẤU TRÚC CÁP																													
1	 <p style="text-align: center;">Cáp quang treo phi kim loại 12Fo midspan</p>																													
2	Yêu cầu về cấu trúc và các thành phần của cáp																													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 35%;">Thành phần</th> <th style="width: 50%;">Mô tả chi tiết</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Số sợi quang</td> <td>12FO.</td> </tr> <tr> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Ống đệm lòng</td> <td>Vật liệu.</td> <td>Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).</td> </tr> <tr> <td>Đường kính ngoài.</td> <td>≥ 1,6 mm (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hàn theo suốt chiều dài ống lồng)</td> </tr> <tr> <td>Chất độn trong ống lồng</td> <td>Thixotropic Jelly</td> </tr> <tr> <td>Ống độn (hay sợi độn, ống đệm)</td> <td>Băng nhựa PE hoặc tương đương, kích thước tương tự như ống lồng đảm bảo độ tròn đều cho cáp (không sử dụng nhựa tái chế, không có khuyết tật) Đường kính ngoài: ≥ 1,6mm</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Ống độn</td> <td>Vật liệu</td> <td>PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế</td> </tr> <tr> <td>Đường kính ngoài</td> <td>≥ 1,6 mm.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Thành phần chống thấm.</td> <td>Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Thành phần gia cường trung tâm</td> <td>Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: ≥ 2,0 mm</td> </tr> </tbody> </table>			Thành phần	Mô tả chi tiết		Số sợi quang	12FO.	Ống đệm lòng	Vật liệu.	Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).	Đường kính ngoài.	≥ 1,6 mm (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hàn theo suốt chiều dài ống lồng)	Chất độn trong ống lồng	Thixotropic Jelly	Ống độn (hay sợi độn, ống đệm)	Băng nhựa PE hoặc tương đương, kích thước tương tự như ống lồng đảm bảo độ tròn đều cho cáp (không sử dụng nhựa tái chế, không có khuyết tật) Đường kính ngoài: ≥ 1,6mm	Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.		Ống độn	Vật liệu	PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế	Đường kính ngoài	≥ 1,6 mm.		Thành phần chống thấm.	Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)		Thành phần gia cường trung tâm	Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: ≥ 2,0 mm
	Thành phần	Mô tả chi tiết																												
	Số sợi quang	12FO.																												
Ống đệm lòng	Vật liệu.	Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).																												
	Đường kính ngoài.	≥ 1,6 mm (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hàn theo suốt chiều dài ống lồng)																												
	Chất độn trong ống lồng	Thixotropic Jelly																												
	Ống độn (hay sợi độn, ống đệm)	Băng nhựa PE hoặc tương đương, kích thước tương tự như ống lồng đảm bảo độ tròn đều cho cáp (không sử dụng nhựa tái chế, không có khuyết tật) Đường kính ngoài: ≥ 1,6mm																												
	Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C.																													
Ống độn	Vật liệu	PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế																												
	Đường kính ngoài	≥ 1,6 mm.																												
	Thành phần chống thấm.	Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)																												
	Thành phần gia cường trung tâm	Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: ≥ 2,0 mm																												

Phương pháp bện lõi		Các ống đệm được sắp xếp xoắn đảo chiều SZ theo trục của sợi chịu lực trung tâm. Hai dây polyeste (polyester yarn binders) quấn ngược chiều nhau đủ căng để đảm bảo giữ được thứ tự và vị trí tương đối của các ống đệm lòng, đệm phụ với thành phần chịu lực trung tâm khi xé vỏ trong										
Dây bóc vỏ cáp (Ripcord). Nằm sát mặt trong lớp vỏ HDPE		Sử dụng sợi Aramid loại se chặt lại với nhau để dễ dàng phân biệt với các thành phần khác và đảm bảo đủ chắc để tước vỏ cáp.										
Dây treo	Dây thép mạ kẽm	Gồm ≥ 7 sợi thép đường kính $\geq 1,0\text{mm}$ mạ kẽm bện với nhau.										
	Màng treo	Nhựa HDPE đen liền khối với vỏ cáp										
	Độ dày vỏ bọc	$\geq 1,0\text{mm}$										
	Chiều cao cổ dây treo	$2,3\text{mm} \pm 0,3\text{mm}$										
	Chiều rộng cổ dây treo	$2,3\text{mm} \pm 0,3\text{mm}$										
Vỏ cáp	Vật liệu	Nhựa HDPE màu đen.										
	Độ dày	$\geq 1,5\text{ mm}$										
	Lớp vỏ ngoài cùng phải được làm từ vật liệu HDPE chất lượng cao mới 100%, chứa carbon màu đen chịu được tác động của tia cực tím, chứa chất chống oxy hoá (antioxidant) thích hợp, không có khả năng phát triển nấm mốc trên vỏ và có khả năng cách điện.											
	Khả năng chịu điện áp cao: Tối thiểu 20 kVDC hay 10kVrms đối với điện áp xoay chiều có tần số từ 50Hz đến 60Hz, cam kết không có hiện tượng đánh lửa hoặc đánh thủng chất cách điện sau 5 phút thử.											
	Vỏ cáp phải bảo vệ được lõi cáp khỏi những tác động cơ học và những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài trong quá trình cất giữ, lắp đặt khai thác (nước, nhiệt độ, hóa chất, côn trùng gặm nhấm...).											
	Vỏ bọc của cáp phải nhẵn, đồng tâm, không có chỗ nổi, vết rạn nứt, lỗ thủng; chất lượng phải đồng đều (như không: gò gề, rỗ xốp, chứa bong bóng khí, bị chia tách, có vết phồng rộp, khuyết, vón cục), không chứa thành phần kim loại; phải mềm dẻo, chắc chắn, tách vỏ dễ dàng, khi tách vỏ không bị dính chặt vào lõi cáp, đồng thời phải có độ dày đồng nhất, trên toàn bộ chiều dài cáp.											
	Đối với cáp treo, khi tách dây treo ra khỏi thân cáp không làm thay đổi cấu trúc cáp và ảnh hưởng tới chất lượng sợi quang.											
3	Đánh dấu sợi quang và ống lồng											
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quy định mã màu sợi quang. - Cáp quang treo phi kim loại 12FO midspan 											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Số sợi quang trong ống lồng</th> <th colspan="2">Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Blue (BL)</td> <td>Lam (Xanh dương)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Orange (OR)</td> <td>Cam</td> </tr> </tbody> </table>			Số sợi quang trong ống lồng	Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)		1	Blue (BL)	Lam (Xanh dương)	2	Orange (OR)	Cam
Số sợi quang trong ống lồng	Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)											
	1	Blue (BL)	Lam (Xanh dương)									
2	Orange (OR)	Cam										

<p>➤ Quy định số, màu ống lông và số lượng ống lông, sợi độn cho từng loại cáp.</p> <p><i>Quy định số, màu ống lông và số lượng ống lông, sợi độn cho từng loại cáp</i></p>							
Ống lông	Phần tử lõi cáp (ống lông/sợi độn)						
	TT	1	2	3	4	5	6
	Màu OL	Lam	Cam	Lục	Nâu	Xám	Trắng
Số sợi							
Dung lượng sợi quang	<i>12FO midspan</i>						
		2	2	2	2	2	2
4	Thông số kỹ thuật sợi quang						
<p>Đặc tính quang học và hình học của sợi quang đơn mode theo khuyến nghị ITU-T G.652.D, được phủ lớp UV Cured crylate có khả năng chống tia cực tím và phải đáp ứng các thông số kỹ thuật sau:</p>							
Stt	Thông số kỹ thuật	Chỉ tiêu			Phương pháp đo		
1	Loại sợi quang	Đơn mode (SM)					
2	Đường kính trường mode (MFD) tại bước sóng 1310nm	9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$			IEC 60793-1-45		
3	Đường kính vỏ (Cladding Diameter)	125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$			IEC 60793-1-20		
4	Đường kính lớp phủ ngoài	245 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (có màu)			IEC 60793-1-21		
5	Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity error)	$\leq 0,6 \mu\text{m}$			IEC 60793-1-20		
6	Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)	$< 1\%$			IEC 60793-1-20		
7	Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut-off Wavelength) - λ_{cc}	$\leq 1.260\text{nm}$			IEC 60793-1-44		
8	Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):				IEC 60793-1-40		
	- Tại bước sóng 1550nm:	$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)					
	- Tại bước sóng 1310nm:	$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)					
9	Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ				IEC 60793-1-42		
	- Tại bước sóng 1310nm	$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$					
	- Tại bước sóng 1550nm	$\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$					
10	Độ dốc tán sắc	$\leq 0,092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$			IEC 60793-1-40		
11	Bước sóng tán sắc Zero ($\lambda_{\text{min}} - \lambda_{\text{max}}$)	1300nm $\leq \lambda_0 \leq 1324\text{nm}$			IEC 60793-1-42		
12	Suy hao uốn cong (Macro Bending) tại bước sóng 1625nm với $d=30\text{mm} \times 100$ vòng.	$\leq 0,1\text{dB}$			IEC 60793-1-47		
13	Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD)	$\leq 0,2 \text{ ps}/\text{km}^{1/2}$			IEC 60793-1-42		
14	Điểm suy hao tăng đột biến.	$< 0,05\text{dB}$			IEC 60793-1-40		

	15	Sức căng sợi quang.	$\geq 0,69\text{Gpa}$	IEC 60793-1-30
	16	Lớp vỏ sơ cáp sử dụng vật liệu chống ảnh hưởng của tia cực tím (chất acrylate), giảm thiểu tác động của môi trường ngoài.		
		Lớp vỏ sơ cáp trước khi nhuộm màu có đường kính danh định là $245\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$, sau khi nhuộm màu có đường kính danh định $250\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ sử dụng loại mực bền theo thời gian.		
		Khi thực hiện hàn nối, lớp vỏ sơ cáp phải có thể tách dễ dàng ra khỏi sợi mà không cần dùng hoá chất và không gây ảnh hưởng đến sợi.		
5 Yêu cầu về đặc tính cơ lý và môi trường lắp đặt cáp				
	1	Khoảng vượt tối đa.	100 m	
	2	Tải trọng cho phép lớn nhất khi lắp đặt	2.700N	
	3	Tải trọng cho phép lớn nhất khi làm việc	900N	
	4	Dải nhiệt độ khi lắp đặt.	$-5^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$	
	5	Dải nhiệt độ khi làm việc.	$-10^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$	
	6	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi lắp đặt.	10 lần đường kính cáp	
	7	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi làm việc.	20 lần đường kính cáp	
	8	Tuổi thọ cáp.	≥ 15 năm.	
6 Kiểm tra về đặc tính vật lý, cơ học và môi trường của cáp				
Cáp quang được lấy mẫu và thực hiện các phép thử cơ học và môi trường theo bảng bên dưới (được đo tại hai bước sóng: 1310nm và 1550nm)				
	STT	PHEP THỬ	PHƯƠNG PHÁP THỬ VÀ TIÊU CHUẨN	
	.1	Khả năng chịu lực kéo căng	IEC 60794-1-2-E1	Đường kính trục cuộn: ≥ 30 Đường kính cáp. Chiều dài đoạn cáp kéo thử là $\leq 100\text{m}$ Thời gian kéo thử duy trì trong 10 phút Tải thử liên tục: tương ứng trọng lượng 1km cáp * 1,5
			Chỉ tiêu:	Sợi không gãy, vỏ vỏ cáp không rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB, độ dẫn của dây không quá 0,25%.
	.2	Khả năng chịu nén	IEC 60794-1-2-E3	- Nén cáp giữa 2 tấm thép, một tấm cố định và một tấm di động dài 10cm. Độ dày gờ của tấm thép di động khoảng 5mm. - Mẫu đại diện có chiều dài đủ để lắp đặt trên máy. - Lực thử: tương ứng trọng lượng của 1km cáp với trong 10 phút.
			Chỉ tiêu	Số điểm thử: 1 điểm - Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu nén bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
	.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E4	Độ cao của búa: 100cm; trọng lượng búa: 1,0kg
				Đầu búa có đường kính: 25mm
				Số điểm thử: 25 điểm (cách nhau 10cm)

		Chỉ tiêu	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu đập bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
.4	Khả năng chịu uốn cong	IEC 60794-1-2-E6/E11	Bán kính trục uốn: $\leq 20D$ (D= Đường kính cáp) Góc uốn: $\pm 90^\circ$; Tốc độ 2s/lần; Tải 10kg; Số chu kỳ: 25 chu kỳ.
		Chỉ tiêu:	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu uốn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
.5	Khả năng chịu xoắn	IEC 60794-1-2-E7	Chiều dài thử xoắn: $\leq 4m$; số chu kỳ: 10 chu kỳ Góc xoắn: $\pm 180^\circ$; Tải dọc trục 100N
		Chỉ tiêu	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu xoắn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
.6	Khả năng chịu nhiệt	IEC 60794-1-2-F1	Chu trình nhiệt: $23^\circ\text{C} \rightarrow -30^\circ\text{C} \rightarrow +65^\circ\text{C} \rightarrow 23^\circ\text{C}$ Độ dài mẫu thử: $\geq 500m$. Thời gian thử tại mỗi chu trình nhiệt là 24 giờ. Từng chu trình nhiệt cụ thể như sau: - Điểm bắt đầu, điểm kết thúc là nhiệt độ phòng: 23°C - Thời gian từ $+23^\circ\text{C}$ đến -23°C là 3h. - Giữ tại nhiệt độ -30°C là 6h. - Tăng từ -30°C lên đến $+65^\circ\text{C}$ là 6h. - Giữ tại nhiệt độ $+65^\circ\text{C}$ là 6h. - Giảm nhiệt độ từ $+65^\circ\text{C}$ xuống $+23^\circ\text{C}$ là 3h.
		Chỉ tiêu:	- Đo suy hao trước khi thử và ghi lại kết quả. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ -30°C được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+65^\circ\text{C}$ được 3h. - Đo suy hao tại thời điểm đã giữ tại nhiệt độ $+23^\circ\text{C}$ được 3h. Độ tăng suy hao: $\leq 0,05$ dB/km.
.7	Thử độ cháy của hợp chất độn dây	IEC 60794-1-2-E14	Chiều dài mẫu thử: 0,3m một đầu đã tước vỏ cáp xấp xỉ 80mm và treo ngược trong buồng thử, đầu trên dây kín. Thời gian thử 24 giờ; Nhiệt độ thử: $60 \pm 5^\circ\text{C}$.

			Chỉ tiêu:	Chất điện dầy ở mẫu thử không bị chảy rơi xuống hoặc thành phần của chất điện dầy bị rò rỉ ra < 0,05g;
				Các sợi quang ở ống lồng giữ nguyên vị trí, không bị rơi.
.8	Khả năng chống thấm	IEC 60794-1-2-F5	Chỉ tiêu:	Chiều dài mẫu: 3m; Chiều cao cột nước: 1m
				Thời gian thử: 24 giờ, ở nhiệt độ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$.
.9	Khả năng chịu điện áp phóng điện:	TCN 68-160:1998	Chỉ tiêu:	Nước không bị thấm qua mẫu thử.
				Điện áp tối thiểu là 20kVDC hoặc 10 kVAC rms với tần số 50-60Hz trong thời gian 5 phút.
			Chỉ tiêu:	Vỏ cáp không bị đánh thủng.
B CÁP QUANG CỒNG KIM LOẠI 12 FO midspan				
1	<p>➢ Cáp quang được sản xuất thỏa mãn tốt nhất các chỉ tiêu kỹ thuật theo tiêu chuẩn TCVN 8695:2011 “Sợi quang dùng cho mạng viễn thông – Yêu cầu kỹ thuật chung”, tương đương với các tiêu chuẩn của IEC, EIA hay theo tiêu chuẩn yêu cầu của khách hàng.</p> <p>➢ Sợi quang được dùng là loại đơn mode - chiết suất bậc và là vật liệu thủy tinh chất lượng cao (Theo khuyến nghị ITU-T G.652.D và TCVN 8665:2011).</p>			
II CẤU TRÚC CÁP				
1				
2	Yêu cầu về cấu trúc và các thành phần của cáp			
	Thành phần		Mô tả chi tiết	
	Số sợi quang		12FO	
	Ống đệm lồng	Vật liệu.	Làm từ nhựa Polybutylene Terephthalate (PBT).	
		Đường kính ngoài.	$\geq 1,6 \text{ mm}$ (phải tròn đều, không có vết lõm, vết hằn theo suốt chiều dài ống lồng)	
		Chất độn trong ống lồng	Thixotropic Jelly	
		Đảm bảo độ dư sợi quang so với chiều dài cáp tối thiểu 1% ở khoảng nhiệt độ từ 20°C đến 30°C .		
	Ống độn	Vật liệu	PE (hoặc tương đương), không sử dụng nhựa tái chế, kích thước tương tự như ống lồng, không có khuyết tật	
		Đường kính ngoài	$\geq 1,6 \text{ mm}$.	
	Thành phần chống thấm.		Gồm sợi chống thấm (Water Blocking Yarn) và băng chống thấm, tạo sự tròn đều cho lõi cáp (Water Blocking Tape)	

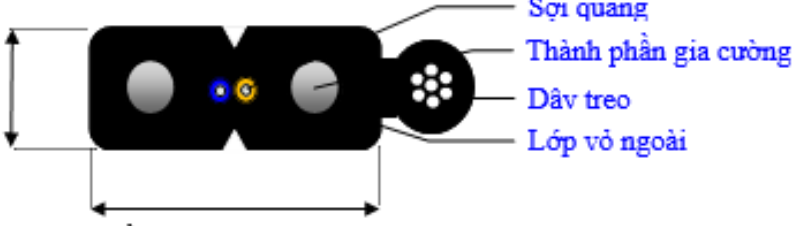
Thành phần gia cường trung tâm		Vật liệu: FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) Đường kính: $\geq 2,0\text{mm}$
Phương pháp bện lõi		Các ống đệm được sắp xếp xoắn đảo chiều SZ theo trục của sợi chịu lực trung tâm. Hai dây polyeste (polyester yarn binders) quấn ngược chiều nhau đủ căng để đảm bảo giữ được thứ tự và vị trí tương đối của các ống đệm lỏng, đệm phụ với thành phần chịu lực trung tâm khi xé vỏ trong
Lớp băng thép	Vật liệu:	Sử dụng thép có hàm lượng carbon thấp, mạ chrome (đảm bảo bảo vệ cáp khỏi các tác động cơ học và chống loà ị găm nhám) có độ dày $\geq 0,15\text{mm}$ Băng thép gọn sóng quấn dọc toàn bộ lõi cáp đã bện SZ với phần chò m lên nhau của băng thép nhỏ nhất là 3mm. Đường kính ngoài băng thép phần chò m lên nhau bằng đường kính ngoài phần gọn sóng.
	Độ cao gọn sóng	$\geq 0,15\text{mm}$
	Vật liệu lớp phủ 2 mặt của băng thép	Ethylene acylic copolime, độ dày $\geq 0,04\text{mm}$
Dây bóc vỏ cáp (Ripcord). Nằm dưới lớp băng thép		Sử dụng sợi Aramid loại se chặt lại với nhau để dễ dàng phân biệt với các thành phần khác và đảm bảo đủ chắc để tuốt vỏ cáp. Số lượng: 02 sợi đối xứng nhau
Vỏ cáp	Vật liệu	Nhựa HDPE màu đen.
	Độ dày	$\geq 1.5\text{ mm}$
	Lớp vỏ ngoài cùng phải được làm từ vật liệu HDPE chất lượng cao mới 100%, chứa carbon màu đen chịu được tác động của tia cực tím, chứa chất chống oxy hoá (antioxidant) thích hợp, không có khả năng phát triển nấm mốc trên vỏ và có khả năng cách điện.	
	Khả năng chịu điện áp cao: Tối thiểu 20 kVDC hay 10kVrms đối với điện áp xoay chiều có tần số từ 50Hz đến 60Hz, cam kết không có hiện tượng đánh lửa hoặc đánh thủng chất cách điện sau 5 phút thử.	
	Vỏ cáp phải bảo vệ được lõi cáp khỏi những tác động cơ học và những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài trong quá trình cất giữ, lắp đặt khai thác (nước, nhiệt độ, hóa chất, côn trùng gặm nhấm...).	
Vỏ bọc của cáp phải nhẵn, đồng tâm, không có chỗ nổi, vết rạn nứt, lỗ thủng; chất lượng phải đồng đều (như không: gồ ghề, rỗ xốp, chứa bong bóng khí, bị chia tách, có vết phồng rộp, khuyết, vón cục), không chứa thành phần kim loại; phải mềm dẻo, chắc chắn, tách vỏ dễ dàng, khi tách vỏ không bị dính chặt vào lõi cáp, đồng thời phải có độ dày đồng nhất, trên toàn bộ chiều dài cáp.		
3	Đánh dấu sợi và ống lỏng	

<p>➤ Quy định mã màu sợi quang.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 40%;">Số sợi quang trong ống lồng</th> <th colspan="3">Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">Blue (BL)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Lam (Xanh dương)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Orange (OR)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Cam</td> </tr> </table> <p>➤ Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp.</p> <p style="text-align: center;"><i>Quy định số, màu ống lồng và số lượng ống lồng, sợi đơn cho từng loại cáp</i></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Ống lồng</th> <th colspan="13">Phân tử lõi cáp (ống lồng/sợi đơn)</th> </tr> <tr> <th>TT</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> </tr> <tr> <th>Màu OL</th> <td>Lam</td> <td>Cam</td> <td>Lục</td> <td>Nâu</td> <td>Xám</td> <td>Trắng</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> <tr> <th>Số sợi</th> <td>12FO midspan</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> <td>x</td> </tr> </table>														Số sợi quang trong ống lồng	Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)			1	Blue (BL)	Lam (Xanh dương)		2	Orange (OR)	Cam		Ống lồng	Phân tử lõi cáp (ống lồng/sợi đơn)													TT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Màu OL	Lam	Cam	Lục	Nâu	Xám	Trắng	x	x	x	x	x	x	Số sợi	12FO midspan	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x
Số sợi quang trong ống lồng	Mã màu sợi quang (Theo theo tiêu chuẩn TIA/EIA -598-A)																																																																														
1	Blue (BL)	Lam (Xanh dương)																																																																													
2	Orange (OR)	Cam																																																																													
Ống lồng	Phân tử lõi cáp (ống lồng/sợi đơn)																																																																														
	TT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																																																																		
	Màu OL	Lam	Cam	Lục	Nâu	Xám	Trắng	x	x	x	x	x	x																																																																		
Số sợi	12FO midspan	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	x	x																																																																		
4	<p>Thông số kỹ thuật của sợi quang</p> <p>Đặc tính quang học và hình học của sợi quang đơn một theo khuyến nghị ITU-T G.652.D, được phủ lớp UV Cured crylate có khả năng chống tia cực tím và phải đáp ứng các thông số kỹ thuật sau:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Stt</th> <th style="width: 45%;">Thông số kỹ thuật</th> <th style="width: 30%;">Chi tiêu</th> <th style="width: 20%;">Phương pháp đo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Loại sợi quang</td> <td>Đơn một (SM)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Đường kính trường một (MFD) tại bước sóng 1310nm</td> <td>9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$</td> <td>IEC 60793-1-45</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Đường kính vỏ (Cladding Diameter)</td> <td>125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$</td> <td>IEC 60793-1-20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Đường kính lớp phủ ngoài</td> <td>245 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (có màu)</td> <td>IEC 60793-1-21</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity erro)</td> <td>$\leq 0,6 \mu\text{m}$</td> <td>IEC 60793-1-20</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)</td> <td>$< 1\%$</td> <td>IEC 60793-1-20</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut - off Wavelength) - λ_{cc}</td> <td>$\leq 1.260\text{nm}$</td> <td>IEC 60793-1-44</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">8</td> <td>Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):</td> <td></td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">IEC 60793-1-40</td> </tr> <tr> <td>- Tại bước sóng 1550nm:</td> <td>$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)</td> </tr> <tr> <td>- Tại bước sóng 1310nm:</td> <td>$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">9</td> <td>Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ</td> <td></td> <td rowspan="3" style="text-align: center;">IEC 60793-1-40</td> </tr> <tr> <td>- Tại bước sóng 1310nm</td> <td>$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$</td> </tr> <tr> <td>- Tại bước sóng 1550nm</td> <td>$\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Độ dốc tán sắc</td> <td>$< 0.092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$</td> <td>IEC 60793-1-40</td> </tr> </tbody> </table>													Stt	Thông số kỹ thuật	Chi tiêu	Phương pháp đo	1	Loại sợi quang	Đơn một (SM)		2	Đường kính trường một (MFD) tại bước sóng 1310nm	9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-45	3	Đường kính vỏ (Cladding Diameter)	125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-20	4	Đường kính lớp phủ ngoài	245 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (có màu)	IEC 60793-1-21	5	Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity erro)	$\leq 0,6 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-20	6	Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)	$< 1\%$	IEC 60793-1-20	7	Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut - off Wavelength) - λ_{cc}	$\leq 1.260\text{nm}$	IEC 60793-1-44	8	Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):		IEC 60793-1-40	- Tại bước sóng 1550nm:	$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)	- Tại bước sóng 1310nm:	$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)	9	Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ		IEC 60793-1-40	- Tại bước sóng 1310nm	$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$	- Tại bước sóng 1550nm	$\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$	10	Độ dốc tán sắc	$< 0.092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$	IEC 60793-1-40														
Stt	Thông số kỹ thuật	Chi tiêu	Phương pháp đo																																																																												
1	Loại sợi quang	Đơn một (SM)																																																																													
2	Đường kính trường một (MFD) tại bước sóng 1310nm	9,2 $\mu\text{m} \pm 0,5 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-45																																																																												
3	Đường kính vỏ (Cladding Diameter)	125 $\mu\text{m} \pm 0,1 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-20																																																																												
4	Đường kính lớp phủ ngoài	245 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (không màu) 250 $\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$ (có màu)	IEC 60793-1-21																																																																												
5	Sai số đồng tâm giữa lõi và vỏ (Core concentricity erro)	$\leq 0,6 \mu\text{m}$	IEC 60793-1-20																																																																												
6	Độ tròn không đều của vỏ (Cladding noncircularity)	$< 1\%$	IEC 60793-1-20																																																																												
7	Bước sóng cắt (λ_{cc}) (Cable Cut - off Wavelength) - λ_{cc}	$\leq 1.260\text{nm}$	IEC 60793-1-44																																																																												
8	Hệ số suy hao (Attenuation Coefficient):		IEC 60793-1-40																																																																												
	- Tại bước sóng 1550nm:	$\leq 0,21\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,22\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)																																																																													
	- Tại bước sóng 1310nm:	$\leq 0,35\text{dB/km}$ (suy hao trung bình cả cuộn cáp) $\leq 0,36\text{dB/km}$ (suy hao từng sợi trong cuộn cáp)																																																																													
9	Độ tán sắc (Dispersion) - D_λ		IEC 60793-1-40																																																																												
	- Tại bước sóng 1310nm	$\leq 3,5 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$																																																																													
	- Tại bước sóng 1550nm	$\leq 18 \text{ ps}/(\text{nm} \times \text{km})$																																																																													
10	Độ dốc tán sắc	$< 0.092 \text{ ps}/(\text{nm}^2 \times \text{km})$	IEC 60793-1-40																																																																												

	11	Bước sóng tán sắc Zero ($\lambda_{0min} - \lambda_{0max}$)	$1300nm \leq \lambda_0 \leq 1324nm$	IEC 60793-1-42
	12	Suy hao uốn cong (Macro Bending) tại bước sóng 1625nm với $d=30mm \times 100$ vòng.	$\leq 0,1dB$	IEC 60793-1-47
	13	Hệ số tán sắc mode phân cực (PMD)	$\leq 0,2 ps/km^{1/2}$	IEC 60793-1-42
	14	Điểm suy hao tăng đột biến.	$\leq 0,05dB$	IEC 60793-1-40
	15	Sức căng sợi quang.	$\geq 0,69Gpa$	IEC 60793-1-30
16	Lớp vỏ sơ cấp sử dụng vật liệu chống ảnh hưởng của tia cực tím (chất acrylate), giảm thiểu tác động của môi trường ngoài.			
	Lớp vỏ sơ cấp trước khi nhuộm màu có đường kính danh định là $245\mu m \pm 10\mu m$, sau khi nhuộm màu có đường kính danh định $250\mu m \pm 10\mu m$ sử dụng loại mực bền theo thời gian.			
	Khi thực hiện hàn nối, lớp vỏ sơ cấp phải có thể tách dễ dàng ra khỏi sợi mà không cần dùng hoá chất và không gây ảnh hưởng đến sợi.			
5 Yêu cầu về đặc tính cơ điện và điều kiện làm việc.				
	1	Tải trọng cho phép lớn nhất khi lắp đặt	2.700N	
	2	Tải trọng cho phép lớn nhất khi làm việc	1.350N	
	3	Dải nhiệt độ khi lắp đặt.	$-5^{\circ}C \div +65^{\circ}C$	
	4	Dải nhiệt độ khi làm việc.	$-10^{\circ}C \div +65^{\circ}C$	
	5	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi lắp đặt.	10 lần đường kính cáp	
	6	Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi làm việc.	20 lần đường kính cáp	
	7	Tuổi thọ cáp.	> 15 năm.	
6 Kiểm tra về đặc tính vật lý, cơ học và môi trường				
Cáp quang được lấy mẫu và thực hiện các phép thử cơ học và môi trường theo bảng bên dưới (được đo tại hai bước sóng: 1310nm và 1550nm)				
	STT	PHEP THỬ	PHƯƠNG PHÁP THỬ VÀ TIÊU CHUẨN	
5.1	Khả năng chịu lực kéo căng	IEC 60794-1-2-E1	Đường kính trục cuộn: ≥ 30 Đường kính cáp. Chiều dài đoạn cáp kéo thử là $\leq 100m$ Thời gian kéo thử duy trì trong 10 phút Tải thử liên tục: tương ứng trọng lượng 1km cáp * 1,5	
		Chi tiêu:	Sợi không gãy, vỏ cáp không rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1 dB$, độ dẫn của dây không quá 0,25%.	
5.2	Khả năng chịu nén	IEC 60794-1-2-E3	- Nén cáp giữa 2 tấm thép, một tấm cố định và một tấm di động dài 10cm. Độ dày gờ của tấm thép di động khoảng 5mm. - Mẫu đại diện có chiều dài đủ để lắp đặt trên máy. - Lực thử: 2000N tương ứng trọng lượng của 1km cáp với cáp kéo căng, trong 10 phút.	
		Chi tiêu	Số điểm thử: 1 - Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hồ bằng thép (với loại cáp có bằng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1 dB$; - Vết chịu nén bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.	

5.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E4	Độ cao của búa: 100cm; trọng lượng búa: 1,0kg
		Chi tiêu	Đầu búa có đường kính: 25mm Số điểm thử: 25 điểm (cách nhau 10cm) - Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu đập bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
5.4	Khả năng chịu uốn cong	IEC 60794-1-2-E6/E11	Bán kính trục uốn: $\leq 20D$ (D= Đường kính cáp) Góc uốn: $\pm 90^\circ$; Tốc độ 2s/lần; Tải 10kg; Số chu kỳ: 25 chu kỳ.
		Chi tiêu:	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu uốn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
5.5	Khả năng chịu xoắn	IEC 60794-1-2-E7	Chiều dài thử xoắn: ≤ 4 m; số chu kỳ: 10 chu kỳ Góc xoắn: $\pm 180^\circ$; Tải dọc trục 100N
		Chi tiêu	- Sợi không bị gãy, vỏ cáp không bị rạn nứt, không hở băng thép (với loại cáp có băng thép), tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB; - Vết chịu xoắn bình thường, không gây nguy hiểm cho các thành phần của cáp.
5.6	Khả năng chịu nhiệt	IEC 60794-1-2-F1	Chu trình nhiệt: $23^\circ\text{C} \rightarrow -30^\circ\text{C} \rightarrow +65^\circ\text{C} \rightarrow 23^\circ\text{C}$ - Thời gian giữ nhiệt tại "nhiệt độ" trong mỗi chu kỳ là 8 giờ; - Thời gian mỗi chu kỳ: 24 giờ; - Số chu kỳ ≥ 2 .
		Chi tiêu:	Độ tăng suy hao: $\leq 0,1$ dB/km.
5.7	Thử độ cháy của hợp chất độn dây	IEC 60794-1-2-E14	Chiều dài mẫu thử: 0,3m một đầu đã tuốt vỏ cáp xấp xỉ 80mm và treo ngược trong buồng thử, đầu trên đậy kín. Thời gian thử 24 giờ; Nhiệt độ thử: $60 \pm 5^\circ\text{C}$.
		Chi tiêu:	Chất điện dây ở mẫu thử không bị cháy rơi xuống hoặc thành phần của chất điện dây bị rò rỉ ra $< 0,05$ g; Các sợi quang ở ống lồng giữ nguyên vị trí, không bị rơi.
5.8	Khả năng chống thấm	IEC 60794-1-2-F5	Chiều dài mẫu: 3m; Chiều cao cột nước: 1m Thời gian thử: 24 giờ, ở nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$.
		Chi tiêu:	Nước không bị thấm qua mẫu thử.
5.9	Khả năng chịu điện áp phóng điện:	TCN 68-160:1998	Điện áp tối thiểu là 20kVDC hoặc 10 kVAC rms với tần số 50~60Hz trong thời gian 5 phút.
		Chi tiêu:	Vỏ cáp không bị đánh thủng.

3.2.2.5. Cáp quang thuê bao:

TT	TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT	
1.	Cấu trúc dây thuê bao	
	<p>Mặt cắt ngang của dây thuê bao quang đệm chặt</p>  <p>H: Chiều cao thân dây; D: Độ rộng thân dây</p>	
	Tên	Mô tả
	Số sợi quang đã nhuộm màu	1Fo/4Fo
	Thành phần gia cường bổ sung	Sợi thép đơn $\varnothing \geq 0,4\text{mm}$, mạ kẽm
Dây treo	Dây thép mạ kẽm	Dây thép bền ($\varnothing \geq 0,33\text{mm} \times 7$ sợi)
	Lớp bọc	Nhựa LLDPE Độ dày trung bình $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$
Lớp vỏ	Vật liệu	Nhựa LLDPE
	Độ dày trung bình	$0,8 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$
	Kích thước của dây thuê bao HxD (mm)	$(2,0 \pm 0,1)\text{mm} \times (3,0 \pm 0,1)\text{mm}$
2.	Vỏ cáp	
	<p>Lớp vỏ ngoài cùng phải được làm từ vật liệu nhựa LLDPE chất lượng cao, chứa carbon, màu đen, chịu được tác động của tia cực tím, chứa chất chống oxy hoá (antioxidant) thích hợp, không có khả năng phát triển nấm mốc trên vỏ và có khả năng cách điện (không dùng nhựa tái chế).</p>	
	Vật liệu nhựa LLDPE yêu cầu phải đáp ứng:	
	- Tỷ trọng (ASTM D 1505)	$\geq 0,916 \text{ g/cm}^3$
	- Khả năng chịu lực kéo căng (ASTM D 638)	$\geq 16 \text{ Mpa}$
	- Độ giãn dài (ASTM D 638)	≥ 500
	- Vật liệu nhựa LLDPE phải chịu được tác động của tia UV	
	<p>Vỏ dây thuê bao phải bảo vệ được lõi cáp khỏi những tác động cơ học và những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài trong quá trình cất giữ, lắp đặt khai thác (nước, nhiệt độ, hóa chất, côn trùng gặm nhấm...)</p>	
	<p>Vỏ bọc của dây thuê bao phải nhẵn, đồng tâm, không có chỗ nổi, vết rạn nứt, lỗ thủng chất lượng phải đồng đều (như không: gồ ghề, rỗ xốp, chứa bong bóng khí, bị chia tách, có vết phồng rộp, khuyết, vón cục), không chứa thành phần kim loại; phải mềm dẻo, chắc chắn, tách vỏ dễ dàng, khi tách vỏ không bị dính chặt sợi quang vào vỏ cáp đồng thời phải có độ dày đồng nhất, trên toàn bộ chiều dài cáp.</p>	
	<p>Khi tách dây treo ra khỏi thân dây thuê bao không làm thay đổi cấu trúc của thân dây thuê bao và ảnh hưởng tới chất lượng sợi quang;</p>	
	<p>Phần thân dây thuê bao phải đảm bảo không bị xoắn cong làm suy hao sợi quang quá giới hạn.</p>	
	<p>Vỏ dây thuê bao phải bảo vệ chắc chắn được lõi dây (sợi quang), thép xoắn dây</p>	

<p>treo, thép gia cường trong lắp đặt khai thác: Khi tước/xé tách dây treo không được lòi thép dây treo, thép dây gia cường; khi tước/xé tách bụng dây để lấy sợi quang, hai nửa bụng dây phải đồng đều và không lòi dây thép gia cường.</p>										
3.	Đánh dấu màu sợi: mã màu của sợi quang tuân theo tiêu chuẩn TIA/EIA-598-A									
	<i>Loại dây</i>	<i>Màu sợi quang</i>								
	1Fo	NA (màu bất kỳ)								
	4Fo	4 màu bất kỳ liên kế trong bảng mã màu TIA/EIA-598-A								
4.	Thông số kỹ thuật của sợi quang									
<p>Đặc tính quang học, hình học của sợi quang đơn một tuân thủ khuyến nghị ITU-T G.657A1 và TCVN 8696:2011.</p>										
	Thông số kỹ thuật	Đơn vị	Chỉ tiêu	Phương pháp đo						
	Hệ số suy hao	dB/km	<table border="1"> <tr> <td>1550nm</td> <td>$\leq 0,21$</td> </tr> <tr> <td>1490nm</td> <td>$\leq 0,3$</td> </tr> <tr> <td>1310nm</td> <td>$\leq 0,35$</td> </tr> </table>	1550nm	$\leq 0,21$	1490nm	$\leq 0,3$	1310nm	$\leq 0,35$	IEC 60793-1-40
1550nm	$\leq 0,21$									
1490nm	$\leq 0,3$									
1310nm	$\leq 0,35$									
	Hệ số tán sắc	Ps/nm.km	$\leq 3,5$ từ 1285nm đến 1330nm ≤ 18 tại 1550nm	IEC 60793-1-42						
	Hệ số PMD	Ps/km ^{1/2}	$\leq 0,2$	IEC 60793-1-42						
	Bước sóng tán sắc về không	nm	$1300 \leq \lambda_0 \leq 1324$	IEC 60793-1-42						
	Độ dốc tán sắc	Ps./nm ² .km	$\leq 0,092$	IEC 60793-1-40						
	Bước sóng cắt	nm	$\lambda_{cc} \leq 1260$	IEC 60793-1-44						
	Suy hao uốn cong (r = 15mm × 10 vòng)	dB	$\leq 0,2$ dB tại 1550nm	IEC 60793-1-47						
	Suy hao uốn cong (r = 10mm × 1 vòng)	dB	$\leq 0,7$ tại 1550nm	IEC 60793-1-47						
	Đường kính trường mode	μm	$8,6 \pm 0,4$ tại 1310nm	IEC 60793-1-45						
	Tâm sai trường mode	μm	$\leq 0,5$	IEC 60793-1-20						
	Đường kính lớp phân xạ	μm	$125 \pm 0,7$	IEC 60793-1-20						
	Độ không tròn đều lớp phân xạ	%	$\leq 1,0$	IEC 60793-1-20						
	Đường kính lớp phủ ngoài	μm	245 ± 10	IEC 60793-1-21						
	Điểm suy hao tăng đột biến	dB	$\leq 0,1$	IEC 60793-1-40						
	Sức căng sợi quang	Gpa	$\geq 0,69$	IEC 60793-1-						

			30
	Lớp vỏ sơ cấp sử dụng vật liệu chống ảnh hưởng của tia cực tím (chất acrylate), giảm thiểu tác động của môi trường ngoài.		
	Lớp vỏ sơ cấp trước khi nhuộm màu có đường kính danh định là $245\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$, sau khi nhuộm màu có đường kính danh định $250\mu\text{m} \pm 10\mu\text{m}$, sử dụng loại mực bền theo thời gian.		
	Khi thực hiện hàn nối, lớp vỏ sơ cấp phải có thể tách dễ dàng ra khỏi sợi mà không cần dùng hoá chất và không gây ảnh hưởng đến sợi.		
5.	Đặc tính vật lý, cơ học và môi trường của dây thuê bao		
	Dây thuê bao phải đảm bảo hoạt động dưới điều kiện môi trường như sau:		
	- Độ ẩm tương đối: khả năng chịu được độ ẩm từ 0% đến 100%		
	- Khả năng chịu được điện áp phóng điện của vỏ dây thuê bao: phải chịu được điện áp tối thiểu 20 KVDC hay 10 KVAC rms đối với điện áp xoay chiều 50Hz-60Hz trong vòng 5 phút. Nhà sản xuất phải chứng minh được cấp đã qua phép thử tiêu chuẩn theo tiêu chuẩn IEC-811/ITU-T Rec.K25/TCN 68-160:1996.		
	- Tải trọng cho phép lớn nhất khi lắp đặt	500 N	
	- Tải trọng cho phép lớn nhất khi làm việc	400 N	
	- Khả năng chịu nén	$\geq 500\text{N}/5\text{cm}$	
	- Dải nhiệt độ khi lắp đặt	-5°C đến $+65^{\circ}\text{C}$	
	- Dải nhiệt độ khi làm việc	-10°C đến $+65^{\circ}\text{C}$	
	- Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi lắp đặt	10 D (D = độ rộng thân dây)	
	- Bán kính uốn cong nhỏ nhất khi làm việc	20 D (D = độ rộng thân dây)	
6.	Lực kéo căng, khoảng vượt và độ võng		
	- Với khoảng vượt là $\leq 50\text{m}$ với độ võng là 1%		
	- Khoảng vượt tối đa cho phép là $\leq 80\text{m}$ với độ võng từ 2% đến 3%		
	- Lực kéo căng lớn nhất khi thi công của cáp sợi quang vào nhà thuê bao (trong thời gian ngắn) tối thiểu phải đạt 500N.		
	- Lực kéo căng cho phép trong quá trình sử dụng phải lớn hơn 30% của lực căng lớn nhất khi thi công.		
7.	Các phép thử vật lý, cơ học và môi trường (tại bước sóng 1310, 1550 và 1490nm)		
7.1	Khả năng chịu căng	IEC 60794-1-2-E1	Đường kính trục cuộn: $\geq 30\text{D}$ (D = độ rộng thân dây) Chiều dài mẫu: 100m; Thử liên tục: 500N trong 5 phút.
		Chi tiêu:	Cáp không bị vỡ vỏ, sợi không bị đứt, tăng suy hao: $\leq 0,2\text{dB}$ (bước sóng 1310, 1490, 1550nm), độ dẫn của dây không quá 0,25%
7.2	Khả năng chịu ép	IEC 60794-1-2-E3	Lực thử: 500 N/50mm x 50mm trong 5 phút Số điểm thử: 1
		Chi tiêu	Cáp không bị vỡ vỏ, sợi không bị đứt, tăng suy hao: $\leq 0,2\text{ dB}$ (bước sóng 1310, 1490, 1550nm)
7.3	Khả năng chịu va đập	IEC 60794-1-2-E4	Độ cao của búa: 100cm; Trọng lượng búa: 0,3kg; Đầu búa có đường kính: 25mm.
			Số điểm thử: 10 điểm cách nhau 10cm, tốc độ 2 giây/1 lần.

		Chi tiêu	Cáp không bị vỡ vỏ, sợi không bị đứt, tăng suy hao: $\leq 0,2$ dB (bước sóng 1310, 1490, 1550nm)
7.4	Khả năng chịu uốn cong	IEC 60794-1-2-E6	Đường kính trục uốn: 20D (D = độ rộng thân dây) Góc uốn: $\pm 90^\circ$; số chu kỳ: 25 chu kỳ Tải thử 40N
		Chi tiêu:	Cáp không bị vỡ vỏ, sợi không bị đứt, tăng suy hao: $\leq 0,2$ dB (bước sóng 1310, 1490, 1550nm)
7.5	Khả năng chịu xoắn	IEC 60794-1-2-E7	Chiều dài thử xoắn: ≤ 2 m; số chu kỳ: 10 chu kỳ Góc xoắn: $\pm 180^\circ$; Tải dọc trục 40N
		Chi tiêu	Cáp không bị vỡ vỏ, sợi không bị đứt, vỏ không bị rạn nứt khi nhìn qua kính phóng đại lên 5 lần.
7.6	Khả năng chịu nhiệt	IEC 60794-1-2-F1	Chu trình nhiệt: $+23^\circ\text{C} \rightarrow -30^\circ\text{C} \rightarrow +60^\circ\text{C} \rightarrow +23^\circ\text{C}$ Thời gian tại mỗi chu kỳ: 24 giờ
		Chi tiêu	Độ tăng suy hao: $\leq 0,2$ dB/km (bước sóng 1310, 1490, 1550nm)
7.7	Khả năng chống thấm	IEC 60794-1-2-F5	Chiều dài mẫu: 3m; Chiều cao cột nước: 1m Thời gian thử: 24 giờ
		Chi tiêu:	Nước không bị thấm qua mẫu thử
7.8	Suy hao uốn khi tách dây	Phép thử	Chiều dài mẫu: mẫu thử dài 150m, không cắt khỏi cuộn. Tách dây treo theo chiều hướng gấp khúc với sợi quang tạo 1 góc 180° , tách đoạn cáp với chiều dài là 30 cm. Quấn đoạn cáp quang đã tách dây treo 1 vòng quanh trục có đường kính 30mm
		Chi tiêu	Sợi quang không bị tổn hại khi thao tác tách dây treo theo mọi hướng. Độ tăng suy hao sau khi uốn cong là ≤ 0.2 dB.
7.9	Kiểm tra độ bám chặt của vỏ	Phép thử	Chiều dài phần mẫu cần thử nghiệm là 300mm (không tính phần rọc vỏ để kẹp dây gia cường). Rọc 02 đầu dây, mỗi đoạn khoảng 20mm. Thực hiện phép thử bằng cách dùng dụng cụ kẹp một đầu vào lõi dây gia cường 1 còn đầu kia kẹp vào lõi dây gia cường 2. Kéo và ghi lại lực kéo mà tại đó làm trượt lớp vỏ ngoài khỏi dây gia cường.
		Chi tiêu	Dây thuê bao được coi là đạt yêu cầu nếu lực cần thiết để làm trượt lớp vỏ ngoài khỏi dây gia cường phải không được nhỏ hơn 30 N cho dây thuê bao có dây gia cường là ≥ 0.4 mm.
7.10	Kiểm tra độ bám dính giữa dây treo và bụng dây	Phép thử	Chiều dài mẫu thử 1m. Thực hiện phép thử như sau: Dùng kẹp cố định dây treo tại vị trí khoảng giữa mẫu thử, sau đó dùng lực tước/xé dây treo cáp ra khỏi vùng bụng cáp (*) ≥ 50 N (mục đích chống cáp bị tự xé khi kéo trong các gông điện lực). (*): Vùng bụng cáp: là phần dây còn lại (gồm phần

			<i>nhựa LLDPE bao quanh 2 dây gia cường và sợi quang) sau khi đã tước khỏi phần dây treo cáp.</i>
		Chi tiêu	Với lực 50N phần bụng cáp không bị xé/tách ra khỏi dây treo.
7.11	Yêu cầu về độ chặt của sợi quang bên trong bụng cáp.	Phép thử	Sợi quang được đảm bảo có độ bám chắc phù hợp bên trong bụng cáp (không chặt quá, không lỏng quá) để có thể xê dịch và ổn định bên trong bụng cáp khi nhiệt độ môi trường thay đổi (từ mùa đông sang mùa hè và ngược lại). Phương pháp kiểm tra và đo kiểm: cắt hai đoạn dây thuê bao có chứa sợi quang có chiều dài tương ứng 5cm và 20cm; sau đó rút sợi quang ra khỏi 2 đoạn cáp đó.
		Chi tiêu	Yêu cầu: + Sợi quang có thể được rút toàn bộ (không bị đứt hoặc tước vỏ sợi quang) ra khỏi đoạn dây thuê bao dài 5cm bằng dụng cụ chuyên dùng. + Sợi quang không thể rút được ra khỏi đoạn dây thuê bao dài 20cm. Nếu sợi quang không thể rút được ra khỏi đoạn dây thuê bao dài 5cm hoặc sợi quang có thể rút toàn bộ (không bị đứt) ra khỏi đoạn dây thuê bao dài 20cm thì không đạt yêu cầu về độ chặt của sợi quang trong bụng cáp và bị loại.
7.12	Khả năng chịu mài mòn của nhãn (chữ in) trên dây thuê bao	Phép thử	Xác định khả năng chịu mài mòn của nhãn (chữ in) trên dây thuê bao quang. Cụ thể: mẫu dây thuê bao có in nhãn phải đặt nằm giữa hai miếng phớt bằng len. Miếng phớt phải được ngâm nước hoàn toàn. Lực 4N phải được đặt vào nhãn ở trên mẫu. Mẫu này được chuyển động tịnh tiến 55 lần/phút \pm 5 lần/phút qua một đoạn dài 100mm.
		Chi tiêu	Yêu cầu: nhãn in trên thân dây thuê bao vẫn phải rõ ràng sau khi kết thúc toàn bộ thử nghiệm

3.2.2.6. Thiết bị chia ghép tín hiệu quang (Splitter):

TIÊU CHUẨN KỸ THUẬT	
I	PHẦN SPLITTER
1	Yêu cầu riêng đối với hộp phân phối quang tích hợp splitter trong nhà
	<ul style="list-style-type: none"> - Vỏ hộp làm bằng thép không gỉ/sắt sơn tĩnh điện có độ dày $\geq 1\text{mm}$, hoặc bằng nhựa composite SMC/BMS, nhựa ABS/PC/hỗn hợp PC+ABS có kết cấu đảm bảo chắc chắn. - Trường hợp vỏ hộp làm bằng các loại nhựa trên phải đảm bảo đáp ứng khả năng bắt lửa UL94-HB: không tự cháy khi bỏ ngọn lửa môi (nhà thầu phải chứng minh bằng catalogue và văn bản xác nhận của đơn vị có chức năng đo kiểm độc lập). - Cấu trúc hộp cho phép lắp đặt treo trên tường. - Kích thước phù hợp và có kèm phụ kiện để gắn trên tường nhà.
2	Yêu cầu riêng đối với hộp phân phối quang tích hợp splitter ngoài trời
	<ul style="list-style-type: none"> -Vỏ hộp được làm bằng thép không gỉ/sắt sơn tĩnh điện hoặc tương đương, có độ bền cao, độ dày $\geq 1,5\text{mm}$ và có kết cấu đảm bảo chắc chắn. - Cấu trúc hộp cho phép lắp đặt treo trên cột điện hoặc treo trên tường. Có thiết kế phù hợp cho việc lắp hộp cáp trên cột điện tròn và cột điện vuông; khi lắp hộp trên cột điện tròn: hộp phải tựa vững chắc và không bị vênh vỏ hộp, hư hỏng gá đỡ vỏ hộp khi siết đai treo hộp trên cột. - Có đầy đủ phụ kiện để gắn hộp trên tường hoặc treo trên cột. Dây đai inox có kích cỡ (đài x rộng x dày) $\geq 1300*20*0.4\text{ mm}$ (phải đảm bảo xiết giữ hộp chắc chắn trên cột điện có đường kính đến 35cm). -Kích thước phù hợp và kèm theo phụ kiện để gắn trên tường nhà, cột thông tin/cột điện lực.
3	Yêu cầu chung đối với hộp phân phối quang tích hợp splitter (bao gồm cả trong nhà và ngoài trời)
3.1	Yêu cầu về kết cấu
	<ul style="list-style-type: none"> - Hộp được trang bị cửa đóng mở theo dạng bản lề và có lắp khóa an toàn, đảm bảo không mở được bằng tuốc nơ vít dẹt hoặc bằng chìa khóa khác loại (không sử dụng khoá chốt tam giác). Góc mở cửa hộp $\geq 120^\circ$, đủ rộng để dễ dàng cho thao tác thi công. - Phải có mã hiệu hàng hoá và tháng năm sản xuất (in chắc chắn, không bong tróc khi bị thấm nước), và có serial number của nhà sản xuất để phục vụ công tác bảo hành sản phẩm. - Phải được thiết kế vị trí lưu giữ sơ đồ quản lý thuê bao, quản lý đầu nối và tài liệu hướng dẫn đầu nối. - Phải có logo VNPT trên nắp/cửa hộp (Nhà thầu cam kết thực hiện mẫu logo và vị trí theo yêu cầu của CĐT). - Yêu cầu bản lề cánh cửa hộp phải làm bằng thép không gỉ/hộp kim đúc hoặc nhựa PA chất lượng cao, đảm bảo chắc chắn và không bị lão hoá. Chốt bản lề, bulong, ốc vít bắt giữ bản lề phải được làm bằng thép không gỉ. - Các thành phần kim loại kết cấu nên hộp cáp và các phụ kiện phải đảm bảo an toàn cho người khai thác sử dụng, cụ thể: tại các góc, cạnh mép kim loại không nhọn, sắc bén gây nguy hiểm trầy, đứt tay; các phụ kiện nhựa màu, sơn không dễ dàng bong tróc và bám vào da khi có tiếp xúc (cầm, nắm). - Giữ cáp cài răng lược bằng thép cho phép giữ cả cáp đệm lỏng và cáp đệm chặt. - Khóa bên hông hoặc khoá mặt trước, đồng thời phải đảm bảo: không có các lỗi như bị rỉ sét, gãy chia, giòn dễ vỡ; không mở được bằng tuốc nơ vít; không mở được bằng cách ép chặt cánh vào; dễ dàng đóng mở khi thao tác trên cột. - Trang bị khóa bảo vệ chuyên dụng, đảm bảo độ kín khít, chống bụi, nước đảm bảo đáp ứng tiêu chuẩn IP 54 trở lên. Thiết kế theo cấu trúc module riêng biệt cho các thành phần: hàn nối sợi quang, panel adapter, splitter. Có đường dẫn riêng biệt cho cáp quang vào/ra và dây thuê bao quang kèm theo kết cấu kẹp giữ dây gia cường, vòng dẫn dây và bộ phận lưu giữ ống lồng nhằm đảm bảo bán kính cong tối thiểu của sợi quang luôn $\geq 30\text{ mm}$. Công cáp được thiết kế đảm bảo cho phép thực hiện truy nhập sợi quang ở giữa cáp (Mid - Span access).

	Bố trí vị trí lắp đặt module splitter riêng biệt, đảm bảo khi thi công tháo lắp splitter và connector không ảnh hưởng lẫn nhau và ảnh hưởng đến module hàn nối sợi quang.
	- Khay ODF riêng không gắn tích hợp phía sau khay nhựa panel xoay cài để để thi công và không ảnh hưởng các hướng uplink khi thi công dây thuê bao.
	- Đế bằng nhựa hoặc thép sơn tĩnh điện như vỏ hộp cho phép tháo lắp thay vỏ không gián đoạn dịch vụ.
	- Đối với hộp vỏ làm bằng thép không gỉ/sắt sơn tĩnh điện: <ul style="list-style-type: none"> o Chất lượng sơn tĩnh điện yêu cầu đáp ứng tối thiểu 5 năm trong điều kiện tự nhiên, không bị va chạm làm hư hại, trầy xước lớp sơn tĩnh điện. (Nhà thầu phải cung cấp tài liệu quy trình sơn tĩnh điện kèm theo các hình ảnh để chứng minh) o Hộp có mái, mái được hàn chặt vào vỏ hộp (không dùng phương án làm miếng tôn ghép lên). o Bất đai hộp bằng 2 miếng sắt cho phép gắn được cả lên cột và trên tường, phải thẳng hàng không bị xô lệch, nghiêng. o Cánh cửa được đập vuốt không mối hàn nối, đảm bảo chắc chắn và không bị lão hoá, có 3 lỗ thoát nước tại phần đập đáy cánh. o Tất cả các ốc vít phía trong phải được mạ kẽm chất lượng cao hoặc thép không gỉ. o Hộp có thiết kế thuận tiện cho việc thay thế vỏ hộp (khi bị hư hỏng do rỉ sét, va đập...) mà không phải tháo dỡ cáp/dây thuê bao quang làm ảnh hưởng đến các thuê bao đang sử dụng dịch vụ. o Hộp phải có điểm đấu nối đất (dưới đáy hộp và bên trong hộp) thuận tiện cho việc thao tác đấu tiếp đất khi thi công. Phần thân hộp và cánh cửa hộp phải được đấu nối liên thông tiếp đất bằng dây dẫn có tiết diện dây tối thiểu là 2,5mm²
	Áp dụng cho chủng loại Hộp Splitter16/splitter8 in, out <ul style="list-style-type: none"> - Dùng chung 1 mẫu hộp. Kích thước thân hộp (cao*rộng*sâu)=(380*250*120) ± 5%. - Panel xoay bằng kim loại với 6 rãnh để lắp adapter (tối đa 24 adapter). Adapter lắp chéo 1 góc để thuận tiện thi công.
3.2	Khay hàn nối và số lượng adapter, dây nối quang:
	Khay hàn làm bằng nhựa tổng hợp chất lượng cao, bền nhẹ và chống lão hóa. Dung lượng tối thiểu 12 mối hàn nhiệt/khay và cho phép lưu trữ sợi quang với chiều dài ≥ 1200mm với bán kính uốn cong của sợi quang đảm bảo ≥ 30 mm (Có TLKT chứng minh đáp ứng). Số lượng khay hàn đảm bảo đáp ứng yêu cầu hàn nối cáp vào + cáp ra đầu nối với cổng ra của splitter. Yêu cầu (áp dụng cho cả hộp Indoor và Outdoor) như sau: + Đối với hộp Splitter 1:16 phải bảo đảm cho phép hàn nối tối thiểu 24 mối hàn (24 ống co nhiệt kèm theo).
	Connector phải được lắp đặt nghiêng từ 30 ⁰ đến 45 ⁰ hoặc nằm ngang đảm bảo tránh phát xạ trực tiếp tia laser vào mắt người sử dụng.
	Số lượng adapter bằng số lượng cổng vào + cổng ra của splitter; Số lượng dây nối quang bằng số lượng cổng vào + ½(số lượng cổng ra) của splitter (Ví dụ Hộp phân phối quang tích hợp splitter 1:32 thì số lượng số lượng dây nối quang là: 1 + ½(32) = 17 sợi, adapter là: 1 + 32 = 33 cái).
	Các đầu nối connector và adapter quang phải có nút đậy để chống bụi bẩn.
	Được bố trí thuận lợi cho việc đấu nối connector; có nhãn đánh số giúp cho việc quản lý các đầu nối quang.
3.3	Connector + Adapter
	Chuẩn đầu nối: SC/UPC hoặc SC/APC
	Suy hao tiếp xúc (Insertion Loss): ≤ 0,3 dB
	Suy hao phản xạ (Return Loss): ≥ 55 dB (SC/UPC), ≥ 60 dB (SC/APC)
	Đường kính ferrule: 2,5 mm ± 0,001 mm
	Đoạn tiếp xúc ferrule: 10 mm ± 25 mm
	Độ chịu lực thường xuyên: ≥ 100 N

	Độ bền với số lần tháo lắp: ≥ 500 lần
	Nhiệt độ công tác: từ -10°C ÷ $+65^{\circ}\text{C}$
	Độ ẩm tối đa: 95 %
3.4	Dây nối quang.
	Sử dụng sợi quang đơn mode tuân thủ theo tiêu chuẩn ITU-T G.652D với connector chuẩn đầu nối SC/UPC hoặc SC/APC loại đơn mode. Dây nối quang có đường kính sợi: $900\mu\text{m} \pm 50\mu\text{m}$; chiều dài dây nối quang 1,5m. Dây nối quang đi kèm được mã hóa theo luật màu EIA/TIA-598, đảm bảo thuận tiện khi hàn nối với cáp quang.
4	Splitter.
4.1	Công nghệ chế tạo: Sử dụng công nghệ PLC (planar lightwave circuit technology)
4.2	Bước sóng hoạt động: Từ 1260 nm đến 1625 nm.
	Phân biệt theo vị trí lắp đặt: Module Splitter: Module Splitter lắp đặt tại vị trí riêng biệt trong các hộp cáp; các đầu/vào ra được gắn sẵn dây nối quang với connector loại SC/UPC hoặc SC/APC. Dây nối quang tại các đầu vào/ra sử dụng sợi quang đơn mode tuân thủ ITU-T G.652D hoặc G.657A; có cấu trúc đệm chặt (tight buffered fibers) đường kính là $900\mu\text{m} \pm 50\mu\text{m}$ hoặc $2000\mu\text{m} \pm 50\mu\text{m}$ được mã hóa theo màu sợi quang hoặc gắn nhãn đánh số thứ tự phù hợp với cổng vào ra của splitter; Chiều dài sợi quang $\geq 1,2\text{m}$, vỏ ngoài là nhựa PVC hoặc LSZH. Naked Splitter (splitter lắp đặt trong khay hàn): Naked Splitter có kích thước nhỏ gọn, phù hợp để lắp trong khay hàn của tủ/hộp/mảng xông. Sợi quang tại các đầu vào/ra là sợi quang đơn mode tuân thủ ITU-T G.652D hoặc G.657A và được nhuộm màu theo EIA/TIA-598.
4.3	Trong trường hợp này sử dụng sợi quang với lớp bao vệ sơ cấp hoặc sợi quang băng dẹt.
4.5	Thông số tiêu chuẩn kỹ thuật của Splitter trong vùng bước sóng làm việc 1260nm đến 1625nm.
4.5.1	Splitter 1:4
	Suy hao xen (Insertion loss -IL): $\leq 7,6\text{dB}$
	Suy hao phản xạ (Return loss -RL): ≥ 55 dB (không tính connector)
	Độ đồng đều về giá trị suy hao (Uniformity): $\leq 1,0\text{dB}$
	Suy hao phụ thuộc phân cực (Polarization dependent loss-PDL): $\leq 0,2\text{dB}$ (không tính connector).
	Suy hao xen đầu gần (Directivity) ≥ 55 dB: (không tính connector)
	Loại sợi quang : Đơn mode (SM) tuân thủ ITU-T G.657A/G.652D
	Nhiệt độ công tác : -10°C ÷ 65°C
	Độ ẩm tối đa : 95 %
4.5.2	Splitter 1:16
	Suy hao xen (Insertion loss -IL): $\leq 14,5\text{dB}$
	Suy hao phản xạ (Return loss -RL): ≥ 55 dB (không tính connector)
	Độ đồng đều về giá trị suy hao (Uniformity): $\leq 1,7\text{dB}$
	Suy hao phụ thuộc phân cực (Polarization dependent loss-PDL): $\leq 0,3\text{dB}$ (không tính connector).
	Suy hao xen đầu gần (Directivity) ≥ 55 dB: (không tính connector)
	Loại sợi quang : Đơn mode (SM) tuân thủ ITU-T G.657A/G.652D
	Nhiệt độ công tác : -10°C ÷ 65°C
	Độ ẩm tối đa : 95 %
5	Các phép thử về môi trường cho Splitter.
5.1	Thử khả năng chịu rung (Vibration) theo IEC 61300-2-1 (Có TLKT chứng minh đáp ứng).
5.2	Thử khả năng chịu thay đổi nhiệt độ (Temperature cycling) theo IEC 61300-2-22, khoảng nhiệt từ -10°C đến $+65^{\circ}\text{C}$ (Có TLKT chứng minh đáp ứng).
5.3	Ngâm trong nước (water immersion): nhiệt độ 35°C ÷ 43°C , PH 5,5, Thời gian 5 ngày; thay

	đổi suy hao <0,2 dB.
5.4	Phun nước muối (salt spray): phun nước 5% NaCl, sau đó duy trì nhiệt độ 65° C ±43° C, Thời gian 5 ngày; thay đổi suy hao <0,2 dB
6	Các phép thử cho hộp Splitter
	<p>Các yêu cầu cơ lý và bài đo thử Nhà thầu phải có TLKT chứng minh hoặc cam kết đáp ứng, nhà thầu sẽ phải tham gia kiểm tra, thử nghiệm thực tế khi có yêu cầu của bên mời thầu</p> <p>Thử va chạm (Mô tả tại L13/2003 Annex B, B1.4 Impact, như mảng sông treo):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiêu chuẩn quốc tế: IEC 61300-2-12 Method B. - Điều kiện: Dụng cụ thử: Quả cầu thép; Khối lượng: 1 kg; - Chiều cao thả rơi: 1 m; - Nhiệt độ kiểm tra: nhiệt độ phòng; - Vị trí: Tại bề mặt hộp cáp theo các góc 0°, 90°, 180°, 270° xung quanh trục dài nhất; - Số va chạm: 1 cho mỗi vị trí. - Đánh giá: Quan sát bằng mắt thường không phát hiện các hư, vỡ, tách rời của vỏ hộp và các thành phần khác bên trong hộp cáp. <p>Khả năng chịu tác động nước muối đối vỏ kim loại sơn tĩnh điện-salt spray (Mô tả tại ITU-T L70/2007, trang 20, Climatic tests):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiêu chuẩn quốc tế: b-IEC 60068-2-11; IEC 60068-2-11 Test Ka. - Điều kiện: Phun lên bên ngoài vỏ hộp dung dịch nước chứa 5% NaCl; - Nhiệt độ thử: (+35 ±2)° C; - Thời gian: 5 ngày. - Đánh giá: Quan sát bằng mắt thường: Lớp phủ ngoài không bị bong tróc hoặc nứt rạn, không có dấu hiệu ăn mòn lớp vỏ ngoài kim loại và các chi tiết kim loại bên trong vỏ hộp do điện hóa. <p>Kiểm tra khả năng chịu rung động:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tuân theo phép thử IEC 61300-2-1 và IEC 60068-2-6 với tần số rung biến đổi từ 5 – 500Hz. - Đo thay đổi suy hao trước và sau khi đo kiểm theo phương pháp IEC 61300-3-3. Method 1: (đầu nối quang được coi là một thành phần để đo kiểm). <p>Kiểm tra độ kín:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theo tiêu chuẩn IEC 60529. - Phương pháp kiểm tra: Đặt hộp trên mặt đất tại vị trí bằng phẳng, đóng kín cửa hộp. Sử dụng vòi nước có đường kính trong là 6,3 mm ở khoảng cách 2,5 m đến 3 m xịt vào từ ở góc nghiêng 60°. Thời gian thử: 1 phút cho 1 m² bề mặt hộp, tổng thời gian không quá 3 phút. - Yêu cầu: không có nước trong hộp.

3.2.3. Nguyên tắc tổ chức mạng phân phối cáp quang FTTx - GPON:

3.2.3.1. Các sở cứ tổ chức mạng phân phối cáp quang (ODN):

Mạng phân phối cáp quang FTTx phải đảm bảo thuận lợi trong quản lý, vận hành và khai thác; dung lượng mạng truy nhập quang phải đáp ứng nhu cầu kết nối băng rộng FTTx - PON cho các Khách hàng tại mốc thời gian đã định, sẵn sàng mở rộng và đảm bảo hiệu quả đầu tư. Do vậy, tổ chức mạng phân phối cáp quang phải dựa trên các sở cứ sau:

- Cấu trúc mạng chuyên mạch của VNPT Hải Phòng và phân vùng phục vụ của các tổng đài, các CES và các thiết bị OLT.

- Phụ thuộc vào mật độ dân cư của từng vùng, tốc độ tăng trưởng thuê bao băng rộng hàng năm, đặc biệt là các dịch vụ yêu cầu băng thông rộng như truy nhập Internet tốc độ cao, IpTV, Triple Play, HDTV,...

- Quy hoạch phát triển các khu đô thị mới, các trung tâm thương mại, khu công nghiệp, khu công nghệ cao.

- Hiệu quả kinh tế trong việc đầu tư xây dựng và bảo trì khai thác mạng. Đảm bảo mạng cáp quang sau khi đầu tư phải có khả năng đáp ứng được nhu cầu cho 10 năm.

3.2.3.2. Nguyên tắc phối cáp:

- Tổng chiều dài tuyến cáp quang từ OLT đến ONU/ONT không quá 20 km.

- Trên một tuyến kết nối từ OLT đến ONU/ONT chỉ lắp đặt tối đa 2 cấp Splitter, đảm bảo tổng số thuê bao kết nối tới cổng PON trên OLT ≤ 64 .

- Sử dụng cáp quang loại SM, đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật tại ITU-T G.652D, cáp quang thuê bao (Optical Drop Wire) phải tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật tại khuyến nghị của ITU-T G.657A/B.

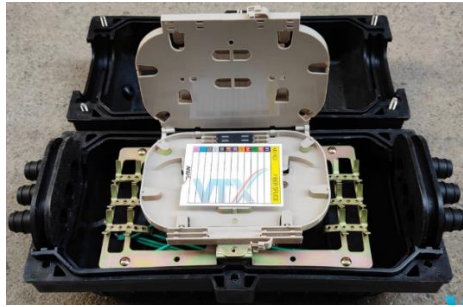
- Cáp chính (Feeder Cable): kéo từ tổng đài Host có dung lượng 96 Fo; từ tổng đài vệ tinh có dung lượng 96 Fo hoặc 48 Fo tùy thuộc vào nhu cầu thực tế tại từng khu vực, ưu tiên sử dụng cáp quang dung lượng 96 Fo.



Hình 3-8: Cấu trúc cáp quang 96Fo và 48Fo

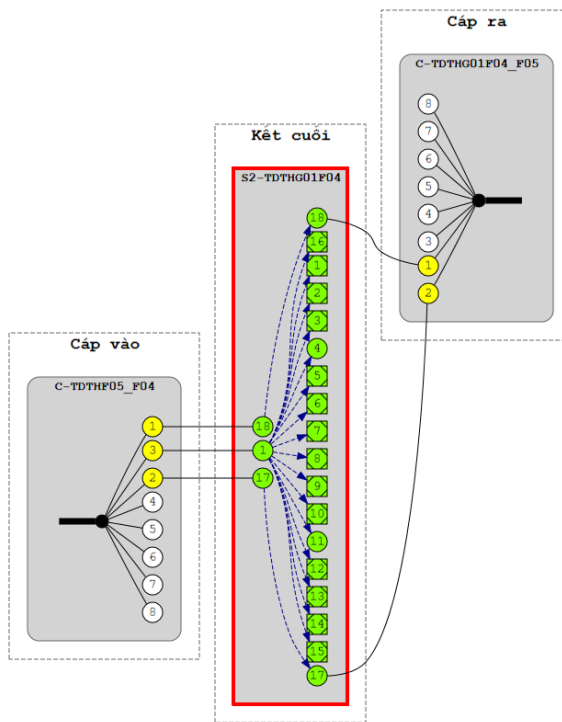
- Điểm phân phối cáp quang (DP-Distribution Point): tùy thuộc từng trường hợp cụ thể có thể lựa chọn măng sông (Closure) hoặc tủ phân phối (FDT-Fiber Distribution Terminal) để phân phối và rẽ nhánh cáp với đầu vào là cáp chính, đầu ra là các cáp phối. Cụ thể như sau:

+ Nếu DP chỉ có chức năng phân phối, rẽ nhánh cáp và lắp đặt Splitter dung lượng nhỏ (Splitter loại 1:2, 1:4 hoặc 1:8): sử dụng măng sông đặt ngầm trong bể cáp hoặc treo trên cột tùy thuộc vào vị trí, địa hình.



Hình 3-9: Hình ảnh măng sông quang ngầm

+ Nếu DP bao gồm cả chức năng phân phối, rẽ nhánh cáp và lắp đặt Splitter có dung lượng lớn (Splitter loại 1:16, 1:32 và 1:64): sử dụng tủ phân phối (FDT) lắp đặt trên bệ hoặc treo trên cột thông tin tùy thuộc vào vị trí, địa hình.



Hình 3-10: Giản đồ phối cáp trong Splitter cấp 2 loại 1:16

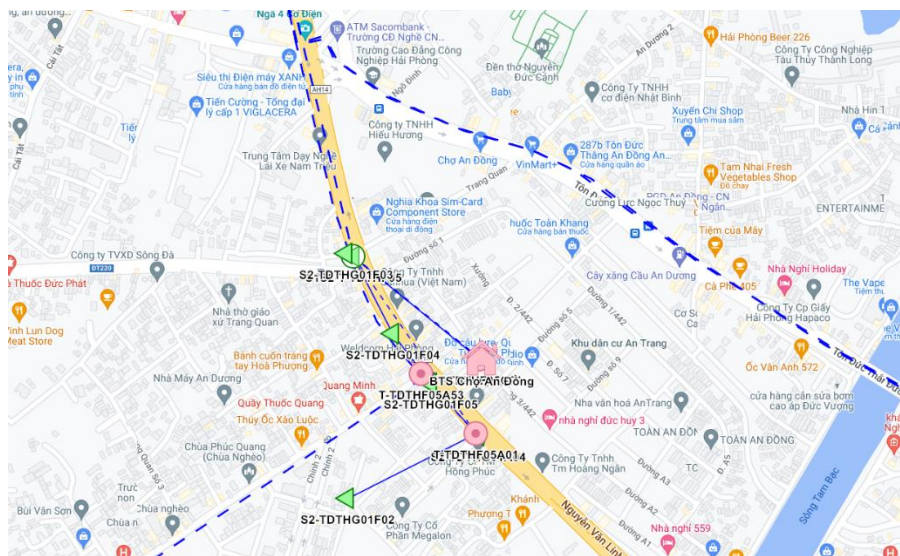
- Cáp nhánh (Distribution Cable): được kéo từ điểm phân phối, rẽ nhánh cáp (DP) đến các điểm truy nhập mạng (AP-Access Point). Cáp quang nhánh có dung lượng 24 Fo và 48 Fo, trường hợp đặc biệt tại các khu vực ngoại thành có thể sử dụng cáp quang dung lượng 12 Fo.

- Điểm truy nhập (AP-Access Point) là điểm kết cuối của cáp quang nhánh/điểm xuất phát của cáp quang thuê bao. Có thể sử dụng măng sông hoặc hộp cáp để kết cuối cáp.

- Dây thuê bao quang (Optical Drop Wire): được kéo từ điểm truy nhập (AP) hoặc tủ phân phối (FDT) đến hộp kết cuối đặt tại nhà thuê bao (ATB-Access Terminal Box/Outlet). Dây thuê bao quang có dung lượng 2 Fo, 4 Fo. Một số trường hợp đặc biệt, với các Khách hàng như Văn phòng, Nhà máy, Trung tâm Thương mại, trạm BTS,... có thể sử dụng cáp quang thuê bao có dung lượng 8 Fo/12 Fo.

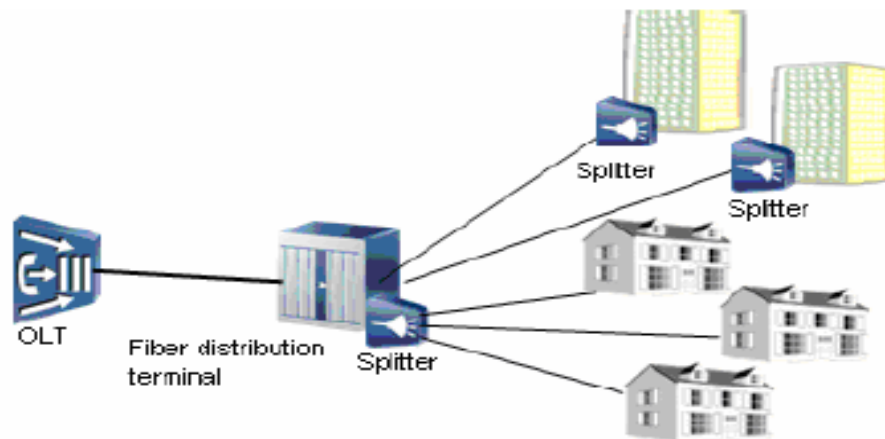
3.2.3.3. Lựa chọn Splitter và các giải pháp lắp đặt:

Căn cứ số lượng thuê bao dự báo, vị trí lắp đặt để lựa chọn chủng loại, dung lượng và giải pháp lắp đặt phù hợp. Trên một tuyến kết nối từ OLT đặt tại tổng đài đến ONU/ONT đặt tại Khách hàng có thể lắp đặt tối đa 2 cấp Splitter sao cho tổng số thuê bao kết nối tới cổng PON tại OLT ≤ 64 thuê bao (đối với công nghệ GPON) và ≤ 32 thuê bao (đối với công nghệ GE-PON).



Hình 3-11: Hình ảnh triển khai thực tế mạng GPON

* Giải pháp lắp đặt Splitter 1 cấp:



Hình 3-12: Cấu trúc lắp đặt Splitter 1 cấp

- Lắp đặt Splitter 1 cấp khi tại khu vực lắp đặt có số thuê bao dự báo như sau: $[32 < \text{Số lượng thuê bao dự báo} \leq 64]$ nếu triển khai theo công nghệ GPON hoặc $[16 < \text{Số lượng thuê bao dự báo} \leq 32]$ nếu triển khai theo công nghệ GE-PON. Với giải pháp này, công suất quang chỉ bị chia tách một lần, tất cả các dịch vụ của Khách hàng được truyền tải thông qua duy nhất một Splitter.

- Lựa chọn chủng loại và dung lượng Splitter.

+ Dung lượng 1:64 (đối với GPON) hoặc 1:32 (đối với GE-PON).

+ Cấu trúc module, kèm dây nhảy quang gắn sẵn Connector loại SC/UPC.

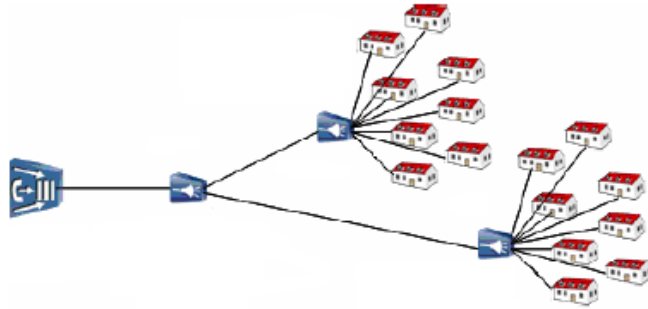
+ Splitter được lắp đặt trong tủ FDT và trong phòng KT của toà nhà cao tầng.

- Tổng suy hao đường truyền từ OLT đến ONU/ONT đảm bảo ≤ 28 dB.

* Giải pháp lắp đặt Splitter 2 cấp:

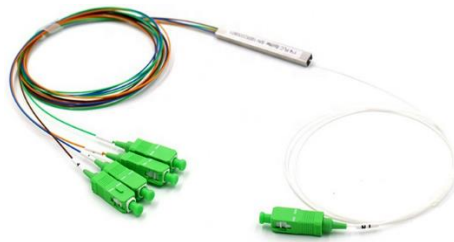
- Giải pháp này có nhiều ưu điểm, hệ số suy hao nhỏ, thuận lợi trong việc kiểm tra và bảo dưỡng mạng cáp quang, cấu hình cáp quang linh hoạt và có thể triển khai trong khu vực rộng như khu thương mại cũng như khu vực thuê bao không tập trung. Với giải pháp này, công suất quang bị chia tách hai lần, tất cả các dịch vụ của Khách hàng được truyền tải thông qua hai cấp Splitter.

- Tùy thuộc vào số lượng thuê bao tại mỗi khu vực, đặc điểm địa hình để lựa chọn cấu trúc, dung lượng và chủng loại Splitter phù hợp sao cho tổng số thuê bao/cổng PON trên OLT ≤ 64 thuê bao (đối với GPON) hoặc ≤ 32 thuê bao (đối với GE-PON). Thông thường, các cấp Splitter được lựa chọn như sau:



Hình 3-13: Cấu trúc lắp đặt Splitter 2 cấp

+ Splitter cấp 1 có dung lượng: 1:2; 1:4; 1:8.



Hình 3-14: Hình ảnh thực tế Splitter cấp 1 loại 1:4

+ Splitter cấp 2 có dung lượng tương ứng: 1:32; 1:16; 1:8 kèm dây nhảy quang gắn sẵn Connector loại SC/UPC.



Hình 3-15: Hình ảnh thực tế hộp Splitter cấp 2 loại 1:16

+ Splitter cấp 1 lắp đặt tại điểm DP là mãng sông, splitter cấp 2 phải được lắp đặt tại điểm tập trung nhiều thuê bao. Trường hợp cả Splitter cấp 1 (loại 1:2; 1:4; 1:8) và 1 Splitter cấp 2 tương ứng (loại 1:32; 1:16; 1:8) đặt cùng tại vị trí thì lựa chọn DP là tủ FDT. Splitter cấp 1 được kết nối với Splitter cấp 2 bằng môi hàn nhiệt để giảm bớt suy hao trên đường truyền.

Ví dụ: Splitter cấp là loại 1:2 thì Splitter cấp 2 là loại 1:32; hoặc nếu Splitter cấp 1 là loại 1:4 thì Splitter cấp 2 là loại 1:16.

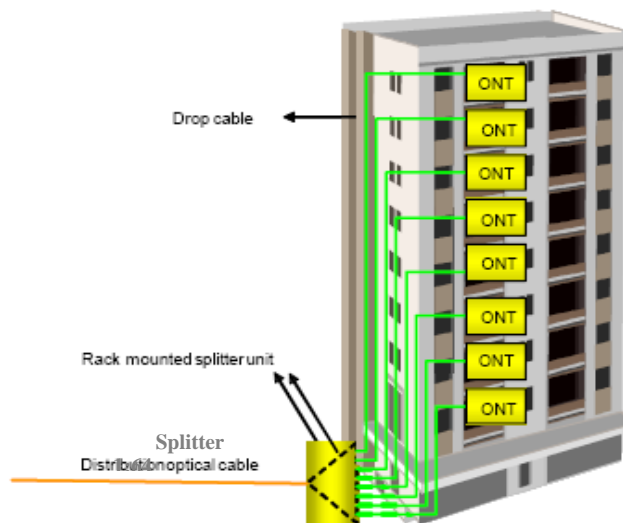
3.3. Các giải pháp cho mạng FTTH:

3.3.1. Triển khai FTTH tại các tòa chung cư có mật độ dân số cao, các tòa nhà văn phòng:

Đối với các tòa nhà cao tầng có mật độ thuê bao lớn, có thể triển khai mạng FTTH theo các cấu trúc sau:

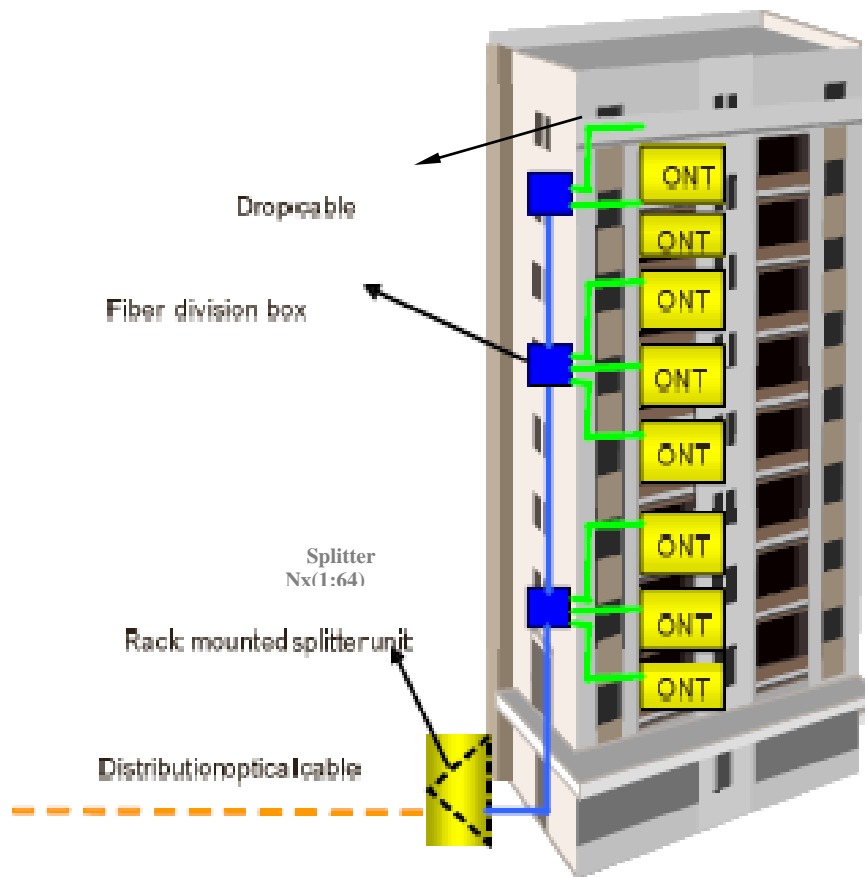
* **Cấu trúc Splitter 1 cấp:** áp dụng đối với các tòa nhà có số thuê bao ≤ 64 .

+ Trường hợp 1: Splitter sẽ được lắp đặt tại tầng hầm (phòng kỹ thuật). Dây thuê bao quang sẽ được kéo trực tiếp từ Splitter đến ATB/Outlet tại nhà Khách hàng. Phù hợp cho việc triển khai tại các tòa nhà thấp tầng, các tòa nhà chưa triển khai mạng cáp quang nội bộ.



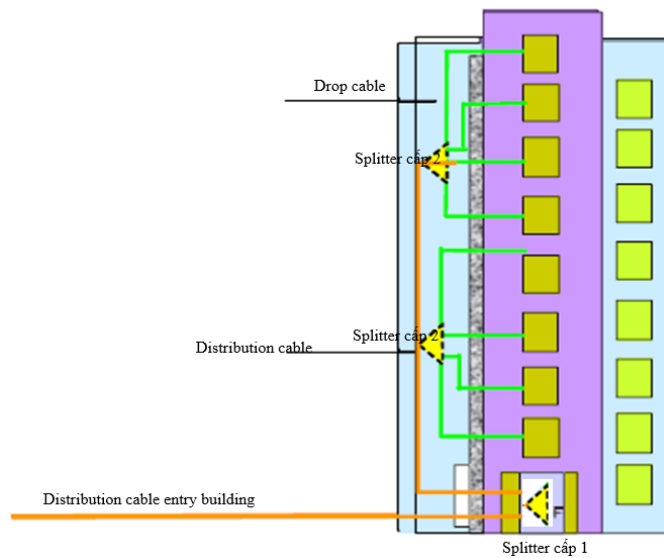
Hình 3-16: Cấu trúc lắp đặt Splitter 1 cấp dạng 1

+ Trường hợp 2: Splitter lắp đặt tại tầng hầm (phòng KT). Triển khai cáp nhánh đầu nối từ Splitter đến các hộp cáp (AP) đặt tại các tầng, dây thuê bao quang được kéo từ các hộp cáp đến ATB đặt tại nhà Khách hàng. Cấu trúc này phù hợp với các tòa nhà có mật độ thuê bao thấp và thuận tiện cho việc triển khai cung cấp dịch vụ, sửa chữa cũng như bảo dưỡng mạng lưới, áp dụng tại các tòa nhà do VNPT Hà Nội cung cấp dịch vụ viễn thông và xây dựng mạng nội bộ, mạng dây thuê bao cáp đồng, cáp quang.

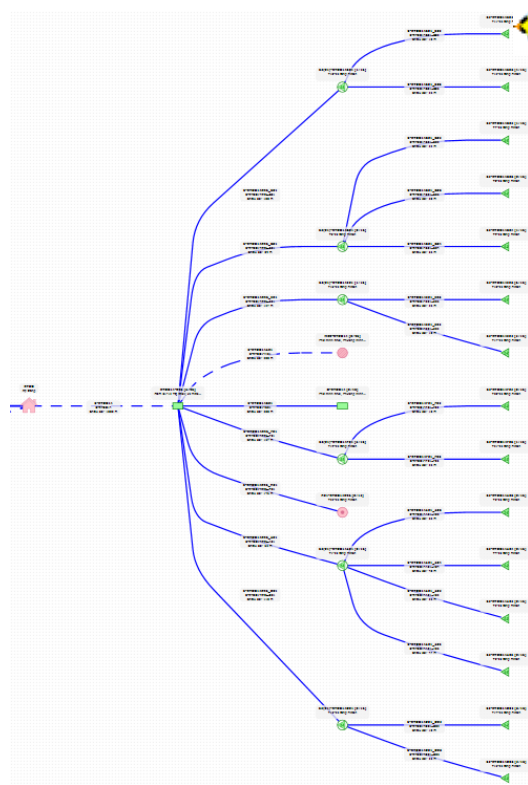


Hình 3-17: Cấu trúc lắp đặt Splitter 1 cấp dạng 2

* **Cấu trúc Splitter 2 cấp:** splitter cấp 1 đặt tại tầng hầm (phòng KT) và được đầu nối với splitter cấp 2 thông qua mạng cáp phụ triển khai lên các tầng. Cáp quang thuê bao sẽ được kéo từ Splitter cấp 2 đến ATB đặt tại nhà Khách hàng. Cấu trúc này được triển khai tại các tòa nhà cao tầng có dung lượng thuê bao tương ứng các cấu trúc đầu nối splitter 1:2 + 1:32, 1:4 + 1:16, 1:8 + 1:8.



Hình 3-18: Cấu trúc lắp đặt Splitter 2 cấp



Hình 19: Giản đồ phối cáp thực tế Splitter 2 cấp

3.3.2. Triển khai FTTx tại các khu đô thị tập trung nhiều tòa nhà cao tầng:

Tại các khu đô thị mới, thường tập trung nhiều tòa chung cư cao tầng. Ngoài việc triển khai mạng cáp đồng cung cấp các dịch vụ POTS, ADSL sẽ phải triển khai đồng thời mạng FTTx để cung cấp các dịch vụ băng rộng, chất lượng cao tới

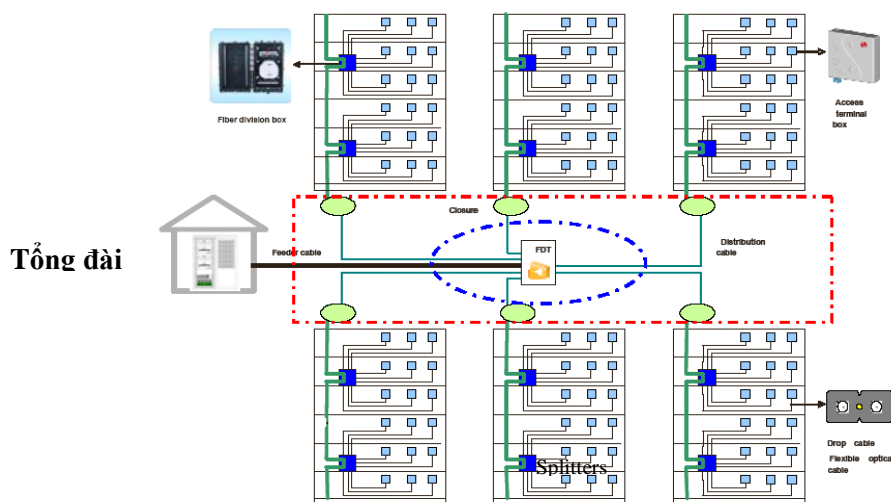
các Khách hàng có nhu cầu. Trường hợp này, có thể triển khai theo 3 phương thức: FTTC, FTTB và FTTH. Tùy thuộc vào mặt bằng lắp đặt, khả năng triển khai để lựa chọn phương thức phù hợp; ưu tiên triển khai theo phương thức FTTH, FTTB. Phương thức FTTC chỉ triển khai khi không có vị trí lắp đặt thiết bị ONU trong các tòa nhà.

* **Phương thức FTTC:** triển khai cáp quang tới gần cụm thuê bao và lắp đặt thiết bị MSAN/IP-DSLAM/MDU, cho phép cung cấp các dịch vụ cho một cụm thuê bao với bán kính cáp đồng tính từ MSAN/IP-DSLAM/MDU đến Khách hàng thông thường từ khoảng 500 m đến 1.500 m để đảm bảo băng thông, chất lượng dịch vụ.

* **Phương thức FTTB:** triển khai cáp quang tới tầng hầm (phòng KT) của tòa nhà và lắp đặt ONU liền kề với tủ cáp đồng để cung cấp các kết nối VDSL2 tới Khách hàng thông qua mạng cáp đồng, dung lượng thuê bao tương ứng số port VDSL2 của ONU.

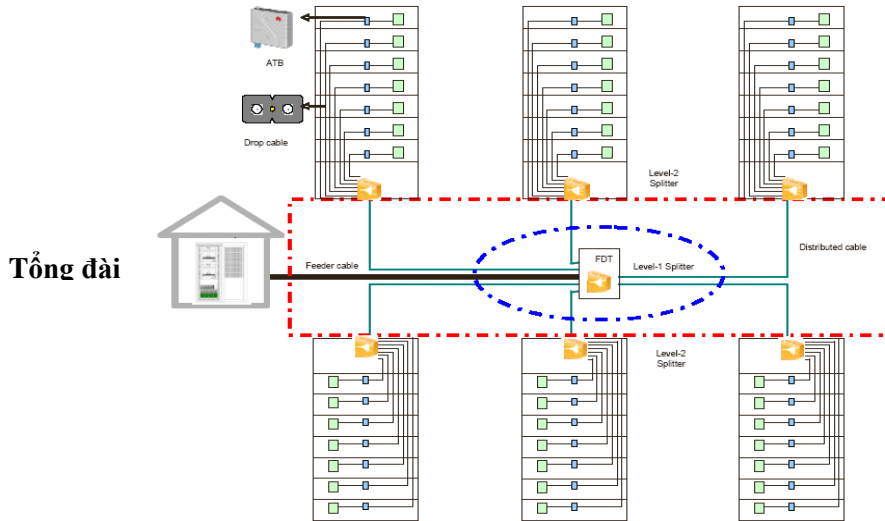
* **Phương thức FTTH:** có thể triển khai theo 2 giải pháp:

+ Lắp đặt Splitter 1 cấp: Splitter được lắp đặt tại điểm FDT. FDT đặt tại vị trí thích hợp để phân phối/rẽ nhánh cáp đến các tòa nhà. Áp dụng tại các khu đô thị có mật độ các tòa nhà cao tầng tập trung, nằm liền kề nhau, tổng số thuê bao có nhu cầu sử dụng các dịch vụ FTTH ≤ 64 .



Hình 3-20: Cấu trúc lắp đặt Splitter 1 cấp

+ Hoặc lắp đặt Splitter theo 2 cấp: Splitter cấp 1 đặt tại FDT và splitter cấp 2 sẽ đặt tại từng tòa nhà. Áp dụng tại các khu đô thị có mật độ các tòa nhà cao tầng tập trung, nằm liền kề nhau và có dung lượng thuê bao tương ứng các cấu trúc đầu nối splitter 1:2 + 1:32, 1:4 + 1:16, 1:8 + 1:8.

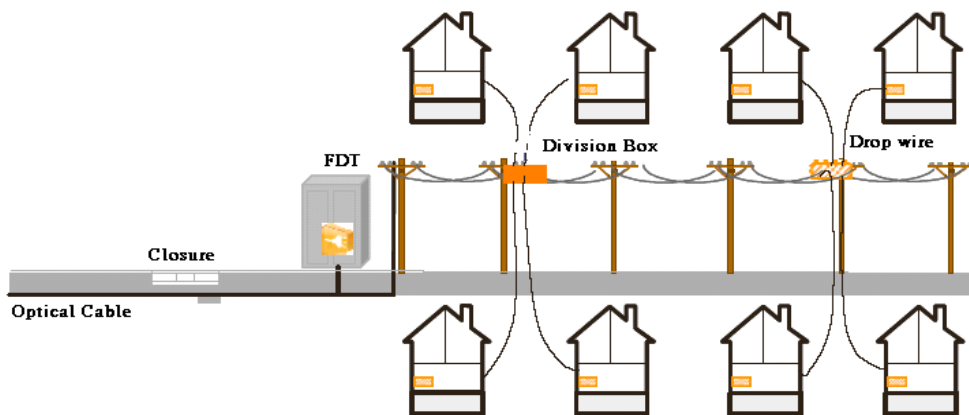


Hình 3-21: Cấu trúc lắp đặt Splitter 2 cấp

3.3.3. Triển khai FTTH tại các khu biệt thự, nhà liền kề:

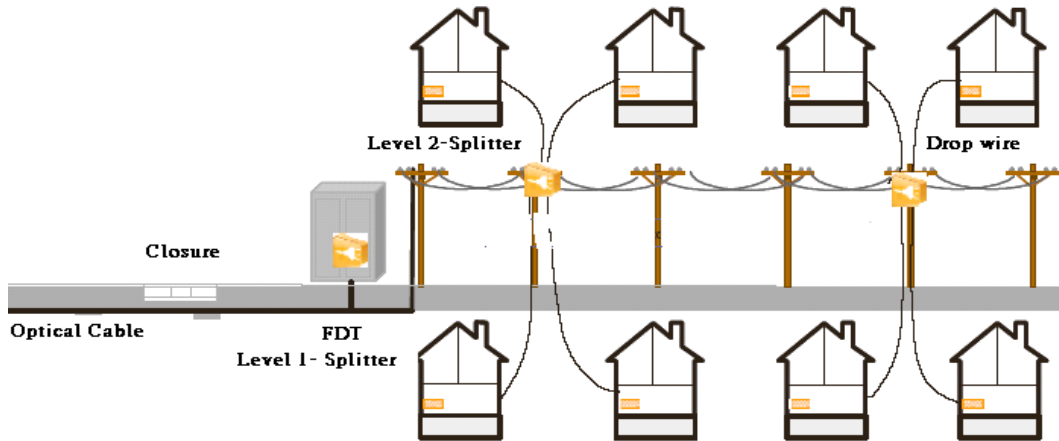
Tùy thuộc vào mật độ thuê bao và năng lực hệ thống công bẽ tại từng khu vực, có thể lựa chọn các cấu trúc mạng sau.

* **Cấu trúc Splitter 1 cấp:** áp dụng cho các khu vực có mật độ thuê bao tập trung và hệ thống công bẽ đảm bảo năng lực. Dây thuê bao quang có thể lắp đặt ngầm trong hệ thống công bẽ/ganivo hoặc treo trên hệ thống cột.



Hình 3-22: Cấu trúc Splitter 1 cấp

* **Cấu trúc Splitter 2 cấp:** áp dụng cho các khu vực có mật độ thuê bao phân tán, hệ thống công bề đảm bảo năng lực kéo cáp. Dây thuê bao quang có thể lắp đặt ngầm trong hệ thống cống bê/ganivo hoặc treo trên hệ thống cột.



Hình 3-23: Cấu trúc Splitter 2 cấp

3.4. Cách thức kết cuối dây thuê bao quang (Optical Drop Wire) tại nhà Khách hàng:

* **Tại các khu nhà riêng lẻ, liền kề và biệt thự:**

+ Sử dụng dây thuê bao quang dung lượng 2 Fo, kéo từ Splitter hoặc từ hộp cáp (AP) đặt ngoài trời theo hệ thống cống bê/ganivo hoặc hệ thống cột tới hộp kết cuối (ATB/Outlet) đặt tại nhà thuê bao.

+ Dây thuê bao quang sử dụng loại có cấu trúc ống đệm lỏng (Loose Buffer Tube).

+ Hộp ATB/Outlet đặt trong nhà thuê bao, cách mặt sàn khoảng 30 cm đến 40 cm và được gắn trên tường.

+ Dây thuê bao quang phải được luồn trong ống gen nhựa, đảm bảo bán kính uốn cong và được kết nối với dây pigtail lắp trong hộp ATB/Outlet bằng hàn nhiệt hoặc gắn luôn dây thuê bao quang với đầu nối connector.

+ Thiết bị ONT được kết nối tới hộp kết cuối ATB/Outlet bằng dây nhảy quang Patch cord.

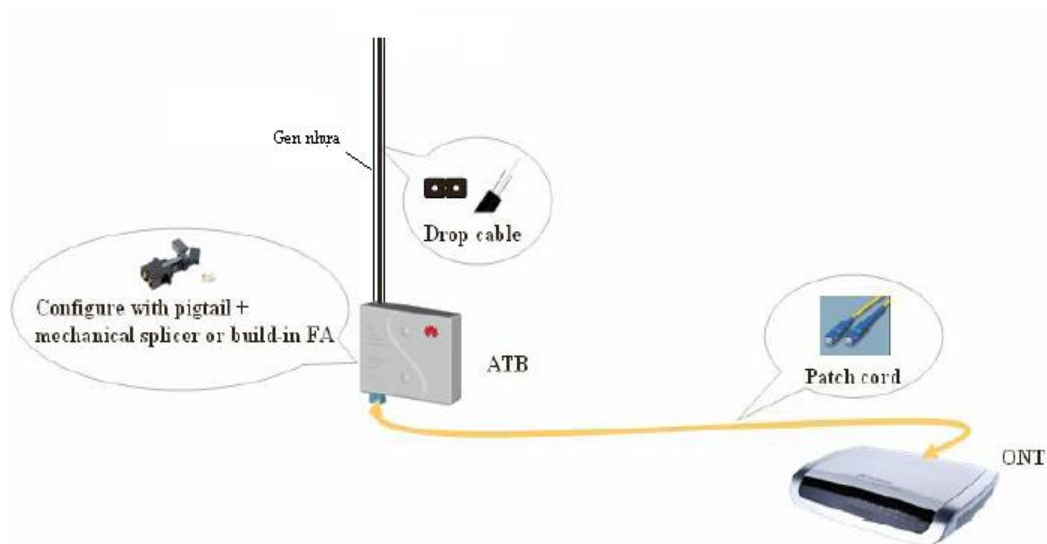
* **Tại các tòa nhà cao tầng, văn phòng:**

+ Sử dụng dây thuê bao quang Indoor loại 2 Fo kéo từ Splitter hoặc từ hộp cáp (AP) đặt tại phòng kỹ thuật hoặc hành lang tòa nhà theo hệ thống gen nhựa chôn ngầm trong tường hoặc gắn nổi tới hộp ATB/Outlet đặt tại vị trí lắp đặt thiết bị của Khách hàng (đối với các tòa nhà do VNPT triển khai xây dựng hạ tầng mạng viễn thông sẽ lắp đặt hộp ATB/Outlet tại phòng khách của mỗi căn hộ).

+ Hộp ATB/Outlet được gắn trên tường, cách sàn nhà khoảng 30 cm đến 40 cm. Dây thuê bao quang được kết nối với dây nối quang (pigtail) lắp trong hộp ATB/Outlet bằng hàn nhiệt hoặc gắn luôn dây thuê bao quang với đầu nối connector.

+ Thiết bị ONT được kết nối tới hộp kết cuối ATB/Outlet bằng dây nhảy quang (Patch cord).

+ Dây thuê bao quang lắp đặt tại các tòa nhà cao tầng: sử dụng loại Indoor Cable có cấu trúc ống đệm chặt (Tight Buffer Tube) nhằm đảm bảo độ linh hoạt và suy hao do bán kính uốn cong là nhỏ nhất.



Hình 3-24: Lắp đặt dây thuê bao quang tại nhà Khách hàng.

3.5. Tính toán suy hao đường truyền:

Để đảm bảo tốc độ, băng thông thì khoảng cách từ OLT - đặt tại nhà trạm của VNPT Hà Nội đến ONU/ONT - đặt tại nhà Khách hàng và suy hao đường

truyền phải đáp ứng các yêu cầu của công nghệ GPON (ITU-T G984.2), cụ thể như sau:

- Khoảng cách tối đa từ OLT đến ONT/ONU: ≤ 20 km.
- Suy hao đường truyền từ OLT đến ONT/ONU: ≤ 28 dB.

Như vậy, khoảng cách và suy hao đường truyền là 2 tham số cần phải tính toán khi đề xuất và thiết kế mạng FTTx-GPON. Suy hao công suất quang liên quan đến chủng loại Splitter, số lượng điểm nối (mối hàn, connector) và chiều dài cáp quang từ OLT đến ONT/ONU. Tổng suy hao trên đường truyền dẫn quang bao gồm: suy hao của cáp quang, suy hao của các điểm nối, suy hao của splitter.

3.5.1. Các đối tượng gây suy hao:

- SFP.
- Dây nhảy từ SFP tới khay ODF quang.
- Khay ODF.
- Cáp quang gốc.
- Tủ, hộp quang ODN.
- Măng xông quang.
- Cáp quang nhánh.
- Splitter cấp 1.
- Splitter cấp 2.
- Tủ, hộp quang chứa splitter.

3.5.2. Các tham số suy hao:

Name	Type	Average Attenuation (dB)
Connection point	Mối nối cơ khí (Mechanical splicing)	$\leq 0,2$ dB
	Mối hàn nhiệt (Fusion splicing)	$\leq 0,1$ dB
	Connector SC/UPC	$\leq 0,3$ dB
Optical Splitter	1:2	$\leq 3,5$ dB

	1:4	$\leq 7,5$ dB
	1:8	$\leq 10,5$ dB
	1:16	$\leq 13,5$ dB
	1:32	≤ 17 dB
	1:64	$\leq 20,5$ dB
Optical fiber (G.652D)	1310 nm (1 km)	$\leq 0,35$ dB
	1550 nm (1 km)	$\leq 0,21$ dB
Optical fiber (G.657A/B)	1310 nm (1 km)	$\leq 0,38$ dB
	1550 nm (1 km)	$\leq 0,25$ dB

3.5.3. Công thức tính suy hao trên đường truyền quang:

Suy hao trên đường truyền cáp quang = $L*a + n1*b + n2*c + n3*d + e + f$ (dB) ≤ 28 dB.

Trong đó:

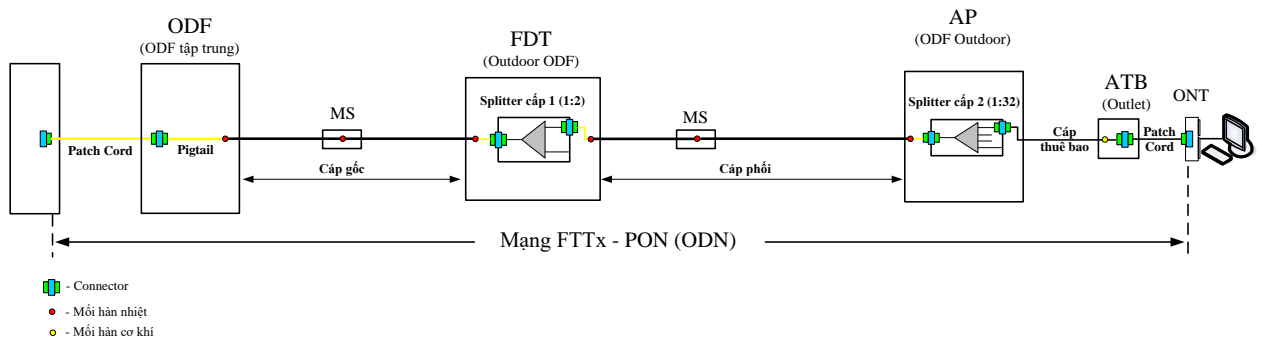
- a: suy hao trung bình của sợi quang trên 1 km (dB/km).
- L: tổng chiều dài tuyến cáp quang (km) không bao gồm suy hao của dây pigtail và patch cord.
- b: suy hao tại mỗi hàn nhiệt (dB).
- n1: số lượng mỗi hàn nhiệt.
- c: suy hao tại mỗi nối cơ khí (dB).
- n2: số lượng mỗi nối cơ khí.
- n3: suy hao tại connector (dB).
- d: số lượng connector.
- e: suy hao tại splitter (dB). Trường hợp đường truyền có 2 cấp Splitter e sẽ là tổng suy hao của 2 loại Splitter.
- f: suy hao dự phòng (dB), thông thường được tính là 3dB.

Trong quá trình thiết kế mạng FTTx-GPON, cần phải tính toán suy hao công suất quang trên toàn tuyến từ trạm OLT đến vị trí lắp đặt ONU/ONT xa nhất

theo dự kiến (trường hợp chưa lắp đặt cáp quang thuê bao có thể dự kiến chiều dài cáp quang thuê bao khoảng 500 m) nhằm đáp ứng các thông số kỹ thuật của mạng ODN.

Ví dụ: Tính tổng suy hao quang trên đường truyền có 2 cấp Splitter với tổng chiều dài cáp quang như sau:

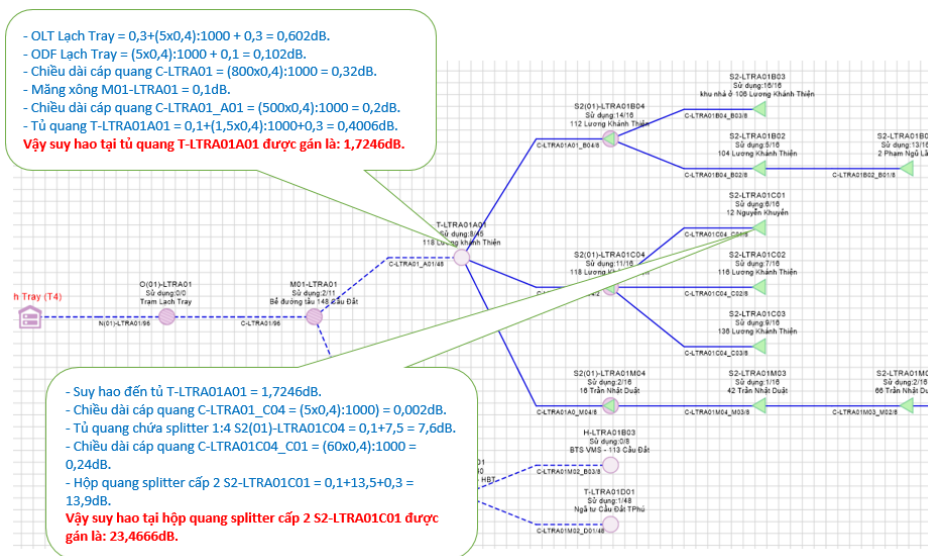
- Tổng chiều dài cáp quang chính + phụ: 2,5 km.
- Chiều dài cáp quang thuê bao: 0,5 km.



Hình 3-15: Sơ đồ đầu nối tuyến quang từ OLT đến ONT

$$\sum \text{suy hao trên đường truyền} = 2,5 * 0,35 + 0,5 * 0,38 + 6 * 0,1 + 0,2 + 14 * 0,3 + 3,5 + 17 + 3 = 26 \text{ dB} < 28 \text{ dB.}$$

Như vậy, suy hao trên đường truyền trên đảm bảo chỉ tiêu kỹ thuật yêu cầu.



Hình 3-15: Suy hao thực tế trên tuyến tại các vị trí

3.5.4. Quy định về chiều dài cáp quang và số lượng mǎng sōng đầu nđi thẳng trên tuyến cáp quang từ OLT đđn ONT/ONU:

Vđi các tham số suy hao như trên, khi thiết kế mạng FTTx-GPON cần phải xem xét, lựa chọn chiều dài tuyến cáp quang và số lượng các mđi hàn, nđi cho phép nhằm đđm bảo chất lượng các dịch vụ băng rộng cung cấp cho Khách hàng.

Giả sử chiều dài tối đđ dây thuê bao quang từ đđm AP tới Khách hàng là 1.000 m; sử dụng 2 cấp Splitter (1:2+1:32). Tổng suy hao qua 2 cấp Splitter, suy hao qua các connector tại đđm ODF, DP, AP và ATB là: $3,5 + 17 + 0,38 + 12*0,3 = 24,5$ dB. Như vậy, tổng suy hao cho phép còn lại trên toàn tuyến cáp quang chính, nhánh và mǎng sōng là: $28 - 24,5 = 3,5$ dB.

Mđi tương quan giữa chiều dài tuyến cáp quang chính, nhánh và số lượng mđi hàn nhiệt/mǎng sōng với quỹ suy hao cho phép (3,5 dB).

Stt	Σ chiều dài tuyến cáp quang chính, nhánh (km)	Σ suy hao cáp quang (dB)	Σ mđi hàn nhiệt/mǎng sōng	Σ suy hao cho phép (dB)
1	1,0	0,350	32	3,5 dB
2	1,5	0,525	30	3,5 dB
3	2,0	0,700	28	3,5 dB
4	2,5	0,875	27	3,5 dB
5	3,0	1,050	25	3,5 dB
6	3,5	1,225	23	3,5 dB
7	4,0	1,400	21	3,5 dB
8	4,5	1,575	20	3,5 dB
9	5,0	1,750	18	3,5 dB
10	5,5	1,925	16	3,5 dB
11	6,0	2,100	14	3,5 dB
12	6,5	2,275	13	3,5 dB
13	7,0	2,450	11	3,5 dB
14	7,5	2,625	9	3,5 dB
15	8,0	2,800	7	3,5 dB
16	8,5	2,975	6	3,5 dB

17	9,0	3,150	4	3,5 dB
18	9,5	3,325	2	3,5 dB
19	10,0	3,500	0	3,5 dB

Như vậy, với chiều dài tuyến cáp quang (chính + nhánh) < 8,0 km thì số lượng mạng sông hàn nối trên toàn tuyến chưa cần xem xét đến. Đối với các tuyến quang có chiều dài từ 8,5 km đến 10 km, trong quá trình thiết kế, sửa chữa và nâng cấp mạng FTTx - GPON cần phải quan tâm, xem xét các tham số trên.

Tuy nhiên, để đảm bảo chất lượng dịch vụ và thuận lợi trong công tác quản lý, bảo dưỡng mạng, quy định số lượng mạng sông đầu nối thẳng liên tiếp trên một tuyến cáp quang chính hoặc trên một tuyến cáp quang nhánh không quá 3 cái.

KẾT LUẬN

Mạng truy nhập quang được xem là cơ sở hạ tầng tốt nhất cho các dịch vụ băng rộng. Việc nghiên cứu hình thái mạng truy nhập quang mới vẫn đang nhận được sự quan tâm đặc biệt. Mục tiêu hướng tới là mềm dẻo, giảm giá thành và nâng cao hiệu quả sử dụng băng tần sợi quang.

Mạng truy nhập quang thụ động GPON là giải pháp hợp lý cho cả ba mục tiêu trên; thứ nhất không phải thay đổi cấu hình hoặc xây lắp mới tuyến cáp quang, chỉ cần đặt bộ chia tại điểm tập trung cáp; thứ hai, giảm được chi phí nhờ sự chia sẻ môi trường truyền dẫn giữa những người sử dụng; thứ ba phù hợp với mọi loại hình chuyển giao thông tin nhờ băng tần rộng của sợi quang. Với phương thức chuyển giao thông tin mềm dẻo linh hoạt hiệu quả sử dụng băng tần sợi quang sẽ tăng đáng kể, đây cũng là một yếu tố làm giảm chi phí. Công nghệ GPON ra đời chính là nhằm mục đích kết hợp các điểm mạnh của truyền tải TDM kết hợp với cơ sở hạ tầng là mạng cáp sợi quang chi phí thấp, kết nối điểm-đa điểm, hỗ trợ cả dịch vụ TDM và Ethernet. Đây là công nghệ hứa hẹn sẽ giải quyết được các vấn đề tắt nghẽn băng thông, cho phép xây dựng mạng truy nhập nội hạt như là một mạng số hoá, băng rộng và có tính tương tác cao.

Sử dụng kỹ thuật truy nhập TDMA kết hợp với các phương thức định cỡ và phân định băng tần động là một trong những điểm nổi bật của công nghệ GPON giúp giải quyết vấn đề băng thông, tắc nghẽn trong truyền tải tốc độ cao. GPON sử dụng phương thức đóng gói dữ liệu GEM hỗ trợ cho cả các gói dữ liệu TDM và Ethernet. Các kỹ thuật đó cho phép GPON hỗ trợ nhiều loại hình dịch vụ khác nhau với tốc độ truy nhập và chất lượng cao.

Hiện nay, tiêu chuẩn GPON đã được ITU chuẩn hóa, đây sẽ là giải pháp công nghệ thích hợp nhất cho các khu công nghiệp, khu công nghệ cao, khu thương mại, chung cư cao cấp, ngân hàng, v.v... GPON hoàn toàn phù hợp với yêu cầu thực tế của thị trường Việt Nam đang trong giai đoạn phát triển mạnh mẽ các khu vực kinh tế kể trên.

VNPT là nhà cung cấp dịch vụ viễn thông hàng đầu tại Việt Nam, VNPT luôn là người đi đầu trong việc triển khai các dịch vụ mới tiện ích bằng việc đón đầu các công nghệ mới, hiện đại. Hiện nay, VNPT đang gấp rút triển khai nâng cấp toàn mạng lên mạng NGN nhằm cung cấp đầy đủ các dịch vụ cho khách hàng trên nền tảng mạng thống nhất. Xây dựng mạng truy nhập quang FTTx là một trong những phần quan trọng trong kế hoạch đó, trong đó công nghệ GPON là lựa chọn hàng đầu.

Với định hướng của VNPT, VNPT Hải Phòng đã thực hiện lựa chọn giải pháp cung cấp dịch vụ, xây dựng cấu trúc mạng GPON trên cơ sở hệ thống mạng băng rộng hiện tại và kế hoạch phát triển đến năm 2025, dựa trên việc phân tích, dự báo nhu cầu sử dụng dịch vụ của khách hàng trên địa bàn Thành phố Hải Phòng.

LỜI CẢM ƠN

Sau 3 tháng tìm hiểu nghiên cứu và được sự hướng dẫn tận tình của thầy Đoàn Hữu Chúc, em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài: **“Nghiên cứu triển khai công nghệ FTTH-GPON trên mạng viễn thông của VNPT Hải Phòng”** đúng thời gian quy định. Tuy nhiên do kiến thức còn hạn hẹp nên không thể tránh khỏi những sai sót trong quá trình làm.

Vì vậy em mong các thầy cũng như các bạn trong lớp góp ý để đề tài của em được hoàn hảo hơn.

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo TS. Đoàn Hữu Chúc đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ em để em hoàn thành đồ án này. Trong thời gian học tập tại trường em xin chân thành cảm ơn tất cả các thầy cô giáo trong bộ môn Điện tử - Truyền thông đã dạy dỗ em để em có được kiến thức như ngày hôm nay. Đó là nền tảng cơ bản giúp em thực hiện đồ án tốt nghiệp cũng như là cho công việc sau này.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy cô!

Hải phòng, ngày tháng năm 2023.

Sinh viên thực hiện

Đào Minh Cường

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. ITU G.983.1 (1998), Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON).
2. ITU G.983.2 (2000), ONT Management and Control Interface Specification for ATM PON.
3. ITU G.984.1 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics.
4. ITU G.984.2 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification.
5. ITU G.984.3 (2004), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification.
6. ITU G.984.4 (2004), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): ONT management and control interface specification.
7. Credic F.Lam (2007), Passive Optical Networks principles and practice, pp. 215-264
8. “Mạng truy nhập quang tới thuê bao GPON”, Viện công nghệ bưu chính viễn thông, 2007.
9. Quyết định số 1540/QĐ-VNPT-VT ngày 25/9/2014 của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam về việc ban hành “Nguyên tắc tổ chức mạng truy nhập quang cung cấp dịch vụ băng rộng”.
10. “Giải pháp thiết kế của VNPT Hải Phòng trong việc xây dựng mạng truy nhập quang FTTx-GPON trên địa bàn thành phố Hải Phòng”, năm 2015.
11. “Thuyết minh tiêu chuẩn hệ thống truy nhập quang thụ động GPON”, Viện khoa học kỹ thuật bưu điện, 2015.
12. Quyết định số 936/QĐ-VNPT-CN ngày 18/10/2022 của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam về việc phê duyệt kế hoạch phát triển mạng truy nhập quang PON của VNPT Hải Phòng đến năm 2025.
13. Quyết định số 4874/VNPT-CN ngày 18/8/2022 của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam về việc hướng dẫn nguyên tắc xây dựng cấu trúc và kế hoạch phát triển mạng truy nhập PON, cáp quang & ODN, MAN-E, VN2, truyền dẫn liên tỉnh và Internet quốc tế, MyTV đến năm 2025.
14. www.ptit.edu.vn - Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.
15. www.cdit.ptit.edu.vn - Viện Công nghệ Thông tin và Truyền thông CDIT.