

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Nguyễn Minh Tuấn

**GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GPON TẠI
THÀNH PHỐ BẮC NINH**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
(Theo định hướng ứng dụng)

HÀ NỘI – 2020

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



Nguyễn Minh Tuấn

**GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GPON TẠI
THÀNH PHỐ BẮC NINH**

Chuyên ngành: Kỹ thuật viễn thông

Mã số: 8.52.02.08

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

(Theo định hướng ứng dụng)

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

PGS.TS. BÙI TRUNG HIẾU

HÀ NỘI - 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Hà Nội, tháng 06 năm 2020

Tác giả luận văn

Nguyễn Minh Tuấn

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành luận văn này lời đầu tiên tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến PGS. TS Bùi Trung Hiếu đã luôn tận tình hướng dẫn và chỉ bảo trong suốt quá trình thực hiện.

Tôi chân thành cảm ơn các Thầy, Cô trong khoa Đào Tạo Sau Đại Học, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông Hà Nội đã tận tình giúp đỡ tôi trong quá trình hai năm tôi học tập và nghiên cứu.

Đồng thời cũng xin gửi lời cảm ơn tới bạn bè và đồng nghiệp đã động viên, hỗ trợ để tôi có thể hoàn thành luận văn này.

Hà Nội, ngày 15 tháng 06 năm 2020

Tác giả luận văn

Nguyễn Minh Tuấn

MỤC LỤC

Lời cam đoan.....	i
Lời cảm ơn.....	ii
Mục lục	III
Danh mục bảng biểu và hình vẽ	V
Danh mục các ký hiệu, các chữ viết tắt	viii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG TRUY NHẬP QUANG THỤ ĐỘNG (PON)	2
1.1 Giới thiệu.....	2
<i>1.1.1 Ưu điểm của mạng quang thụ động (PON)</i>	<i>5</i>
<i>1.1.2 Kiến trúc PON (Mạng quang thụ động).</i>	<i>6</i>
1.2 Các hệ thống PON hiện đang được triển khai.....	7
<i>1.2.1 APON/BPON.</i>	<i>7</i>
<i>1.2.2 GPON.....</i>	<i>8</i>
<i>1.2.3. Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh trong GPON.</i>	<i>9</i>
<i>1.2.4 EPON</i>	<i>11</i>
<i>1.2.5 WDM – PON.....</i>	<i>12</i>
<i>1.2.6 Nhận xét</i>	<i>13</i>
1.3 Kết luận	15
CHƯƠNG 2 : GPON VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA GPON.....	16
2.1 Giới thiệu chung.	17
<i>2.1.2 Kiến trúc của GPON.....</i>	<i>18</i>
<i>2.1.3 Định dạng truyền dẫn trong GPON</i>	<i>22</i>
2.2 Chất lượng và khả năng cung cấp băng thông.....	27
<i>2.2.1 Khả năng cung cấp băng thông.</i>	<i>27</i>
<i>2.2.2 Khả năng cung cấp dịch vụ.</i>	<i>28</i>
2.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON	30

CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GPON TẠI THÀNH PHỐ BẮC NINH	44
3.1. GPON tại Thành phố Bắc Ninh	44
3.2 Triển khai GPON tại phường Khúc Xuyên.....	47
3.3 Một số giải pháp nâng cao chất lượng GPON tại Thành phố Bắc Ninh.....	50
3.4 Kết luận :.....	59
KẾT LUẬN	61
TÀI LIỆU THAM KHẢO	62

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1: So sánh giữa công nghệ GPON và EPON.....	15
Bảng 2. 1: Bảng xác định quỹ hao công suất	36
Bảng 2. 2: Bảng suy hao các thành phần.	37
Bảng 2. 3: Bảng suy hao của Splitter.	37
Bảng 2. 4: Bảng suy hao các loại connector.	37
Bảng 3. 1: Tiêu chuẩn về suy hao đường truyền từ OLT đến ONU.....	53

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1. 1: Nhu cầu băng thông ngày càng cao	3
Hình 1. 2 : Các thành phần cơ bản của PON	4
Hình 1. 3: Tốc độ đường truyền của công nghệ PON.....	5
Hình 1. 4: Cấu trúc mạng đơn giản.	6
Hình 1. 5: Mô hình Mạng quang thụ động.....	6
Hình 1. 6 : Các kiểu kiến trúc của PON.....	7
Hình 1. 7: TDMA GPON	10
Hình 1. 8: Kiến trúc điển hình của mạng WDM – PON	12
Hình 2. 1: Phân lớp đóng khung GTC.	21
Hình 2. 2: Cấu trúc khung hướng xuống.....	22
Hình 2. 3: Cấu trúc khung GTC hướng lên.....	26
Hình 2. 4: Giới hạn tốc độ bit – khoảng cách sợi quang với $n_1 = 1.5, \Delta = 0.01$ và $\alpha = 2$	31
Hình 2. 5: Sự phụ thuộc của khoảng cách với tốc độ bit ứng với các loại sợi quang khác nhau.....	32
Hình 2. 6: Hiện tượng tán sắc.	33
Hình 2. 7: Tán sắc tổng cộng D liên quan đến DM và DW	34
Hình 2. 8: Sự giảm trừ công suất do nhiễu mode theo suy hao.	41
Hình 3. 1: Mô hình cung cấp dịch vụ internet cáp đồng của VNPT Bắc Ninh.....	45
Hình 3. 2: Mô hình cung cấp dịch vụ internet trên nền công nghệ AON của VNPT Bắc Ninh.....	45
Hình 3. 3: Mô hình cung cấp dịch vụ internet trên nền công nghệ GPON của VNPT Bắc Ninh.....	46
Hình 3. 4: Sơ đồ đầu nối MANE và các trạm OLT của VNPT Bắc Ninh.	47
Hình 3. 5: Bản đồ địa lý phường Khúc Xuyên.	48
Hình 3. 6: Sơ đồ mạng cáp quang khu vực Phường Khúc Xuyên.	50
Hình 3. 7: Sơ đồ tuyến cáp quang từ nút MAN-E Suối Hoa đi OLT Hồ Ngọc Lân.	51
Hình 3. 8: Sơ đồ mạng cáp quang có dự phòng tại phường Khúc Xuyên.	52

Hình 3. 9: Sơ đồ GPON sử dụng 2 bộ chia phân tán (1:8)	54
Hình 3. 10: Sơ đồ GPON sử dụng bộ chia tập trung (1:64).....	55
Hình 3. 11: Sơ đồ GPON sử dụng phân tán bộ chia cho 2 tòa nhà.....	56
Hình 3. 12: Sơ đồ GPON sử dụng bộ chia (1:4) và (1:16) khu vực cột 13A4.....	58

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU, CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Chữ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
ADM	Add Drop Multiplexer	Bộ ghép kênh xem kẽ
APON	ATM Pasive Optical Network	Mạng quang thụ động dung ATM
ATM	Asynchronous Tranfer Mode	Chế độ truyền tải không đồng bộ
AUI	Attchment Unit Interface	Cáp nối với thiết bị
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ bit lỗi
CDM	Code Division Multiplexing	Ghép kênh theo mã
CE	Customer Equipment	Thiết bị khách hàng
CO	Central Office	Tổng đài trung tâm
DP	Distribution Point	Điểm phân phối quang
DFSM	Dispersion Flattened Single Mode	Sợi tán sắc phẳng
EPON	Ethernet Passive Optical Network	Mạng quang thụ động dung Ethernet
FTTB	Fiber to the Building	Cáp quang nối đến tòa nhà
FTTC	Fiber to the Curb	Cáp quang nối đến cụm dân cư
FTTH	Fiber to the Home	Cáp quang nối tận nhà
ISO	International Organization for Standardization	Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế
MAN	Metro Area Network	Mạng diện rộng

OLT	Optical Line Terminal	Thiết bị kết cuối đường quang
ONU	Optical Network Unit	Thiết bị kết cuối mạng quang
ONT	Optical Network Termila	Thiết bị đầu cuối mạng quang
ODP	Optical Distribution Point	Mạng phân phối cáp quang
PCS	Physical Coding Sublayer	Lớp con mã hóa vật lý
PDU	Protocol Data Units	Đơn vị số liệu giao thức
PMA	Physical Layer Attachment	Truy nhập lớp vật lý
PMD	Physical Medium Dependent	Phụ thuộc môi trường vật lý
PON	Passive Optical Network	Mạng quang thụ động
SA	Source Address	Địa chỉ nguồn
SFD	Start of Frame Delimiter	Ranh giới bắt đầu khung
SME	Station Management Entity	Thực thể quản lý trạm
SMF	Single Mode Fiber	Sợi quang đơn mode
SSM	Standard Single Mode	Sợi đơn mode chuẩn
TCP	Transport Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền tải
TDM	Time Division Multiplexing	Ghép kênh theo thời gian
UNI	User Network Interface	Giao diện mạng người dung
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Ghép kênh theo bước sóng

MỞ ĐẦU

Trong những năm qua, cùng với sự phát triển của kinh tế - xã hội, nhu cầu sử dụng truyền thông ngày càng lớn với nhiều dịch vụ băng rộng tốc độ cao và đa phương tiện trao đổi thông tin ở mọi lúc mọi nơi đang trở nên thiết yếu trong các hoạt động xã hội. Do đó, nhu cầu xây dựng một mạng truy nhập băng rộng có khả năng truyền tải các dịch vụ băng rộng tốc độ cao tới người dân là hết sức cần thiết. Hiện tại, VNPT nói chung và VNPT Bắc Ninh nói riêng, đã sử dụng công nghệ GPON để xây dựng mạng truy nhập có băng thông rộng với nhiều lợi thế như dễ kết nối, tính cơ động cao, chi phí để sử dụng công nghệ mạng này không quá đắt đỏ. Tuy nhiên trong quá trình triển khai và cung cấp dịch vụ tới khách hàng vẫn xảy ra một số điểm cần phải khắc phục để tối ưu chất lượng dịch vụ được tốt nhất vì hiện nay, tình hình cạnh tranh trên thị trường Viễn thông giữa các nhà mạng đang diễn ra rất khốc liệt. Chính vì vậy, việc nghiên cứu giải pháp để nâng cao chất lượng dịch vụ GPON là một vấn đề cấp thiết. Xuất phát từ những cơ sở khoa học và thực tiễn đang triển khai, học viên đã lựa chọn đề tài : “***Giải pháp nâng cao chất lượng GPON tại thành phố Bắc Ninh***” làm luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật của mình.

Nội dung chính của luận văn gồm 3 chương và trình bày về các vấn đề:

Chương 1: Tổng quan về mạng truy nhập quang thụ động PON.

Chương 2: GPON và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON.

Chương 3: Nâng cao chất lượng GPON tại thành phố Bắc Ninh.

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

1.1 Giới thiệu.

Mạng viễn thông gồm mạng truy nhập, mạng đường trục và mạng phía khách.

Mạng truy nhập là mạng ở vị trí cuối của mạng viễn thông, trực tiếp đầu nối với thuê bao, bao gồm tất cả các thiết bị và đường dây được lắp đặt giữa trạm chuyển mạch nội hạt với thiết bị đầu cuối của thuê bao, có nhiệm vụ truyền tải tín hiệu đến thuê bao. Mạng truy nhập có đặc điểm thực hiện chức năng ghép kênh, nối chéo và truyền dẫn. Nó cung cấp đa dịch vụ, từ chuyển mạch đến truyền số liệu, hình ảnh, thuê kênh...

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 lên 100% mỗi năm kể từ năm 2000. Thậm chí, sự kết hợp giữa các yếu tố công nghệ và kinh tế đã tạo ra những thời điểm mà tốc độ phát triển đạt ngưỡng 1000%. Xu hướng này sẽ còn tiếp tục trong tương lai, sẽ ngày càng 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 [3].

Ngày nay mạng đường trục phát triển nhảy vọt với nhiều công nghệ mới như WDM (công nghệ ghép kênh quang theo bước sóng). Mạng LAN cũng được cải tiến và nâng cấp. Tốc độ qua LAN hiện giờ có thể lên tới 1Gb/s thậm chí là 10GB/s. Nó dẫn đến sự chênh lệch rất lớn về băng thông giữa LAN tốc độ cao, mạng đường trục và mạng truy nhập tốc độ thấp. Đồng thời, nhu cầu về tốc độ truyền tin của người sử dụng cũng ngày càng tăng. Trước vấn đề đó một số công nghệ mới đã được ứng dụng để đáp ứng những nhu cầu về băng thông.

T o d a y		2D Video Format		Mb/s Native per stream	Mb/s (compressed)	
					H.262 or MPEG 2	H.264 or MPEG-4
	Mature	Standard Definition (SD)	480p	249	7	2
		High Definition (HD)	1080i/720p	1,493	16	8
	Growing Fast	Very High Definition (VHD)	1080p	2,986	32	16
	New Standards	Super HD	2160p	14,930	100	50
		Ultra HD	4320p	59,720	400	200

Hình 1. 1: Nhu cầu băng thông ngày càng cao

PON (Passive Optical Network) là mạng quang thụ động điểm – đa điểm. PON không chứa bất kì một phần tử tích cực nào mà cần phải có sự chuyển đổi điện – quang.

Mạng quang thụ động có thể định nghĩa một cách ngắn gọn như sau:

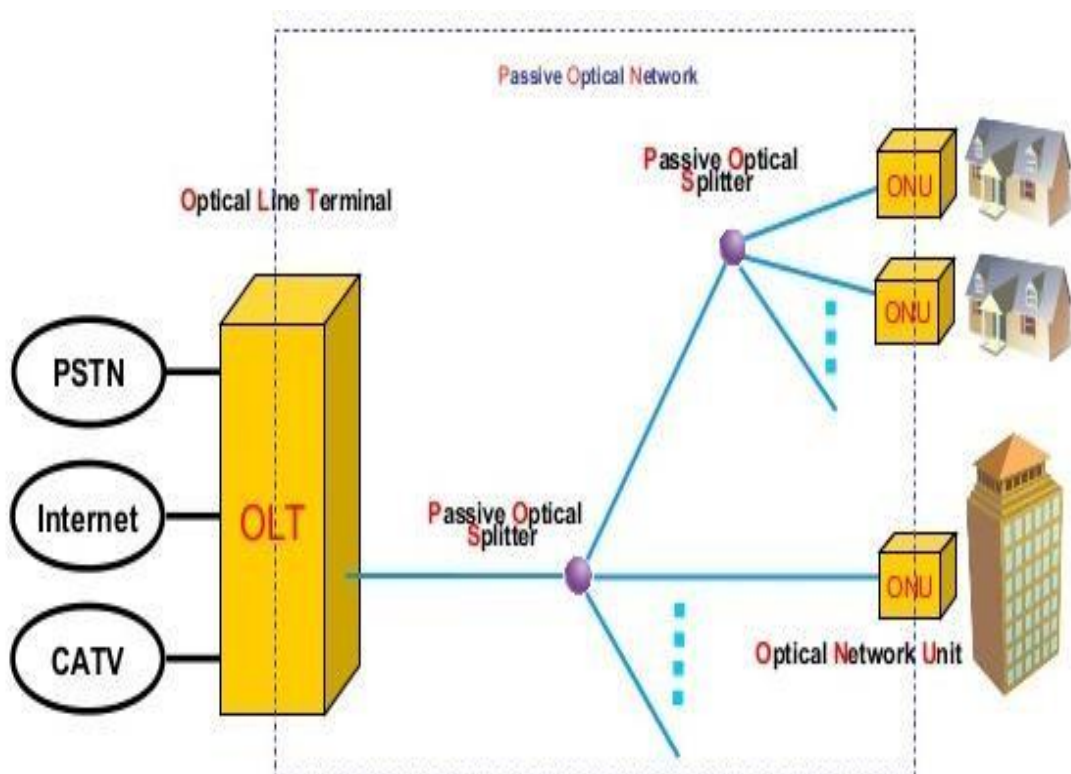
“PON là một mạng quang chỉ có các phần tử thụ động và không có các phần tử tích cực làm ảnh hưởng đến tốc độ truyền dẫn”. Như vậy với khái niệm này, PON sẽ không chứa bất kỳ một phần tử tích cực nào mà cần phải có sự chuyển đổi điện-quang. Thay vào đó, PON sẽ chỉ bao gồm sợi quang, các bộ chia, bộ kết 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. 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 [3].

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.

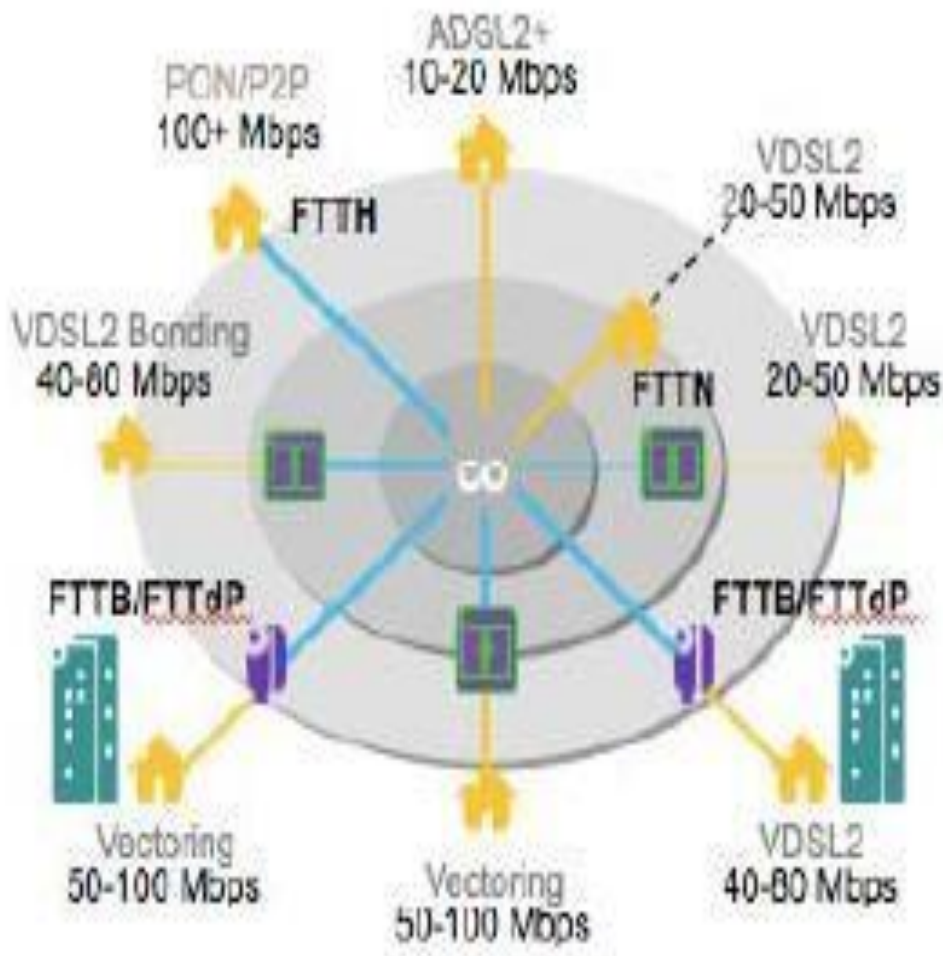
PON bao gồm các thành phần cơ bản là OLT (Optical Line Terminal), ONU (Optical Network Unit), Splitter (các bộ chia quang) và các sợi quang như thể hiện trên hình 1.2



Hình 1. 2 : Các thành phần cơ bản của PON

1.1.1 Ưu điểm của mạng quang thụ động (PON).

PON ngoài việc giải quyết được vấn đề băng thông còn có ưu điểm về vấn đề lắp đặt với kinh phí thấp do tận dụng được những sợi quang trong mạng có từ trước. Ngoài ra nó còn có thể hoạt động với chế độ không đối xứng do đó sẽ giảm chi phí ONU đi rất nhiều do chỉ phải sử dụng bộ thu phát giá thành thấp hơn.

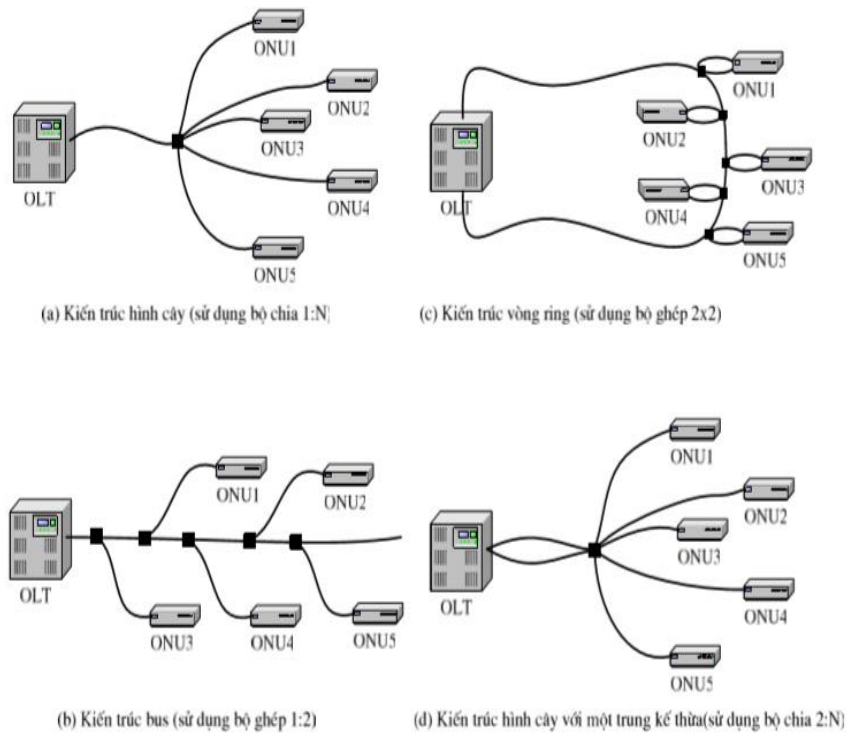


Hình 1. 3: Tốc độ đường truyền của công nghệ PON.

PON có thể đảm bảo được mục tiêu $> 100 \text{ Mbps/1 khách hàng}$ và là công nghệ có băng thông cung cấp đến khách hàng lớn nhất hiện nay.

Công nghệ PON hiện đang được tiếp tục phát triển với khả năng cung cấp băng thông đường truyền lên tới 40 Mbps và 100 Mbps với WDM PON.

PON có thể triển khai bất kì cấu hình nào theo các cấu hình trên bằng cách sử dụng các bộ ghép 1:2 và bộ chia quang 1:N.



Hình 1. 6 : Các kiểu kiến trúc của PON.

1.2 Các hệ thống PON hiện đang được triển khai.

1.2.1 APON/BPON.

Từ năm 1995, 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).

Mạng APON sử dụng công nghệ ATM là giao thức truyền tin. Công nghệ ATM cung cấp sự mềm dẻo theo khái niệm độ trong suốt dịch vụ và phân bổ băng tần, ngoài ra còn có những tính năng rất hữu ích cho hoạt động khai thác và bảo dưỡng các kết nối từ đầu cuối đến đầu cuối, nhờ đó giảm được chi phí hoạt động của mạng. Các ưu điểm của ATM được kết hợp với môi trường truyền dẫn là sợi quang với tài nguyên băng tần dường như là vô hạn đã tạo ra một mạng truy nhập băng rộng được biết tới như là mạng PON băng rộng – BPON (Broadband PON). Như mọi hệ thống khác, BPON cũng được chia thành các lớp, lớp con với các nhiệm vụ cụ thể. Các lớp này thuộc một trong hai mặt bằng:

Một là mặt bằng dữ liệu có nhiệm vụ phân phối lưu lượng đến và đi từ các thiết bị đầu cuối, trong trường hợp này là các cổng tại OLT và ONU.

Hai là mặt bằng điều khiển, hay mặt bằng OAM, hay hệ thống hỗ trợ hoạt động (OSS), thực hiện các chức năng vận hành, điều khiển, quản lý.

Những chức năng này có tính chất không bắt buộc (không đầy đủ), ví dụ như là các chức năng OAM là khởi tạo, khôi phục lỗi, báo cáo trạng thái, với trường hợp mạng quang có các chức năng riêng biệt như điều chỉnh công suất laser. Thông tin điều khiển chứa trong các trường tiêu đề, tiêu đề con, hay các phần thông tin mào đầu trước lưu lượng người dùng. Phải nói rằng, thông tin tiêu đề thuộc về một lớp sẽ không được nhìn thấy bởi các lớp ở trên tại cả phía gửi và phía nhận. Miêu tả cấu trúc ngữ pháp các bản tin bằng cách liệt kê từng bit, từng byte trong định dạng bản tin. Thực tế, chỉ cần xem bản tin của một lớp nói gì, nghe gì, ta có thể hoàn toàn biết chức năng của giao thức lớp đó.

1.2.2 GPON.

Cấu trúc của hệ thống APON chỉ có thể hỗ trợ tốc độ cao nhất là 622Mbps và không thể nâng cấp được. Thêm vào đó lưu lượng IP của mạng PON trên nền ATM còn không tối ưu nên FSAN đã phát triển hệ thống mới, GPON (Gigabit PON), vào năm 2001 với tốc độ 1Gbps và năm 2003-2004 nó được chuẩn hóa với các tiêu chuẩn G.984.1, G.984.2 và G.984.3. Ngày nay, GPON được định nghĩa dựa trên các giao thức cơ bản của chuẩn SONET/SDH của ITU. Giao thức này khá đơn

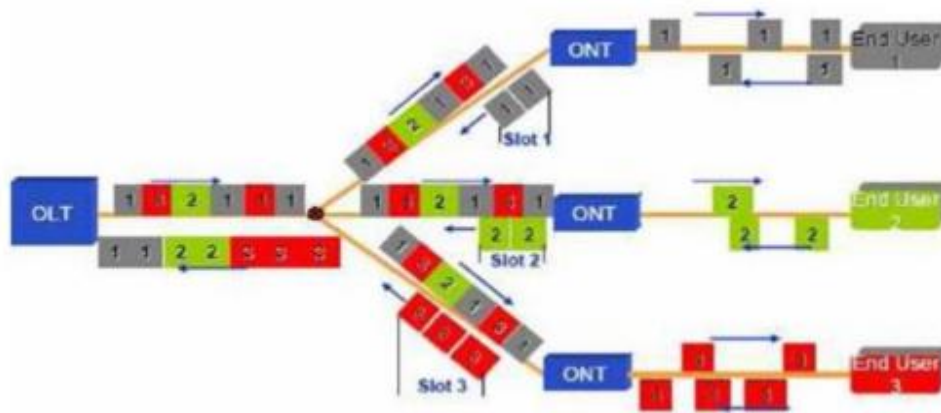
giản và nó đạt được gần 95% hiệu suất băng thông. GPON hỗ trợ tốc độ bit với đường lên là 1,244Gbit/s và hướng xuống là 2.488Gbit/s, một tốc độ lớn chưa từng có từ trước tới nay. Nó là công nghệ tối ưu cho các ứng dụng của FTTB và FTTH. Công nghệ này phù hợp cho việc truyền thông Ethernet/IP với việc hỗ trợ truyền video và tiếng nói hiện nay và cả trong tương lai dựa trên giao thức SONET/SDH.

1.2.3 Kỹ thuật truy nhập và phương thức ghép kênh trong GPON.

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.

Phương thức 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 [9].

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 1.3 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 đó. Số liệu đường xuống cũng được gửi trong những khe thời gian xác định. Hai bước sóng được dùng là hướng lên $\lambda_1=1310\text{nm}$, hướng xuống $\lambda_2=1490\text{nm}$.



Hình 1. 7: 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 quang, điều này sẽ dễ dàng cho việc triển khai thiết bị, giảm được chi phí cho các quá trình thiết kế, sản xuất, lắp đặt, khai thác 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[5]. 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 sẽ được đề cập ở phần sau.

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 [6].

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, môi 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.

1.2.4 EPON.

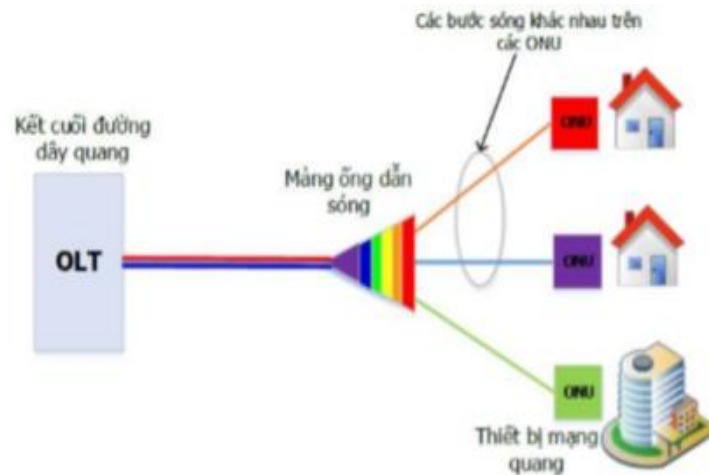
EPON (Ethernet PON) là giao thức mạng truy nhập đầy đủ dịch vụ (FSAN) TDMA PON thứ nhất được phát triển dựa trên khai thác các ưu điểm của công nghệ Ethernet ứng dụng trong thông tin quang. EPON được chuẩn hóa bởi IEEE 802.3. Trong E-PON, dữ liệu hướng xuống được đóng khung theo khuôn dạng Ethernet. Các khung EPON có cấu trúc tương tự như các liên kết Gigabit Ethernet điếm tới điếm ngoại trừ từ mào đầu và thông tin xác định điếm bắt đầu của khung được thay đổi để mang trường nhận dạng kênh logic (LLID – Link logic ID) nhằm xác định duy nhất một ONU MAC. Trong hướng lên, các ONU phát các khung Ethernet trong các khe thời gian đã được phân bổ. ONU sử dụng giao thức điều khiển đa điếm PDU (MPCPDU – Multi Point Control Protocol Data Unit) để gửi các bản tin “Report” yêu cầu băng thông, trong khi đó OLT gửi bản tin “Gate” cấp phát băng thông cho các ONU. Các bản tin “Gate” bao gồm thông tin về thời gian bắt đầu và khoảng thời gian cho phép truyền dữ liệu đối với ONU. OLT cũng định kỳ gửi các bản tin “Gate” tới các ONU hỏi xem chúng có yêu cầu băng thông hay không. Các ONU cũng có thể gửi “Report” cùng với dữ liệu được phát trong hướng lên. Ngoài ra, giao thức DBA cũng có thể được sử dụng trong EPON để thực hiện cơ chế điều khiển phân bổ băng thông. Do không có cấu trúc khung thống nhất đối với hướng

xuống và hướng lên, do vậy, trong cấu trúc của E-PON, các khe thời gian và giao thức xác định cự ly là khác so với B-PON và G-PON. OLT và các ONU duy trì các bộ đếm cục bộ riêng và tăng thêm 1 sau mỗi 16ns. Mỗi một đơn vị giao thức điều khiển điểm đa điểm MPCPDU mang theo một thời gian mẫu, mẫu này là giá trị của bộ đếm cục bộ của ONU tương ứng. Tốc độ truyền dữ liệu trong EPON có thể đạt tới 1Gbit/s.

1.2.5 WDM – PON.

Công nghệ mạng quang thụ động sử dụng ghép kênh phân chia theo bước sóng WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing – Passive Optical Network) là thế hệ kế tiếp của mạng truy nhập quang và cho băng thông lớn nhất.

WDM-PON là một giải pháp triển vọng cho các hệ thống PON thế hệ mới để cạnh tranh với các hệ thống 10G-EPON và NG-PON1. Để đạt được băng thông lớn, WDM-PON cung cấp cho mỗi thuê bao một bước sóng thay vì chia sẻ bước sóng giữa 32 (hoặc nhiều hơn) thuê bao như trong hệ thống TDM-PON. Hình 1.8 trình bày một hệ thống WDM-PON điển hình dựa trên bộ chia bước sóng sử dụng một bộ tách bước sóng thụ động (mảng ống dẫn sóng – AWG) trong nút đầu xa [7].



Hình 1. 8: Kiến trúc điển hình của mạng WDM – PON

Các tín hiệu được mã hóa trên các kênh bước sóng khác nhau, và được định tuyến tới các ONU khác nhau bởi bộ phân kênh. Việc sử dụng bộ phân kênh tránh

được sự tổn hao công suất chèn lớn gây ra bởi bộ chia quang, làm cải thiện đáng kể quỹ công suất của toàn bộ hệ thống. Phương thức này tạo ra một liên kết điểm – điểm giữa OLT và mỗi ONU bằng một bước sóng riêng biệt. Vì vậy, mỗi ONU có thể hoạt động với toàn bộ tốc độ bit của kênh bước sóng riêng của nó. Mặt khác, mỗi ONU chỉ nhận các tín hiệu riêng của nó, kiến trúc logic điểm – điểm này mang lại tính bảo mật và an toàn hơn nhiều so với công nghệ TDM-PON. Một kiểu WDM-PON khác được xem như phương thức chia công suất vẫn sử dụng bộ chia quang tại điểm đầu xa, nơi mà các tín hiệu dữ liệu với các bước sóng khác nhau được quảng bá tới mỗi ONU. Sau đó, các bộ lọc quang được đặt ngay trước các bộ thu tại ONU giúp chọn lọc và chỉ truyền một kênh bước sóng và chặn tất cả các bước sóng khác. Loại WDM-PON này có thể được nâng cấp dễ dàng từ kiến trúc TDM-PON hiện tại mà không cần bất kỳ thay đổi nào trong mạng phân phối quang ODN, nhưng nó không thể hạn chế được các vấn đề liên quan đến bảo mật thấp và tổn hao công suất lớn[7].

1.2.6 Nhận xét.

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/GPON 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 EPON 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 các nhà cung cấp dịch vụ càng cố tiết kiệm chi phí bằng việc tận dụng tối đa băng thông thì có vẻ như EPON đang dần trở thành một sự lựa chọn không được đánh giá cao. Với hiệu suất từ 50% - 70%, băng thông của EPON 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 [8]. Mặt khác trong khi tiêu chuẩn IEEE 803.2ah chỉ hỗ trợ 2 lớp ODN là 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 thì GPON GPM linh hoạt và biến đổi được 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 photodiode

quang thác APD đặt 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.

Bảng 1. 1: So sánh giữa công nghệ GPON và EPON.

	GPON	EPON
Tiêu chuẩn	ITU.T	IEEE
Tốc độ	2.488G/1.244G	1.25G/1.25G
Tỷ lệ chia	1:64~1:128	1:16~1:32
Cấu trúc khung (đóng gói)	GEM/ATM	Ethernet
Hiệu suất sử dụng băng thông	92%	72%
Mã đường dây	NRZ	8B/10B
Quỹ công suất	Class A/B/C	Px10/Px20
DBA	Standard format	Defined by vendors
Hỗ trợ TDM	CESoP / Native	CESoP
Tương thích với các ONT khác nhau	OMCI	None
Vận hành khai thác (OAM)	powerful	Weak, extended by vendors
Các chế độ ứng dụng	Multi-service/ FTTx	Pure data service

1.3 Kết luận.

Chương 1 của Luận văn đã trình bày về tổng quan mạng truy nhập quang thụ động PON. Các ưu và nhược điểm của hệ thống PON đang được triển khai.

Với nhiều ưu điểm và thuận lợi đã nêu như dung lượng thuê bao lớn, số lượng cáp giảm, tính bảo mật tốt, không bị ảnh hưởng bởi nhiễu điện, thiết bị được đảm bảo an toàn, tốc độ truy nhập cực cao, và khả năng nâng cấp băng thông đơn giản, công nghệ PON và đặc biệt GPON, là một lựa chọn rất tốt cho việc giải quyết

vấn đề tắc nghẽn băng thông trong truy nhập và trở thành công nghệ cần thiết trong tương lai.

Trong chương 2, GPON và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON sẽ được đề cập và làm rõ sâu hơn.

CHƯƠNG 2 : GPON VÀ CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG CỦA GPON

2.1 Giới thiệu chung.

Sau khi chuẩn hóa mạng FTTH vào những năm 1990, các thành viên của FSAN đã tiếp tục phát triển một tiêu chí cho mạng truy nhập PON sử dụng công nghệ ATM. 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 ở mức độ phát triển cao hơn. 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-T G.983.x cho mạng BPON lần lượt được thông qua. Hệ thống BPON điển hình hỗ trợ tốc độ với 155 Mbps hướng lên và 622 Mbps hướng xuống. GPON được ITU-T chuẩn hóa theo chuẩn G.984 bắt đầu từ năm 2003, mở rộng từ chuẩn BPON G.983. Hiện công nghệ GPON đã được ITU hoàn chỉnh thành bộ khuyến nghị ITU-T G.984x. Sự hoàn thiện của bộ khuyến nghị này là một sở cứ quan trọng cho việc lựa chọn tiêu chuẩn tham chiếu nhằm hướng đến xây dựng bộ tiêu chuẩn quốc gia về hệ thống truy nhập quang thụ động GPON tại Việt Nam. Công nghệ GPON đã và đang được triển khai tại Việt Nam nhưng việc chưa có tiêu chuẩn quốc gia nào về công nghệ GPON đặt ra yêu cầu cần sớm xây dựng tiêu chuẩn về công nghệ GPON tại Việt Nam[8].

GPON hỗ trợ Triple- Play, ngoài ra hỗ trợ giải pháp cung cấp cho tất cả các dịch vụ. GPON hỗ trợ băng thông truyền tải lớn nên phù hợp với các dịch vụ đang phát triển trong tương lai: IPTV, Line TV... GPON có thể cung cấp dịch vụ tới khách hàng với khoảng cách lên tới 20km và là con đường tốt nhất cho cung cấp đa dịch vụ.

2.1.1 Tổng quan về mạng truy nhập quang GPON.

Hệ thống G-PON bao gồm 3 thành phần chính: OLT, ONT/ONU, ODN (Splitter...)

Thiết bị kết cuối quang OLT (Optical Line Terminator) thường đặt tại phòng máy CO (Centre Office).

Các thiết bị đầu cuối quang ONT (Optical Network Terminer) hoặc Khối mạng quang ONU (Optical Network Unit) đặt tại phía khách hàng.

Thiết bị kết cuối mạng cáp quang ONU (Optical Network Unit), 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)

Mạng phân phối quang ODN (Optical Distribution Network) gồm có 2 thành phần chính là bộ chia quang (Splitter) và các sợi quang, ngoài ra còn có các phụ kiện khác như tủ phân phối quang (ODF), măng xông, tủ ngoài trời.

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 hay tủ phối quang đặt ngoài trời.

Trong mạng GPON chỉ có 2 loại phần tử là thiết bị tích cực (yêu cầu phải có nguồn điện) là OLT, ONT/ONU. Các thành phần khác trong mạng (splitter, phụ kiện quang...) đều là thiết bị thụ động (không yêu cầu phải cấp nguồn) do đó giảm thiểu được rất nhiều sự cố có thể có đối với một phần tử tích cực.

2.1.2 Kiến trúc của GPON

Về cơ bản, GPON có hai lớp chính: lớp hội tụ truyền dẫn – Transmission Convergence (TC) Layer và lớp phụ thuộc môi trường vật lý – Physical Medium Dependent (PMD) Layer. TC layer và PMD layer tương ứng với hai lớp Data link và physical trong mô hình OSI.

- **Khối chức năng của OLT**

- ✓ PON core shell: Gồm 2 khối chức năng: Chức năng giao diện ODN và PON-TC. PON TC gồm: Framing, Media Access Control, OAM, DBA, phân định quản lý PDU (Protocol Data Unit) cho khối chức năng Cross-connection và quản lý ONU. Mỗi PON TC có thể lựa chọn một trong các mode: ATM, GEM hoặc

Dual.

✓ Cross-connect shell: Cung cấp kênh kết nối giữa khối PON core shell với khối Services shell. Giao thức để kết nối 2 khối này phụ thuộc vào dịch vụ và kiến trúc nội bộ trong OLT. Phổ biến hiện nay là giao thức GEM.

✓ Service shell: Cung cấp giao diện kết nối dịch vụ (có thể là router/switch, thiết bị SDH hoặc WDM...) và giao diện khung TC của kết nối PON.

- **Khối chức năng của ONU**

✓ Về cơ bản các khối chức năng của ONU giống với OLT.

✓ Tuy nhiên do ONU chỉ có 1 hoặc tối đa 2 giao diện kết nối PON (trong trường hợp thiết kế đảm bảo dự phòng 1+1) do đó khối cross-connection được lược giản hóa thành khối Mux/Demux

- **Mạng phân phối quang ODN**

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

2.1.2.1 GPON Physical Medium Dependent (PMD) Layer

Lớp này không giống như các lớp cao hơn, tất cả đều là phần cứng (hardware), Các quy định về thông số của lớp PMD trong GPON được định nghĩa trong chuẩn G.984.2:

- Tốc độ bit: 1,24416 hoặc 2,48832 Gb/s ở hướng xuống và 0,15552 hoặc 0,62208 hoặc 1,24416 hoặc 2,48832 Gb/s ở hướng lên.

- Bước sóng: 1260 đến 1360nm cho hướng lên và 1480 đến 1500nm cho hướng xuống.

- Loại tín hiệu truyền: chỉ truyền tín hiệu số.

- Tỷ lệ chia của splitter: hỗ trợ đến 1:64 và phụ thuộc vào suy hao của ODN.

- Dựa vào suy hao của ODN, qui định có 3 lớp:

- Lớp A: 5 đến 20dB

- Lớp B: 10 đến 25dB

- Lớp C: 15 đến 30dB
- Chênh lệch suy hao lớn nhất giữa các ONU: 15dB
- Khoảng cách sợi quang tối đa: 20Km nếu dùng nguồn phát DFB (Distributed Feedback Laser) và 10Km nếu dùng nguồn phát là Laser Fabry-Perot cho hướng lên.
- Công suất phát trung bình cho hướng xuống trên 1 sợi quang tại tốc độ 1,2Gb/s:
 - Lớp A: -4 đến 1dBm
 - Lớp B: 1 đến 6dBm
 - Lớp C: 5 đến 9dBm
- Công suất phát trung bình cho hướng xuống trên 1 sợi quang tại tốc độ 2,4Gb/s:
 - Lớp A: 0 đến 4dBm
 - Lớp B: 3 đến 7dBm
 - Lớp C: 5 đến 9dBm
- Công suất phát trung bình cho hướng lên trên 1 sợi quang tại tốc độ 1,2Gb/s:
 - Lớp A: -3 đến 2dBm
 - Lớp B: -2 đến 3dBm
 - Lớp C: 2 đến 7dBm
- Công suất phát trung bình cho hướng lên trên 1 sợi quang tại tốc độ 2,4Gb/s:
 - Lớp A: 0 đến 4dBm
 - Lớp B: 3 đến 7dBm
 - Lớp C: 5 đến 8dBm

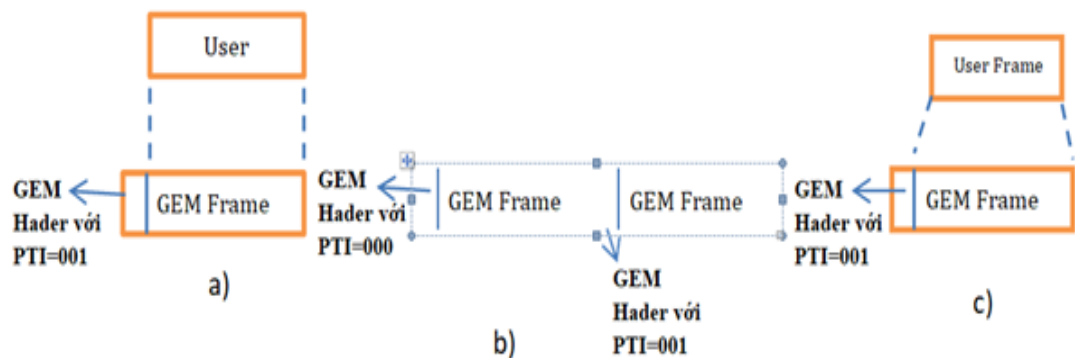
2.1.2.2 GPON Transmission Convergence (GTC) Layer

GTC Layer gồm có phân lớp đóng khung GTC (GTC framing sublayer) và phân lớp thích ứng hội tụ truyền dẫn (transmission convergence (TC) adaptation sublayer).

Để truyền lưu lượng, trong GPON sử dụng khung GEM (GPON encapsulation- method) hoặc ATM. Ở định hướng đường lên, lưu lượng là được mang trong các T- conts (Transmission containers). Bất kì một T-cont đều có thể mang duy nhất lưu lượng ATM hoặc duy nhất lưu lượng GEM, không thể mang cả hai cùng lúc. Để kết hợp mang cả hai luồng lưu lượng ATM và GEM trong cùng T-cont thì cần phải được hỗ trợ bởi một vài loại ATM T-cont và T-cont khung GEM khác. Ở chế độ kép cả hai loại lưu lượng được mang đi trong khoảng thời gian một khung 125 μ s.

- **Phân lớp đóng khung GTC**

Luồng GEM dài 125 μ s trong khung GPON. Khung dữ liệu của người 21ang có chiều dài ngẫu nhiên. Giao thức đóng gói GEM hỗ trợ phân mảnh các khung dữ liệu người 21ang đồng thời chèn các mào đầu và giá trị PTI được đánh để nhận dạng ra các gói đã phân mảnh, nhằm giúp quá trình ghép lại dễ dàng và không mất mát dữ liệu. Quá trình đóng gói GEM được thực hiện qua các trường hợp sau:



Hình 2. 1: Phân lớp đóng khung GTC.

Trường hợp nếu khung của người sử dụng trùng khớp hoặc ngắn hơn khung của GEM thì sẽ được đặt vào khung GEM mô tả ở (hình 2.1a) và (hình 2.1c).

Trường hợp nếu khung người sử dụng dài hơn khung GEM thì sẽ được phân thành các mảnh nhỏ để đặt vào khung GEM (Hình 2.1b).

Chức năng:

- *Ghép kênh và phân kênh*: Phần tải PLOAM và GTC được ghép kênh vào khung của TC đường xuống theo các định dạng khung quy định. Định hướng đường lên, mỗi thành phần được tách từ một nhóm đường lên phù hợp đến Bwmap tương ứng để ghép vào khung đường lên.
- *Tạo mào đầu và giải mã*: Mào đầu khung GTC được tạo và được định dạng trong khung đường xuống. Cụm mào đầu đường lên được giải mã. Ngoài ra, OAM được đặt vào là thực thi.

Chức năng định tuyến nội bộ dựa trên Alloc- ID: Được thực hiện cho dữ liệu đến hoặc từ bộ thích ứng hội tụ truyền dẫn GEM (GEM TC Adapter) đi.

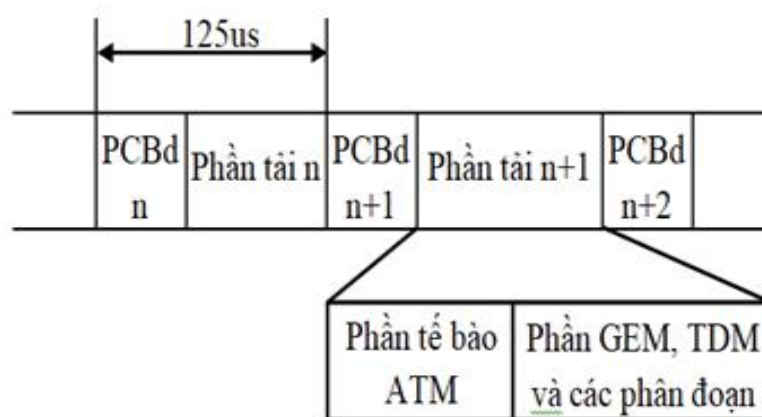
- **Phân lớp thích ứng hội tụ truyền dẫn**

Phân loại : có ba loại [ITU-T G984.3]

- Bộ thích ứng hội tụ truyền dẫn ATM (ATM TC Adapter)
- Bộ thích ứng hội tụ truyền dẫn GEM (GEM TC Adapter)
- Bộ thích ứng giao diện điều khiển quản lý ONU (OMCI Adapter)

2.1.3 Định dạng truyền dẫn trong GPON

2.1.3.1 Cấu trúc khung hướng xuống.



Hình 2. 2: Cấu trúc khung hướng xuống

Khung có chiều dài tối đa là 125 μ s bao gồm các khối điều khiển đường xuống (PCBd) của 4 byte cho đường truyền xuống và một phần tải.

Khối điều khiển đường xuống (PCBd) gồm: Khối PCBd được OLT gửi đi đến các ONU bằng kiểu quảng bá.

Psync	Ident	PLOAMd	BIP	Plend	Plend	USBWMapNx
4 bytes	4 bytes	13 bytes	1 bytes	4bytes	4 bytes	8 bytes

Khối điều khiển đường xuống PCB

Trường đồng bộ vật lý (Psync): Trường này cố định 32 bit và là phần bắt đầu của mỗi PCBd và nó giúp cho các ONU tìm ra phần bắt đầu của khung.

FEC Ind	Reserve	Super framecounter
1 bit	1 bit	30 bit

Trường đồng bộ vật lý

- Trường Ident có 32bit:**

Mục đích của trường này là cho phép lựa chọn một số khung GPON của một nhóm lớn hơn và được gọi là siêu khung (superframe).

Trường sửa lỗi FEC với bit đầu tiên để chỉ ra có hay không có lỗi trong liên kết đường xuống. Bit thứ hai 23ang trong lưu trữ và 30 bit còn lại 23ang cho bộ đếm siêu khung (superframe).

- Trường thông tin vận hành ,quản lý và bảo dưỡng** lớp vật lý PLOAM đường xuống (Physical layer Operation Administration and Maintenance)gồm:

ONU ID	MsgID	Bản tin	CRC
1 bytes	1 bytes	10 bytes	1 bytes

Cấu trúc trường PLOAM

- 1 byte để nhận dạng người nhận ONU (ONU-ID)
- 1 byte dành cho nhận dạng bản tin (MsgID)

- 1 byte dành cho trường kiểm tra độ dư thừa vòng để biết được sự toàn vẹn của khung

- Trường CRC 24ang kiểm tra lỗi

- 10 byte dành cho bản tin của trường PLOAM

- **Trường xen kẽ bit chẵn lẻ BIP** (Bit Interleaved Parity): 1 byte cho phép ONU giám sát được tốc độ bit lỗi.

- **Trường chiều dài phần tải đường xuống Plend (payload length):** dài 4 byte ngoài làm chức năng bảo vệ bằng cách kiểm tra các độ dư thừa các bit theo chu kì (CRC) và phần này còn được truyền lại hai lần trong dữ liệu đường xuống.

- **Trường USBW map là nơi mà OLT gửi tín hiệu quảng bá xuống tất cả ONU gồm có các trường:**

- Cấp phát ID

- Trường Flag

- Trường bắt đầu và dừng

- **Trường CRC**

2.1.3.2 Cấu trúc khung hướng lên

Độ dài khung đường lên bằng với độ dài khung đường xuống và bằng $125\mu s$.

Mỗi khung có thể truyền dẫn cho một hoặc nhiều ONU hướng lên OLT (hình 2.3)

- Cấu trúc khung

- Mào đầu hướng lên lớp vật lí

- Khung PLOAM hướng lên

- Báo cáo bang thông động hướng lên

- Thành phần tải khung GEM hoặc phân mảnh

- Header khung GEM

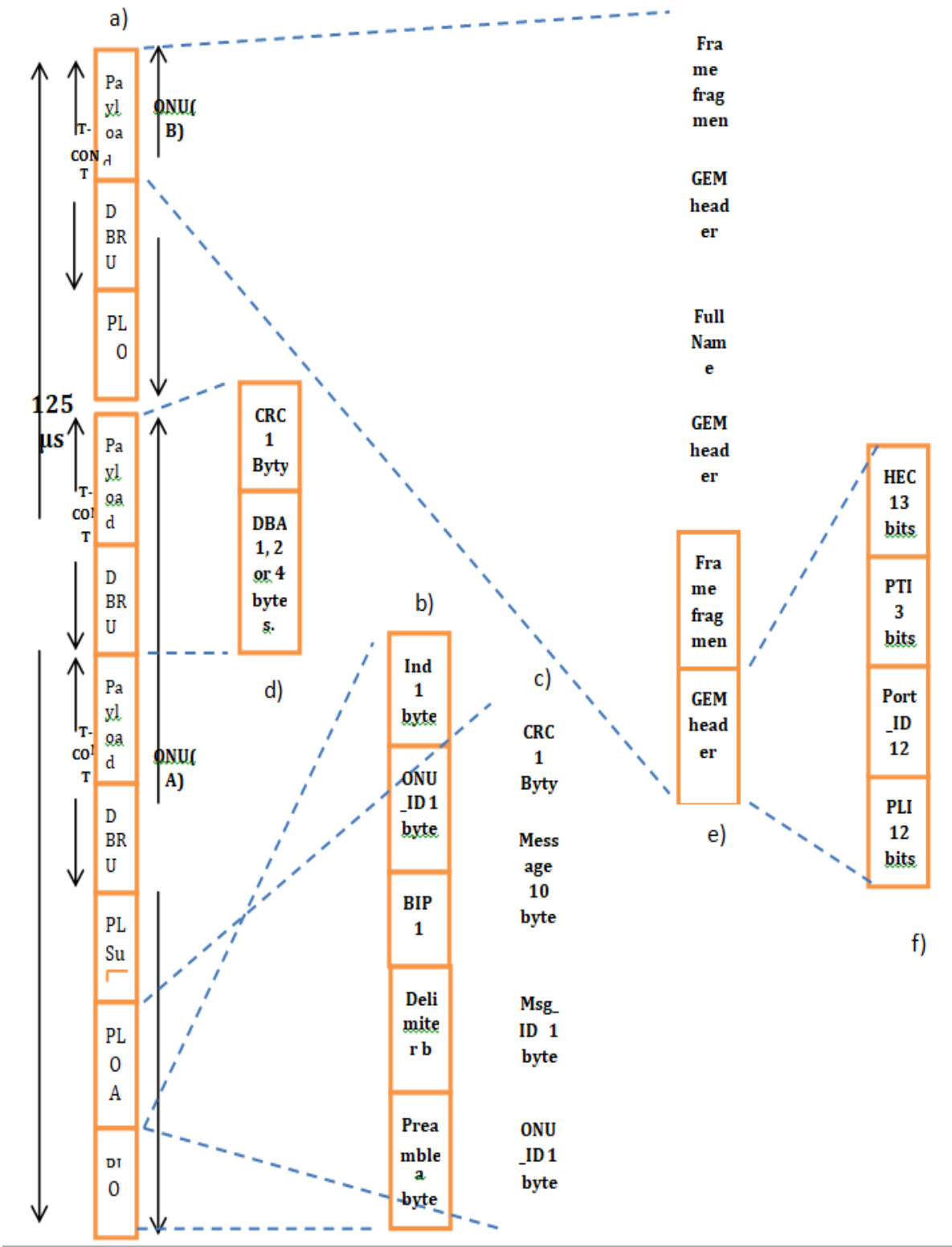
Các trường trong lớp cấu trúc này:

- Mào đầu lớp vật lý đường lên (PLOu)

- Quản lý, vận hành, bảo dưỡng lớp vật lý đường lên (PLOAMu)

- Chuỗi định mức công suất đường lên (PLSu)

- Phần T-cont gồm:
 - Phần tải (Payload)
 - Báo cáo băng tần động đường lên(DBRu)
- Báo cáo băng tần động đường lên (DBRu) gồm có hai trường con:
 - Trường cấp phát băng tần động DBA (Dynamic Bandwidth Assignment) chiếm 1, 2 hoặc 4byte
 - Trường CRC chiếm 1byte
- Phần mào đầu của GEM có 40 bit gồm các thành phần:
 - Phần chỉ thị chiều dài của tải PLI có 12bit
 - Nhận dạng cổng Port ID 12bit
 - Nhận dạng loại tải PTI 3bit
 - Kiểm tra lỗi mào đầu 13bit
- Phần tải gồm có:
 - Phần ATM cells : 53 byte trên cell
 - Phần GEM bên cạnh mang dữ liệu cận đồng bộ như SONET hoặc khung dữ liệu của các mảnh trong gói dữ liệu Ethernet



Hình 2. 3: Cấu trúc khung GTC hướng lên.

2.2 Chất lượng và khả năng cung cấp băng thông.

2.2.1 Khả năng cung cấp băng thông.

a) Hướng xuống:

* 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.

b) 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 [9]. 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 ụs), 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.

c) 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%.

2.2.2 Khả năng cung cấp dịch vụ.

a) *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 ADSL 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 thế 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 để 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.

b) *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 1:64).

c) *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 lân), Internet tốc độ cao, VoIP, 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.

2.3 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON.

2.3.1 Ảnh hưởng của suy hao

Ngoại trừ các tuyến cự ly ngắn, suy hao sợi quang có vai trò quan trọng trong thiết kế hệ thống. Xét một máy phát quang là có khả năng phát một công suất trung bình P_t . Nếu máy thu có khả năng phát hiện tín hiệu với công suất trung bình nhỏ nhất tại tốc độ bit BT là P_r , khoảng cách truyền dẫn lớn nhất được giới hạn bởi:

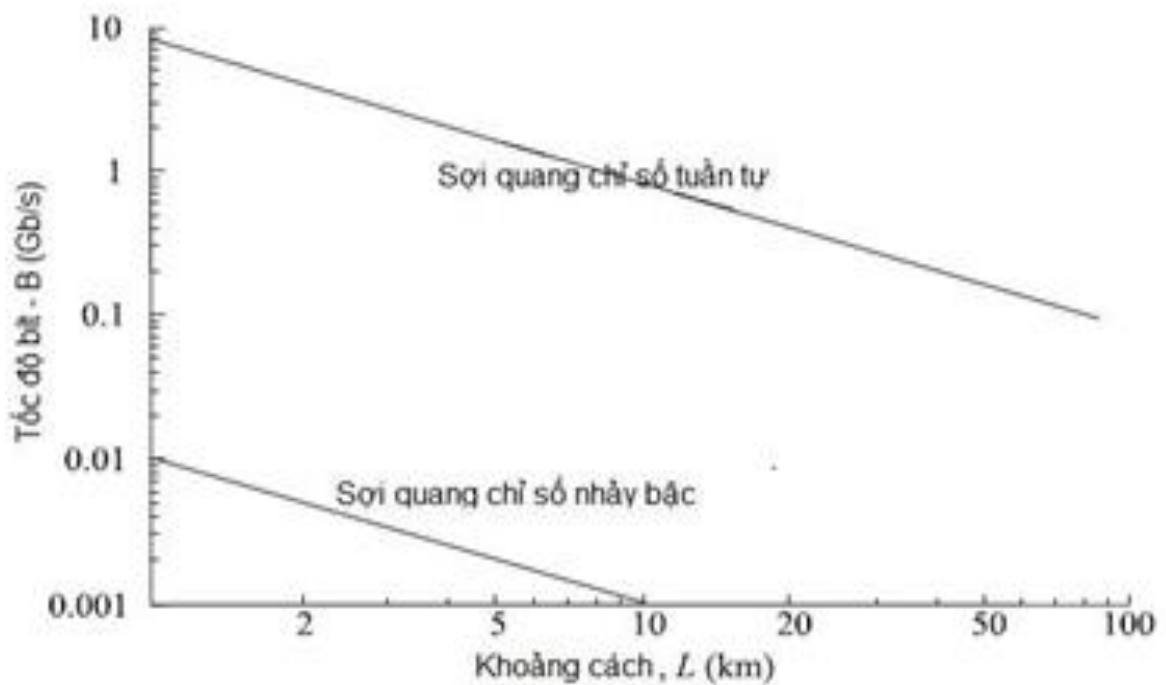
$$L = \frac{10}{\alpha_f} \log_{10} \left(\frac{P_t}{P_r} \right) \quad [km] \quad (2.1)$$

Trong đó α_f là hệ số suy hao trung bình của sợi quang – tính theo đơn vị dB/Km bao gồm cả suy hao đường truyền quang, suy hao tại các mối hàn và tại các bộ ghép nối quang. Sự phụ thuộc của chiều dài L vào tốc độ bit là do sự phụ thuộc tuyến tính của P_r theo tốc độ bit BT. Chú ý rằng $P_r = N_p B_T h \cdot f$ trong đó $h \cdot f$ là năng lượng photon, N_p là số lượng photon trung bình/bit đòi hỏi bởi máy thu.

Lưu ý rằng: Tích của khoảng cách truyền dẫn và tốc độ bit – theo lý thuyết có giá trị được giới hạn xác định bởi biểu thức (2.2).

$$B \cdot L < \frac{8c}{n_1 \Delta^2} \quad (2.2)$$

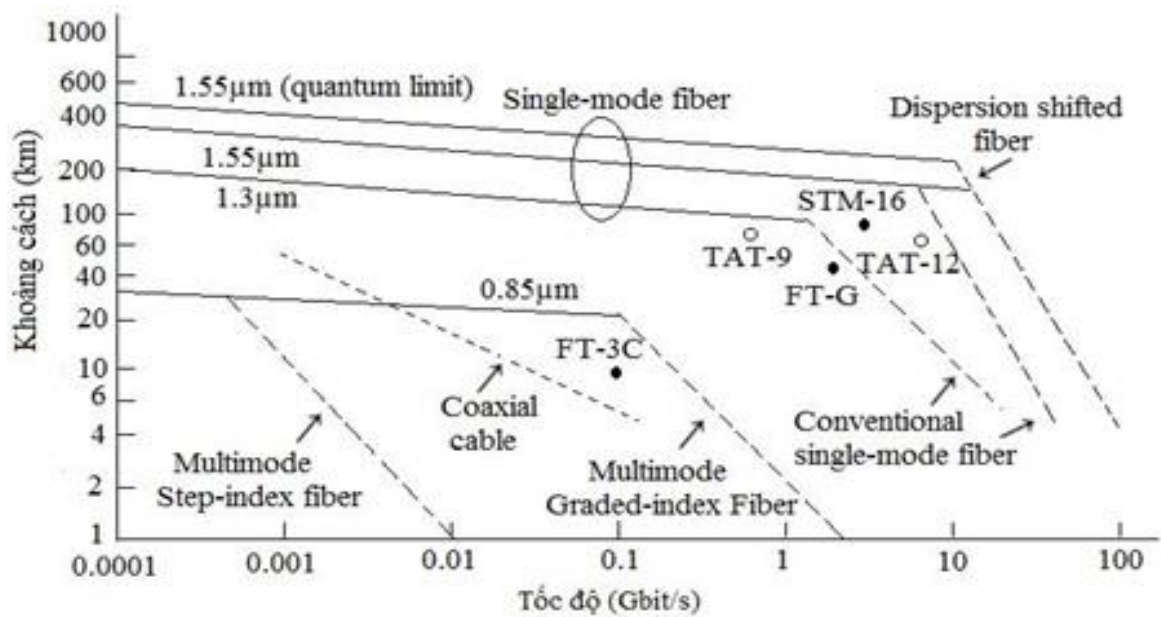
Trong đó $c = 3.108 \text{ m/s}$ là tốc độ truyền ánh sáng trong chân không, n_1 là chiết suất lõi sợi quang còn Δ là độ lệch chiết suất tỷ đối giữa lõi và vỏ. Đặc trưng của tích $B \cdot L$ với các sợi quang đa mode và đơn mode được biểu diễn bằng hình 2.7.



Hình 2. 4: Giới hạn tốc độ bit – khoảng cách sợi quang với $n_1=1.5, \Delta=0.01$ và $\alpha=2$

Trong giới hạn của hệ số suy hao thực tế, khoảng cách L giữa máy phát và máy thu giảm đi theo hàm lôgarit khi BT tăng tại một bước sóng hoạt động cho trước. Các đường liền trên hình 2.7 chỉ ra sự phụ thuộc của L theo BT cho các sóng hoạt động phổ biến tại $\lambda = [0,85\mu\text{m}; 1,3\mu\text{m} \text{ và } 1,55\mu\text{m}]$ với $\alpha = [2,5\text{dB/km}; 0,4\text{dB/km} \text{ và } 0,25\text{dB/km}]$ tương ứng khi công suất phát là $P_t = 1\text{mW}$ ở cả ba bước sóng, trong khi đó $N_P = 300$ tại $\lambda = 0,85\mu\text{m}$ và $N_P = 500$ ở $\lambda = 1,3$ và $1,55\mu\text{m}$.

Theo hình 2.4, giá trị L là nhỏ nhất đối với các hệ thống thể hệ thứ nhất hoạt động ở bước sóng $\lambda = 0,85\mu\text{m}$ do suy hao sợi quang tương đối lớn xung quanh bước sóng này. Khoảng cách trạm lặp của các hệ thống này giới hạn từ 10 đến 25 km, phụ thuộc vào tốc độ truyền dẫn và giá trị chính xác của suy hao. Ngược lại, khoảng cách trạm lặp có thể hơn 100km đối với hệ thống hoạt động ở vùng cửa sổ $\lambda = 1,55\mu\text{m}$. Hình 2.4 còn so sánh giới hạn suy hao hệ thống thông tin quang hoạt động ở bước sóng $\lambda = 0,85\mu\text{m}$ với hệ thống thông tin dựa trên cáp đồng trục.



Hình 2. 5: Sự phụ thuộc của khoảng cách với tốc độ bit ứng với các loại sợi quang khác nhau

Đường chấm chấm trong hình 2.5 chỉ ra sự phụ của L thuộc tốc độ bit cho cáp đồng trục khi giả định suy hao tăng tỉ lệ với BT. Khoảng cách truyền dẫn đối với cáp đồng trục là tốt hơn ở tốc độ bit nhỏ ($BT < 5\text{Mb/s}$), nhưng hệ thống cáp quang lại vượt trội khi tốc độ bit lớn 5Mb/s .

2.3.2 Ảnh hưởng của tán sắc

Trong một sợi quang, những tần số ánh sáng khác nhau và những một khác nhau cần thời gian khác nhau để truyền một đoạn từ A đến B. Hiện tượng này gọi là tán sắc và gây ra nhiều ảnh hưởng khác nhau. Nói chung, tán sắc dẫn đến sự giãn xung trong truyền dẫn quang, gây ra giao thoa giữa các ký tự, tăng lỗi bit ở máy thu và dẫn đến giảm khoảng cách truyền dẫn.

Tán sắc trong sợi quang đơn/đa mode có thể bao gồm nhiều loại tán sắc bậc một khác nhau như tán sắc vật liệu DM, tán sắc ống dẫn sóng Dw, các thành phần tán sắc Dp... Tán sắc tổng cộng trong sợi quang đơn mode DT được tính bởi biểu thức: $D_T = D_M + D_W + D_P$. Các hệ số tán sắc trong sợi quang được tính theo đơn vị $[\text{ps}/(\text{nm.km})]$. Hai nguyên nhân tán sắc gây giãn xung chủ yếu trong sợi quang là:

Giãn xung do tán sắc vật liệu (hay tán sắc màu) xảy ra khi vận tốc pha của mặt phẳng truyền sóng trong môi trường điện môi thay đổi tuyến tính bước sóng hay chiết suất của vật liệu silica sử dụng chế tạo sợi quang thay đổi với các tần số quang ω khác nhau tức là $d^2n/d\lambda^2 \neq 0$. Xét độ trễ nhóm τ_g trong sợi quang gây ra bởi vận tốc nhóm v_g được định nghĩa tại biểu thức (2.3).

$$\tau_g = \frac{d\beta}{d\omega} = \frac{1}{c} \left(n_1 - \lambda \frac{dn_1}{d\lambda} \right) \quad (2.3)$$

Với n_1 là chiết suất vật liệu lõi. Độ trễ xung do tán sắc vật liệu τ_g trong sợi quang có chiều dài L là:

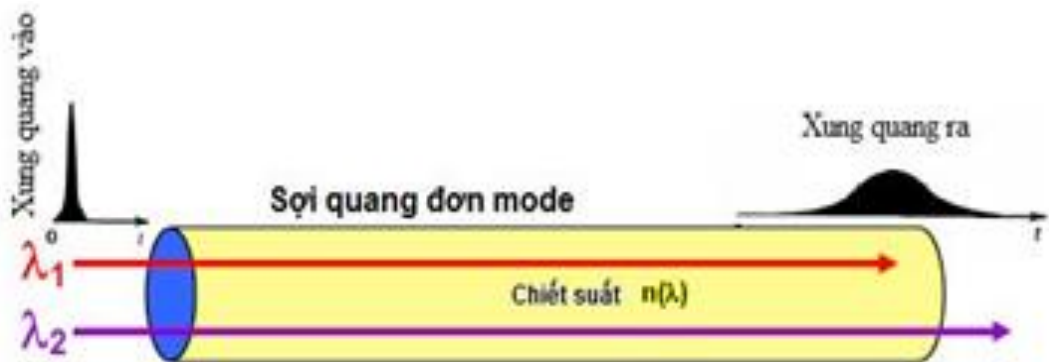
$$\tau_m = \frac{L}{c} \left(n_1 - \lambda \frac{dn_1}{d\lambda} \right) \quad (2.4)$$

Đối với nguồn sáng có độ rộng phổ là σ_λ và bước sóng trung bình λ thì độ giãn xung do tán sắc vật liệu σ_m có thể thu được:

$$\sigma_m \approx \sigma_\lambda \frac{d\tau_m}{d\lambda} = \sigma_\lambda \frac{L}{c} \left[\lambda \frac{d^2n_1}{d\lambda^2} \right] = \sigma_\lambda \cdot L \cdot D_M \quad (2.5)$$

Hệ số tán sắc vật liệu DM được xác định bởi:

$$D_M = \frac{L}{c} \left[\lambda \frac{d^2n_1}{d\lambda^2} \right] \quad (2.6)$$



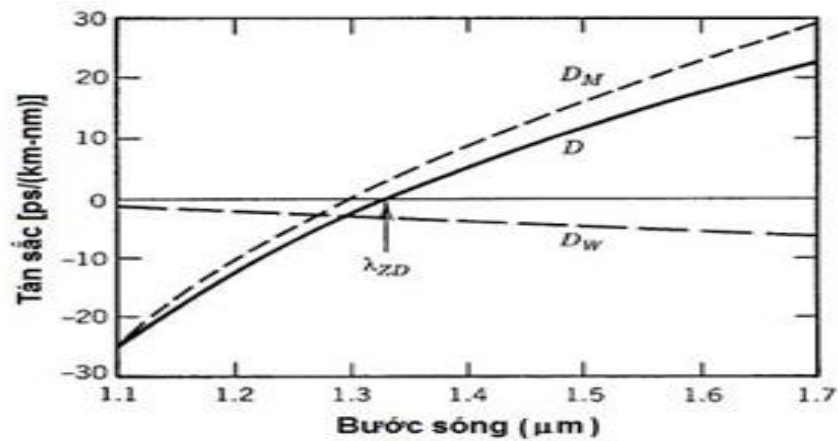
Hình 2. 6: Hiện tượng tán sắc.

b) Giãn xung do tán sắc ống dẫn sóng.

Hệ số tán sắc ống dẫn sóng có thể được xác định bởi biểu thức:

$$D_W = -\frac{2\pi\Delta}{\lambda^2} \left[\frac{n_{2g}^2}{n_2\omega} \frac{Vd^2(Vb)}{dV^2} + \frac{dn_{2g}}{d\omega} \frac{d(Vb)}{dV} \right] \quad (2.7)$$

Trong đó n_{2g} là chiết suất nhóm của lớp vỏ sợi quang. Tán sắc ống dẫn sóng cũng có thể tạo nên tán sắc màu do có sự thay đổi vận tốc nhóm với bước sóng tại mode khi $d^2\beta/d\lambda^2 \neq 0$. Tham số tán sắc ống dẫn sóng phụ thuộc vào các tham số V của sợi. Do cả hai đạo hàm bậc một và bậc hai theo V đều là dương, biểu thức (2.7) cho D_W âm trong toàn vùng bước sóng truyền thông (từ 0m cho tới 1,6 m). Hình 2.7 biểu diễn đồ thị của hệ số tán sắc vật liệu D_M và hệ số tán sắc ống dẫn sóng D_W trên toàn bộ vùng cửa sổ bước sóng truyền thông. Hệ số tán sắc tổng cộng của sợi quang $D = D_M + D_W$ [ps/(nm-km)] của sợi đơn mode điển hình. Ta thấy rằng hệ số tán sắc vật liệu D_M âm khi $\lambda < \lambda_{ZD} = 1,267\mu\text{m}$ và dương khi $\lambda > \lambda_{ZD}$. Như vậy, tán sắc ống dẫn sóng đã dịch λ_{ZD} một khoảng 30-40 μm sao cho $\lambda_{ZD} \sim 1,31\mu\text{m}$. Nó cũng làm giảm giá trị tán sắc tổng cộng D (do $D = D_M + D_W$) trong khoảng bước sóng 1,3-1,6 μm được quan tâm bởi các hệ thống truyền thông quang. Giá trị tiêu biểu của D trong khoảng 15-18 ps/(km-nm) gần bước sóng 1,55 mm.



Hình 2. 7: Tán sắc tổng cộng D liên quan đến D_M và D_W

Tán sắc ống dẫn sóng D_W phụ thuộc vào các thông số sợi quang như bán

kính lõi a và độ lệch chiết suất lõi vỏ Δ , do vậy người ta có thể thiết kế các sợi quang mà $\lambda_{ZD} \sim 1,55$ mm, sợi quang loại này gọi là sợi dịch tán sắc (DSF). Người ta cũng có thể điều chỉnh sự đóng góp của ống dẫn sóng như vậy mà hệ số tán sắc tổng cộng D là tương đối nhỏ trên một dải bước sóng rộng kéo dài từ 1,3-1,6 mm và sợi quang loại này gọi là sợi tán sắc phẳng.

Hình 2.7 cho thấy sự phụ thuộc của D vào bước sóng và tán sắc tổng cộng D liên quan đến DM và DW . Tán sắc ống dẫn sóng DW có thể được sử dụng để tạo ra sợi quang giảm tán sắc trong đó GVD giảm dọc theo chiều dài sợi. Một loại sợi quang được gọi là sợi bù trừ tán sắc sao cho bước sóng truyền thông tại $\lambda < \lambda_{ZD}$ có hệ số tán sắc âm.

Thường người ta chỉ quan tâm đến độ trải rộng xung trên một km, và có đơn vị là [ns/Km], hoặc [ps/Km]. Ngoài ra có đơn vị [ps/nm-km] để đánh giá độ tán sắc chất liệu trên mỗi km chiều dài sợi ứng với độ rộng phổ quang là 1ns.

2.3.3 Ảnh hưởng của quỹ công suất

Mục đích của quỹ công suất là bảo đảm công suất dự phòng của máy phát sao cho khi đến máy thu đủ lớn để duy trì hoạt động tin cậy trong suốt thời gian sống của hệ thống. Công suất trung bình nhỏ nhất đòi hỏi bởi máy thu được gọi là độ nhạy của máy thu, ký hiệu là P_r . Thường ta luôn biết được công suất phát trung bình P_t của máy phát. Quỹ công suất thường được tính theo đơn vị decibel (dB), còn công suất quang được biểu thị theo đơn vị dBm. Cụ thể hơn.

$$P_t = P_r + A_L + M_s \quad (2.8)$$

Trong đó A_L suy hao kênh tổng cộng, M_s là độ dự phòng hệ thống. Mục đích của độ dự phòng hệ thống là để dành một lượng công suất nhất định cho trường hợp các nguồn suy giảm công suất có thể gia tăng trong thời gian sống của hệ thống do sự xuống cấp của linh kiện hoặc các sự kiện không biết trước được. Khi thiết kế người ta thường cho độ dự phòng khoảng 4-6 dB. Suy hao kênh A_L tính đến tất cả các nguồn suy hao có thể có, bao gồm cả suy hao các connector và suy hao các mối hàn. Nếu a_f là suy hao trung bình của sợi quang (dB/km), A_L có

thể viết như:

$$A_L = \alpha_f L + \alpha_{con} + \alpha_{spline} \quad (2.9)$$

Với α_{con} và α_{spline} là suy hao các tại các bộ gộp quang (connector) và suy hao các mỗi hàn dọc theo tuyến sợi quang. Sử dụng các công thức (2.8) và (2.9) để dàng ước lượng khoảng cách truyền lớn nhất tương ứng với các linh kiện cho trước.

Theo chuẩn G.984.2 Quỹ suy hao công suất quang trong G-PON được tính bù đắp xác định quỹ suy hao công suất và được mô tả như sau:

Bảng 2. 1: Bảng xác định quỹ hao công suất

Items	Unit	Single fibre
Minimum optical loss at 1490 nm	dB	13
Minimum optical loss at 1310 nm	dB	13
Maximum optical loss at 1490 nm	dB	28
Maximum optical loss at 1310 nm	dB	28

Suy hao toàn tuyến từ OLT tới ONU/ONT không được vượt quá 28dB.

Tổng suy hao trên tuyến được hợp thành từ các yếu tố sau:

- Suy hao trên sợi quang (phụ thuộc chiều dài cáp).
- Suy hao khi đi qua bộ chia quang Splitter.
- Suy hao mỗi hàn (Splice Attenuation) (phụ thuộc số mỗi hàn).
- Suy hao giắc nối (Adapter Connectors Attenuation) (phụ thuộc số connectors).

Để đảm bảo tốc độ băng thông thì khoảng cách từ OLT đặt tại trạm (POP) đến ONT/ONU đặt tại nhà khách hàng và suy hao đường truyền phải đáp ứng yêu cầu của công nghệ GPON (ITU-T G984.2) cụ thể như sau:

- Khoảng cách vật lý tối đa từ OLT đến ONU/ONT: $\leq 20\text{km}$.
- Suy hao đường truyền từ OLT đến ONU/ONT: $\leq 28\text{dB}$.

Suy hao công suất quang liên quan đến chủng loại bộ chia quang do hãng nào cung cấp, số lượng mỗi hàn, connector và chiều dài cáp quang từ OLT đến ONU/ONT.

• *Các tham số suy hao*

Suy hao các thành phần:

Bảng 2. 2: Bảng suy hao các thành phần.

Mô tả	Suy hao (dB)
Suy hao sợi quang	0.35dB/km
Suy hao mỗi hàn	0.1 dB/mỗi hàn
Suy hao connector	0.3dB/connector
Dự phòng	4~6dB

Suy hao của Splitter:

Bảng 2. 3: Bảng suy hao của Splitter.

Hãng Vissem

Tỷ lệ chia của Splitter	Suy hao (dB)
1:2	≤ 3.5 dB
1:4	≤ 7.5 dB
1:8	≤ 10.5 dB
1:16	≤ 13.5 dB
1:32	≤ 17.5 dB
1:64	≤ 20.5 dB

Hãng Kexin

Tỷ lệ chia của Splitter	Suy hao (dB)
1:2	≤ 4 dB
1:4	≤ 7.4 dB
1:8	≤ 10.7 dB
1:16	≤ 14 dB
1:32	≤ 17.2 dB
1:64	≤ 21.5 dB

Suy hao các loại connector:

Bảng 2. 4: Bảng suy hao các loại connector.

Loại Connector	Suy hao
ST	0,3 dB
MPO	0,35 dB
FDDI	0.5 dB
MTRJ	0.7 dB
SC	0,3 dB
SC/APC	0,3 dB
LC	0,2 dB

Chú ý: Khi đặt một bộ chia quang vào hệ thống cho dù chưa dùng hết số cổng của bộ chia quang nhưng giá trị suy hao vẫn tính bằng giá trị suy hao tổng của

bộ chia quang đó. Ví dụ: bộ chia 1:64 là 19.7 dB.

** Công thức tính toán suy hao toàn tuyến*

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 sự kiện chiều dài cáp quang thuê bao trong khoảng từ 50 - 350m theo từng nhà mạng nhằm đáp ứng các thông số kỹ thuật của mạng ODN. Như vậy phương án thiết kế 2 tầng bộ chia quang được tính như sau:

Tổng suy hao (dB) = [Suy hao sợi quang x (chiều dài cáp quang)] + Suy hao bộ chia + [Suy hao mỗi hàn x (tổng số mỗi hàn)] + [Suy hao connector x (tổng số connector)] + Suy hao vượt + Dự phòng (4-6dB).

2.3.4 Ảnh hưởng của quỹ thời gian lên

Mục đích của quỹ của thời gian lên là bảo đảm rằng hệ thống có khả năng hoạt động đúng ở tốc độ bit mong muốn. Thậm chí nếu dải thông của các thành phần riêng lẻ của hệ thống vượt quá tốc độ bit, vẫn có thể xảy ra trường hợp toàn hệ thống có thể không hoạt động được ở tốc độ bit đó. Khái niệm thời gian “tăng sườn xung” (thời gian lên) được sử dụng để phân bổ dải thông giữa các thành phần khác nhau. Thời gian lên T_r của một hệ thống tuyến tính được định nghĩa là thời gian trong khoảng đó xung đáp ứng tăng từ 10 đến 90% của giá trị ngõ ra cuối cùng khi ngõ vào bị thay đổi đột ngột. Thời gian lên tổng cộng được xấp xỉ như sau.

$$T = \sqrt{T_{tran}^2 + T_{fib}^2 + T_{ter}^2} \quad (2.10)$$

Trong đó T_{tran} , T_{fib} và T_{ter} là thời gian lên của các thiết bị phát, sợi quang và thiết bị thu quang. Thông thường, thời gian lên của thiết bị phát T_{tran} và thiết bị thu T_{ter} đã biết trước trong hệ thống và được xác định từ các thành phần mạch điện tử trong hệ thống và có giá trị thông thường khoảng 0.1 nsec. Thời gian thu có thể được xác định thông qua mối quan hệ giữa băng tần (tại băng tần số cắt 3dB) và

T_{ter} (miền điện của máy thu) bởi biểu thức sau.

$$T_{ter} = \frac{2.2}{2\pi B_t} = \frac{0.35}{B_t} \quad (2.11)$$

Thời gian lên T_{fib} của sợi quang gây do tán sắc mode và tán sắc vận tốc nhóm do đó được xác định bởi biểu thức.

$$T = \sqrt{T_{mod}^2 + T_{GVD}^2} \quad (2.12)$$

Tán sắc mode trong sợi quang đa mode làm tăng thời gian lên được xác định bởi biểu thức.

$$T_{mod} = \frac{L n_1^2}{c n_2} \Delta = D_M L \approx L \frac{n_1 \Delta}{c} \quad (2.13)$$

Trong đó L là chiều dài sợi quang, n_1 và n_2 là chiết suất lõi và vỏ sợi quang còn Δ là độ lệch chiết suất tỷ đối giữa lõi và vỏ, còn D_M được gọi là hệ số tán sắc mode. Tán sắc vận tốc nhóm gây giãn xung quang, làm tăng thời gian lên sợi quang có thể được xác định bởi biểu thức:

$$T_{GVD} = L \frac{d^2 \beta}{d\omega^2} \Delta\omega = L \beta_2 \Delta\omega = D_{GVD} L \Delta\lambda \quad (2.14)$$

Với β là hằng số lan truyền sóng ánh sáng trong sợi quang, β_2 là đạo hàm bậc hai của β theo tần số sóng ánh sáng và D_{GVD} được gọi là hệ số tán sắc vận tốc nhóm (GVD). Đối với sợi quang đơn mode $T_{GVD} = 0$ do đó $T_{fib} = T_{GVD}$.

Như vậy, thời gian lên của sợi quang T_{fib} phụ thuộc chủ yếu vào độ dài sợi quang và độ rộng phổ nguồn sáng trong sợi quang. Xét hệ thống hoạt động tại vùng bước sóng $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$, khi khoảng cách truyền là $L = 50\text{km}$, độ rộng phổ nguồn sáng $\Delta\lambda = 2 \text{ nm}$ và $D_{GVD} = 3 \frac{\text{ps}}{\text{km}} \cdot \text{nm}$ thì $T_{GVD} = 0.3 \text{ nsec}$. Như vậy T_{GVD} làm ảnh hưởng đến tốc độ truyền của sợi quang - biểu thức (2.11) làm cho sợi quang không thể truyền dẫn với tốc độ 1 Gb/s trong điều kiện này.

2.3.5 Các yếu tố khác ảnh hưởng đến hệ thống thông tin quang

** Nhiều mode.*

Nhiều mode liên quan tới sợi đa mode và đã được nghiên cứu sâu trong

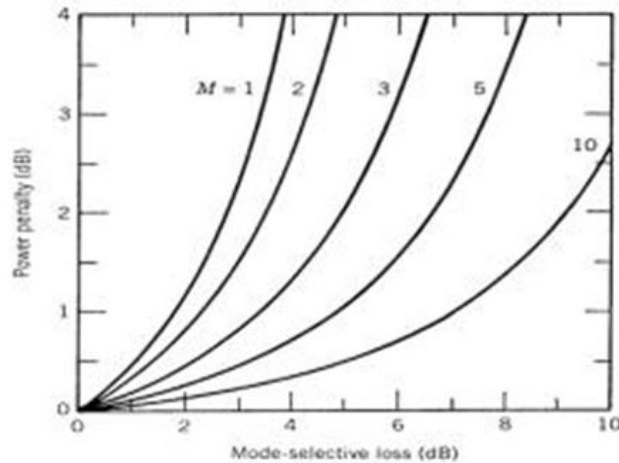
những năm 1980. Nguồn gốc của nó có thể được hiểu như sau: Giao thoa giữa các mode lan truyền khác nhau trong sợi quang đa mode tạo ra một mẫu đốm tại bộ tách quang. Sự phân bố cường độ không đều liên quan tới mẫu đốm này sẽ vô hại cho chính nó bởi vì chất lượng của máy thu được quyết định bởi công suất tổng cộng lấy trên toàn bộ vùng tách quang. Tuy nhiên, nếu mẫu đốm đó dao động theo thời gian, nó sẽ dẫn đến sự dao động trong công suất thu vì thế làm giảm SNR

Sự dao động công suất thu được xem như là nhiễu mode. Chúng luôn xảy ra trong sợi quang đa mode do các rối loạn cơ học khi sợi quang dao động và uốn cong nhỏ. Hơn nữa, các mối hàn và connector quang hoạt động như các bộ lọc không gian. Bất kỳ sự thay đổi theo thời gian nào trong bộ lọc không gian được chuyển thành các dao động đốm và làm tăng lên nhiễu mode. Nhiễu mode bị ảnh hưởng mạnh bởi độ rộng phổ nguồn quang f kể bởi vì độ giao thoa mode chỉ xuất hiện chỉ khi nếu thời gian kết hợp ($T_c \approx 1/\Delta f$) lớn hơn thời gian trễ giữa các mode T_{mod} được cho bởi phương trình (2.13). Đối với các máy phát sử dụng LED khi mà f đủ lớn ($\Delta v \approx 5\text{THz}$) thì điều kiện này không được thỏa mãn. Phần lớn các hệ thống thông tin quang sử dụng sợi đa mode cũng sử dụng LED để tránh các vấn đề nhiễu mode.

Mặt khác nhiễu mode (nhiễu giữa các mode trong sợi đa mode) trở nên nghiêm trọng khi các laser bán dẫn được sử dụng đòi hỏi giảm trừ công suất ứng với $BER = 10^{-12}$ được tính cho hệ thống thông tin quang với $\lambda = 1.3 \mu\text{m}$, tốc độ 140 Mb/s. Sợi quang chiết suất tuần tự có đường kính lõi 50 μm và hỗ trợ 146 mode. Độ giảm trừ công suất phụ thuộc vào suy hao ghép chọn lựa mode xảy ra tại các mối hàn và các connector. Nó cũng phụ thuộc phổ mode dọc của laser bán dẫn. Dễ thấy, sự giảm trừ công suất giảm khi số lượng mode dọc tăng thời gian kết hợp (time coherence) của ánh sáng phát ra giảm [8].

Nhiễu mode cũng có thể xuất hiện trong các hệ thống đơn mode nếu có các đoạn nhỏ sợi quang giữa hai connector hay mối hàn có khi quá trình sửa chữa hoặc bảo dưỡng thông thường. Một mode bậc cao có thể được kích thích tại điểm gián

đoạn sợi cáp xuất hiện tại mỗi hàn đầu tiên và sau đó được chuyển đổi trở lại mode cơ bản tại connector hay mỗi hàn thứ hai.



Hình 2. 8: Sự giảm trừ công suất do nhiễu mode theo suy hao.

Bởi vì một mode bậc cao không thể truyền đi xa từ điểm kích thích, nên vấn đề này có thể khắc phục bằng cách bảo đảm khoảng cách giữa hai bộ ghép connector hay hai mối hàn phải lớn hơn 2m.

** Nhiễu phân chia mode (Mode-Partitiin Noise MNP)*

Các laser đa mode tạo ra nhiễu phân chia mode (MPN). Hiện tượng này xảy ra do sự tương tác giữa các cặp mode phân cực dọc. Cụ thể, các mode dọc khác nhau dao động theo cách các mode riêng biệt tạo ra dao động về cường độ lớn mặc dù tổng cường độ là không thay đổi. MPN là vô hại khi không tán sắc trong sợi quang, bởi vì tất cả các mode vẫn được duy trì đồng bộ trong suốt quá trình truyền dẫn và tách sóng. Trong thực tế, các mode khác nhau sẽ không đồng bộ khi chúng di chuyển nhẹ ở các tốc độ khác nhau bên trong sợi cáp do tán sắc vận tốc nhóm. Do kết quả của sự tái đồng bộ hóa này, cường độ bộ chứa tạo thêm dao động, và SNR quyết định ở mạch thu trở nên tồi tệ hơn khi không có nhiễu chế độ từng phần. Một công suất phạt (thêm) cần phải cung cấp để cải thiện SNR đạt được cùng giá trị mà cần thiết để đạt được BER như yêu cầu. Ảnh hưởng của MPN đến quá trình hoạt động của hệ thống đã được nghiên cứu rộng rãi cho cả lade bán dẫn đa chế độ lẫn lase bán dẫn đơn mode.

** Nhiều phản xạ*

Trong hầu hết các hệ thống thông tin quang, một vài tia sáng được uốn ngược trở lại bởi hiện tượng khúc xạ. Hiệu ứng của các hiện tượng này được nghiên cứu rộng rãi vì nó có thể làm giảm hiệu năng của hệ thống. Thậm chí một lượng tương đối nhỏ của hiệu ứng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống laser bán dẫn và sẽ gây gia tăng nhiễu trong tín hiệu ở đầu phát. Thậm chí khi ta phân cách giữa bộ phận phát và sợi quang, hiệu ứng đa khúc xạ sẽ xảy ra mặt cắt và các mối nối, gây ra nhiễu nội và hạn chế quá trình nhận tín hiệu.

Hầu hết mọi hiện tượng phản xạ trong sợi quang đều có nguồn gốc từ bề mặt giao diện giữa thủy tinh và không khí, sự thay đổi chiết suất làm khúc xạ ánh sáng và hệ số khúc xạ của các môi trường này được tính theo công thức:

$$R_f = \frac{(n_f - n_0)^2}{(n_f + n_0)^2} = \frac{(n_f - 1)^2}{(n_f + 1)^2} \quad (2.15)$$

Trong đó n_f là chiết suất của vật liệu làm nên sợi quang. Với sợi quang vật liệu silicat, $R_f = 3.6\%$ (-14.4 dB) khi $n_f = 1.47$. Giá trị này có thể tăng lên 5.3% đối với sợi có đáy trơn vì độ trơn có thể tạo ra bề mặt bóng hơn với chiết suất khoảng 1.6. Trong trường hợp đã phản xạ xảy ra giữa hai mặt cắt và mối nối, hồi tiếp phản xạ có thể tăng lên một cách đáng ngờ vì hai bề mặt phẳng hoạt động như một cái gương giao thoa Fabry-Perot. Khi đó hiện tượng cộng hưởng xảy ra, sự phản xạ tăng lên đến 14% đối với bề mặt không trơn láng và trên 22% với bề mặt trơn láng. Rõ ràng, một phần nhỏ tín hiệu truyền có thể được phản xạ trở lại trừ phi cần phải cân nhắc trong việc làm giảm hồi đáp quang.

Một kỹ thuật phổ biến dùng để làm suy giảm hồi đáp phản xạ là sử dụng dầu hay gel có chiết suất tuyệt đối gần với chiết suất tuyệt đối của thủy tinh - không khí. Thành thạo đỉnh của sợi quang được uốn cong hoặc cắt ở một góc để sự phản xạ ánh sáng lệch khỏi trục quang. Sử dụng công nghệ này có thể làm hồi đáp phản xạ giảm còn 0.1%. Bán dẫn laser đặc biệt nhạy cảm với hồi tiếp quang. Công suất hoạt động của nó có thể bị ảnh hưởng bởi hồi tiếp cỡ 80dB. Yếu tố ảnh hưởng nghiêm trọng nhất trong việc phản xạ hồi đáp là bề rộng của đường truyền laser, nó có thể

thu hẹp hoặc mở rộng bởi các yếu tố được sắp đặt trước, nó phụ thuộc vào độ xác của vị trí bề mặt, nguồn gốc của sự phản hồi tín hiệu.

Lý do gián tiếp có thể là sự liên quan giữa độ nhảy và pha phản xạ của ánh sáng có thể làm đảo lộn hoàn toàn phase của tia laser mặc dù mức hồi đáp yếu. Những thay đổi của pha phản xạ bất lợi cho các hệ thống truyền thông tin có kết nối chặt chẽ với nhau. Hệ thống sóng ánh thường bị ảnh hưởng của nhiễu nội hơn là nhiễu phase.

2.4 Tổng kết chương.

Chương 2 học viên đã trình bày tổng quan về mạng quang thụ động GPON. Kiến trúc cũng như khả năng cung cấp dịch vụ. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON. Công nghệ GPON tuy đơn giản nhưng vẫn đảm bảo giải quyết các vấn đề cơ bản về kỹ thuật của mạng truy cập 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.

Với những ưu điểm, nhược điểm của công nghệ mạng quang thụ động GPON, học viên sẽ nghiên cứu ứng dụng GPON và các giải pháp nhằm “Nâng cao chất lượng GPON tại Thành phố Bắc Ninh” trong chương 3.

CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GPON TẠI THÀNH PHỐ BẮC NINH

3.1. GPON tại Thành phố Bắc Ninh

3.1.1 Vài nét về tỉnh và Thành phố Bắc Ninh.

Tỉnh Bắc Ninh nằm trong vùng châu thổ Sông Hồng, thuộc khu vực đồng bằng Bắc Bộ, phía Bắc giáp tỉnh Bắc Giang, phía Đông và Đông Nam giáp với tỉnh Hải Dương, phía Nam giáp tỉnh Hưng Yên, phía Tây giáp thành phố Hà Nội. Năm 2018, Bắc Ninh là đơn vị hành chính Việt Nam đông thứ 30 về số dân, xếp thứ 6 về Tổng sản phẩm trên địa bàn (GRDP), xếp thứ 2 về GRDP bình quân đầu người, đứng thứ 7 về tốc độ tăng trưởng GRDP. Với 1.247.500 người dân, GRDP đạt 187.200 tỉ Đồng (tương ứng với 8,1303 tỉ USD), GRDP bình quân đầu người đạt 150,1 triệu đồng (tương ứng với 6.519 USD), tốc độ tăng trưởng GRDP đạt 10,60%.

Tỉnh Bắc Ninh gồm 8 đơn vị hành chính, gồm Thành phố Bắc Ninh, huyện Gia Bình, huyện Lương Tài, huyện Thuận Thành, huyện Tiên Du, huyện Quế Võ, huyện Yên Phong, và Thị xã Từ Sơn.

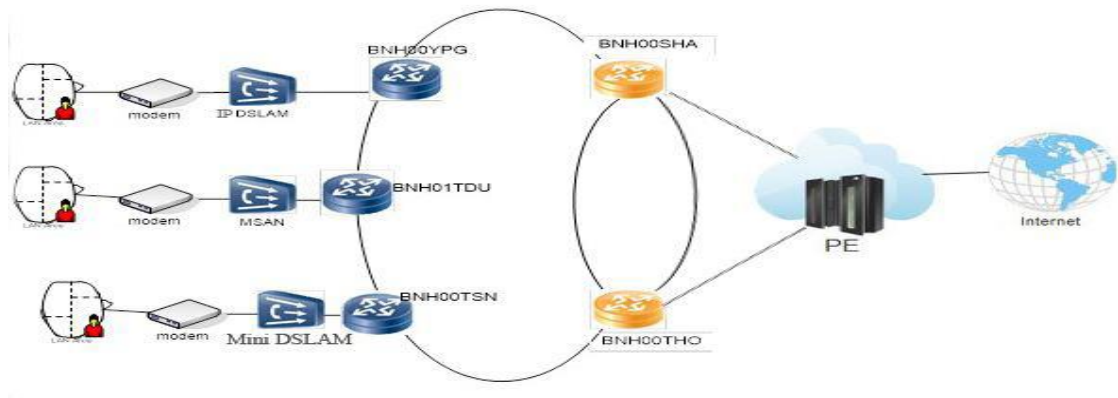
Dân số của Thành phố Bắc Ninh năm 2019 là 376.418 người, chiếm 27,6% dân số toàn tỉnh, trong đó bao gồm 19 phường là Đáp Cầu, Thị Cầu, Vũ Ninh, Suối Hoa, Ninh Xá, Tiền An, Vệ An, Vạn An, Kinh Bắc, Đại Phúc, Võ Cường, Vân Dương, Hạp Lĩnh, Phong Khê, Khúc Xuyên, Khắc Niệm, Hòa Long, Kim Chân, Nam Sơn.

3.1.2 Các phương thức cung cấp dịch vụ cho thuê bao cố định tại VNPT Bắc Ninh.

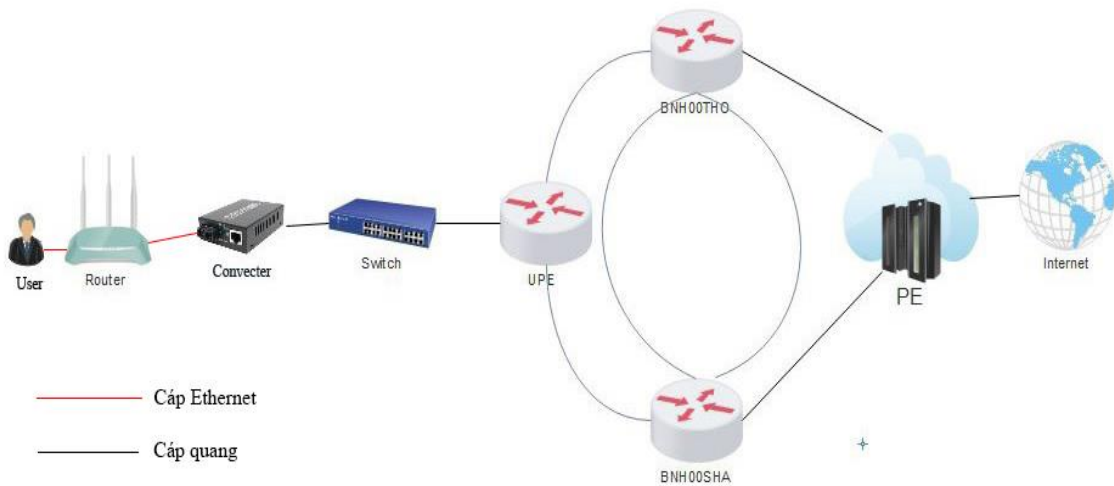
Theo thống kê đến ngày 01/11/2019, VNPT Bắc Ninh hiện có tổng số 76120 thuê bao đang sử dụng dịch vụ Internet băng rộng cố định, trong đó có 1467 thuê bao sử dụng dịch vụ ADSL, 1633 thuê bao sử dụng công nghệ cáp quang AON, 73020 thuê bao sử dụng công nghệ GPON. Ngoài ra còn khoảng 3054 thuê bao điện thoại Gphone và 18779 thuê bao thoại cố định (Theo số liệu cập nhật 11/2019

của VNPT Bắc Ninh).

Hình 3.1 mô tả phương thức truy cập Internet cáp đồng theo từng loại thiết bị gom mà VNPT Bắc Ninh đang cung cấp: IPDSLAM, MSAN, Mini DSLAM. Các thiết bị này đặt tại các nhà trạm của Viễn thông, có nhiệm vụ gom lưu lượng thông tin của các thuê bao để chuyển lên lớp MAN-E và tiếp đó lên các lớp trên để kết nối đến Internet.



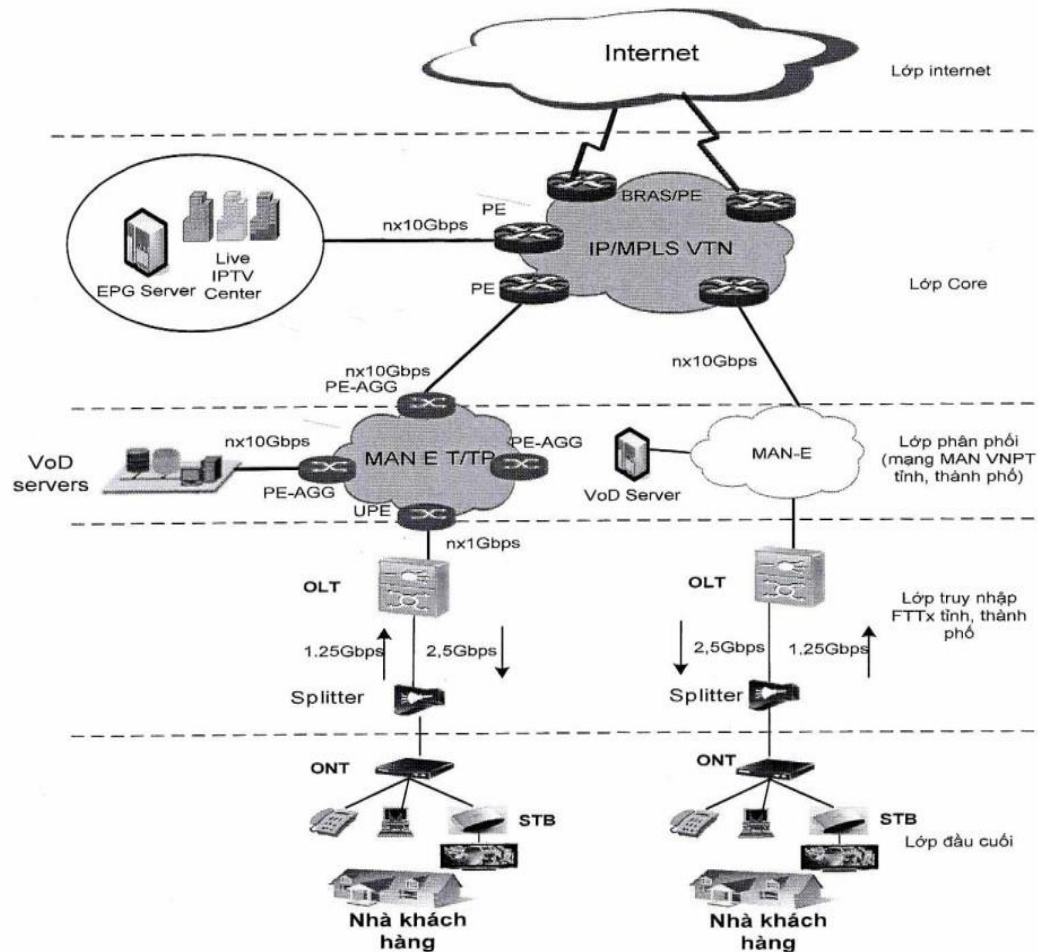
Hình 3. 1: Mô hình cung cấp dịch vụ internet cáp đồng của VNPT Bắc Ninh.



Hình 3. 2: Mô hình cung cấp dịch vụ internet trên nền công nghệ AON của VNPT Bắc Ninh.

VNPT Bắc Ninh đã và đang triển khai. Với Mô hình trên, đòi hỏi mỗi thuê bao sẽ cần đầu nối quang đến tận Switch của VNPT, về mặt công nghệ thì đây là

điểm yếu kém hơn so với công nghệ GPON.



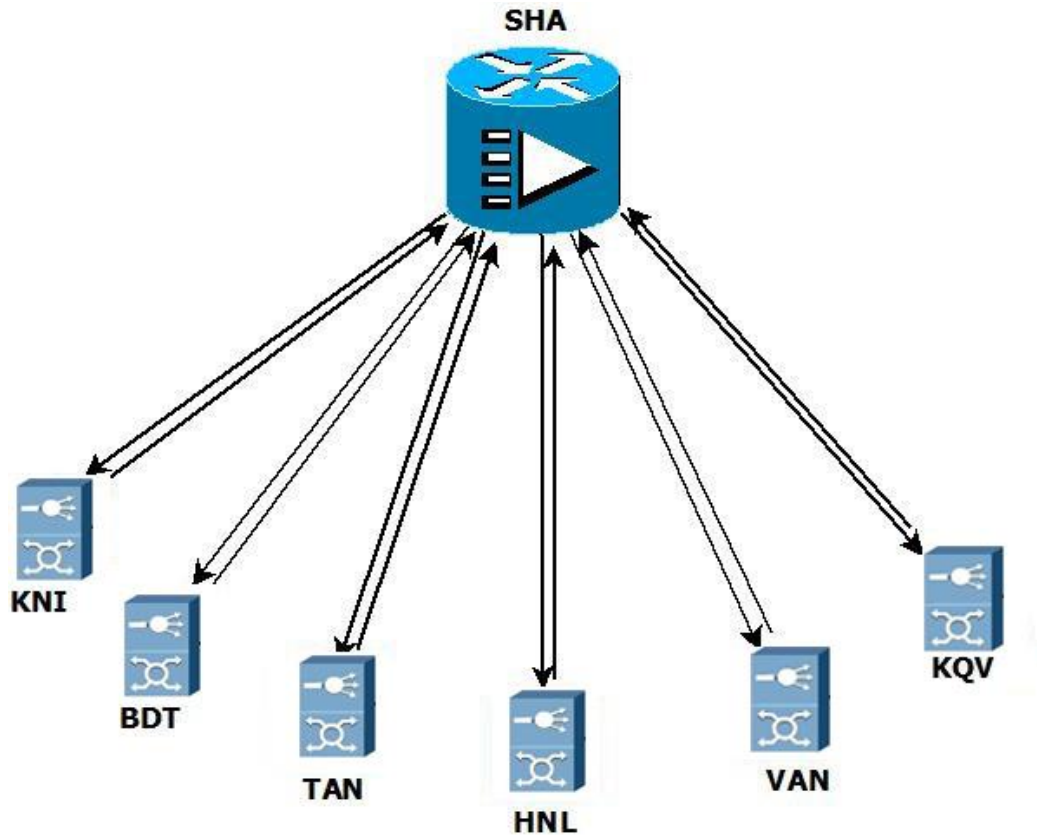
Hình 3. 3: Mô hình cung cấp dịch vụ internet trên nền công nghệ GPON của VNPT Bắc Ninh.

Trên hình 3.3 là mô hình mạng cung cấp dịch vụ internet và dịch vụ truyền hình MyTV trên nền công nghệ GPON của VNPT Bắc Ninh. Mô hình được phân thành 5 lớp:

- + Lớp đầu cuối: là thiết bị đầu cuối VNPT Bắc Ninh cung cấp cho khách hàng như modem GPON, STB dùng cho dịch vụ MyTV...
- + Lớp truy nhập: Hạ tầng cáp quang, splitter và OLT với đường cáp xuống 2.5Gbps và đường lên 1.25 Gbps.
- + Lớp phân phối: Mạng MAN-E và sever VOD đặt tại VNPT Bắc Ninh.

+ Lớp core: Từ mạng MAN-E của VNPT Bắc Ninh, lưu lượng sẽ đưa sang mạng lõi của VNPT NET thông qua các đường PE đầu nối liên tỉnh.

+ Lớp Internet: cung cấp Internet xuống lớp lõi thông qua các Router biên (PE, BRAS).

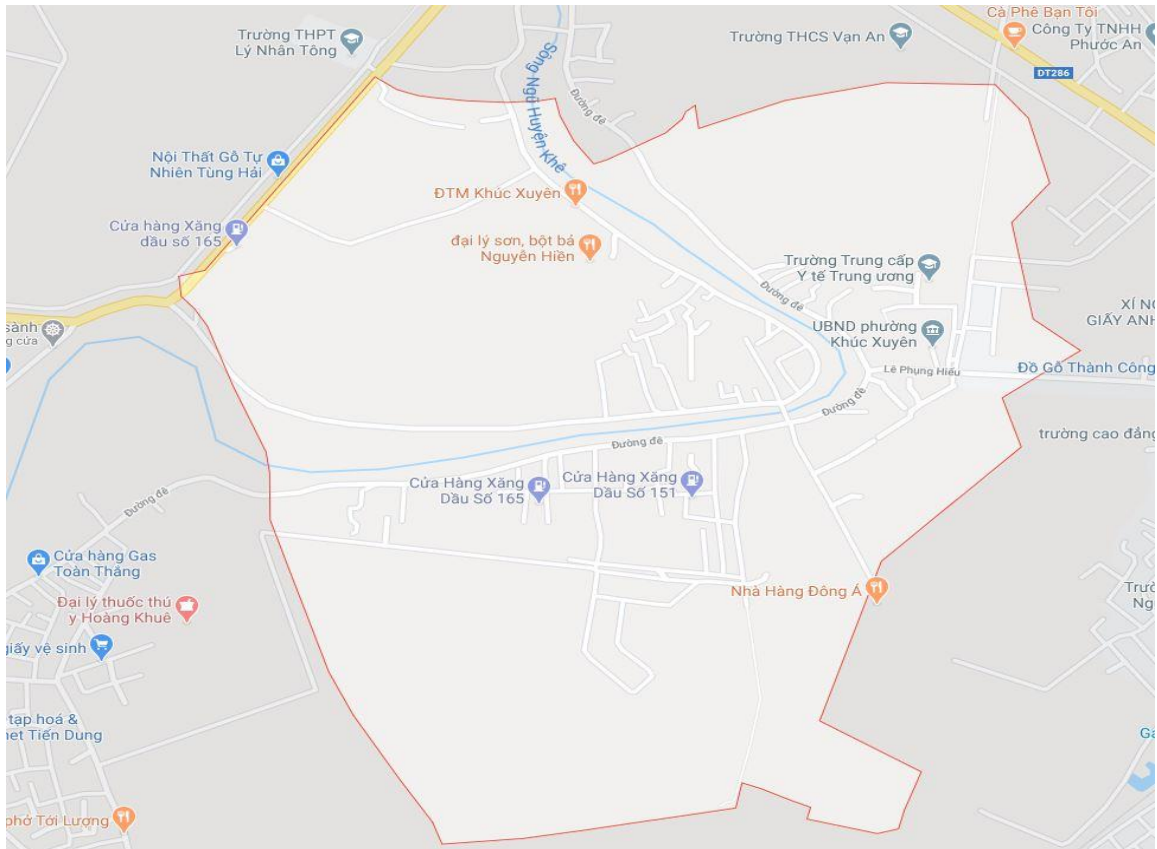


Hình 3. 4: Sơ đồ đầu nối MANE và các trạm OLT của VNPT Bắc Ninh.

3.2 Triển khai GPON tại phường Khúc Xuyên.

3.2.1 Mạng truy nhập tại phường Khúc Xuyên trước khi triển khai GPON.

Dựa trên tình hình thực tế tại phường Khúc Xuyên, hệ thống mạng băng rộng của VNPT trên địa bàn phường trước đây chủ yếu là cáp đồng ADSL, nhu cầu sử dụng của khách hàng ngày càng tăng phục vụ cho công việc, giải trí đang ngày càng lớn.



Hình 3. 5: Bản đồ địa lý phường Khúc Xuyên.

Khách hàng ở địa bàn phường Khúc Xuyên chủ yếu là các hộ kinh doanh, sản xuất, chế tạo đồ gỗ mỹ nghệ. Ngoài giao thương, buôn bán trực tiếp, trao đổi, mua bán qua mạng internet của các khách hàng này cũng ngày càng tăng. Các khu chung cư, giãn dân cũng đang trong quá trình mở rộng, xây dựng thêm. Giao thông trên địa bàn phường cũng được mở rộng trong vài năm qua để kết nối đi các huyện và tỉnh trong khắp cả nước. Hệ thống mạng trước đây tại phường Khúc Xuyên chủ yếu là cáp đồng dùng công nghệ ADSL. Nhu cầu sử dụng mạng internet tốc độ cao, chia sẻ dữ liệu, dịch vụ giải trí truyền hình của công ty, hộ kinh doanh, người dân,... đang ngày càng lớn mà tốc độ và dịch vụ trên hạ tầng ADSL không thể đáp ứng được. Nhận thấy được nhu cầu ngày càng lớn của khách hàng, VNPT Bắc Ninh đã triển khai đưa hạ tầng cáp quang đến từng ngõ, xóm của phường Khúc Xuyên.

3.2.2 Phương án công nghệ.

Phương án cáp quang hóa cho toàn khu vực với quy hoạch, giải pháp kiến trúc mạng FTTH (Fiber to the Home) là thích hợp nhất. Tất cả các cáp chính và cáp phối đều là cáp quang. Thiết bị đầu cuối mạng quang đặt tại nhà khách hàng. Đây là giải pháp mạng cho tốc độ cao, băng thông truyền dữ liệu lớn và độ trễ thông tin thấp. Trong các mạng này, các bộ chia quang thụ động được tập trung tại các tủ quang cấp 2, cấp 3 hoặc các măng xông đặt ngầm gần khu vực nhà khách hàng. Mỗi đơn vị GPON phục vụ trực tiếp cho một vùng tại khu vực có bán kính phục vụ cho phép của nó.

3.2.3 Khảo sát thực địa.

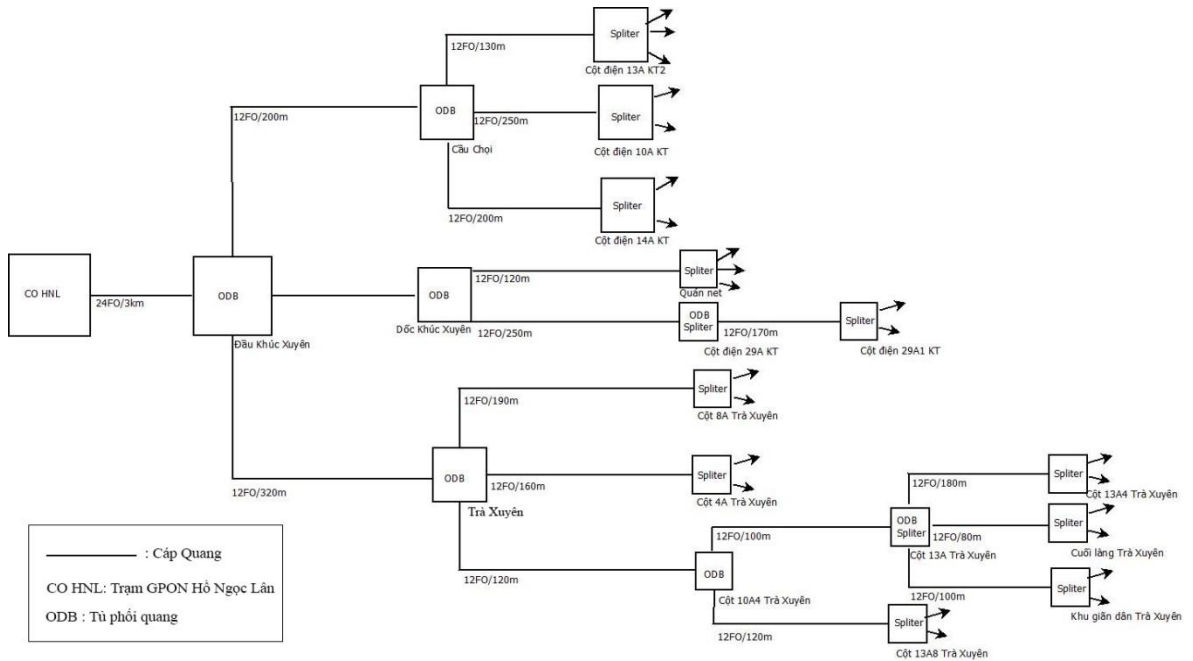
Trước hết, việc khảo sát các công trình trên địa bàn phường như các Sở, ban ngành, công ty, trường học, công viên, đầy đủ đường trục, đường nhánh, đường ngõ ... đã được tiến hành kỹ càng. Tên đường, ngõ, ngách, thông tin về hộ dân, số lượng đã được xác định trên bản đồ đúng với thực tế phục vụ cho triển khai mạng GPON trên địa bàn phường Khúc Xuyên, đáp ứng nhu cầu sử dụng dịch vụ đang ngày càng cao của khách hàng, bao gồm tất cả các dịch vụ Internet, truyền hình MyTV, điện thoại IMS...

3.2.4 Thiết kế các tuyến cáp và thi công.

Trên cơ sở khảo sát thực địa, các tuyến cáp quang được thiết kế như trên hình 3.6. Tại địa bàn phường Khúc Xuyên, VNPT Bắc Ninh dự kiến lắp đặt 8 cổng OLT với số lượng 32 bộ chia (1:16), tổng cộng có dung lượng 512 cổng quang để phục vụ nhu cầu sử dụng băng thông của khách hàng và phát triển dịch vụ băng rộng những năm tiếp theo.

Toàn bộ cáp quang tại phường Khúc Xuyên được đặt ngầm, vì vậy việc thi công các tuyến cáp gặp khá nhiều khó khăn và thời gian thi công kéo dài. Tuy nhiên, sau thi công, mỹ quan đô thị được đảm bảo và các tuyến cáp cũng ổn định, ít xảy ra sự cố. Việc lắp đặt các OLT và đấu nối với MAN-E được tiến hành ngay sau khi thi công các tuyến cáp. Lắp đặt và đấu nối các ONU được tiến hành theo từng tuyến cáp, tại các thuê bao đã đăng ký. Mỗi một ONU lắp đặt xong đều được đo thử

và kiểm tra kỹ càng trước khi bàn giao cho khách hàng [1].



Hình 3. 6: Sơ đồ mạng cáp quang khu vực Phường Khúc Xuyên.

3.2.5 Kết quả.

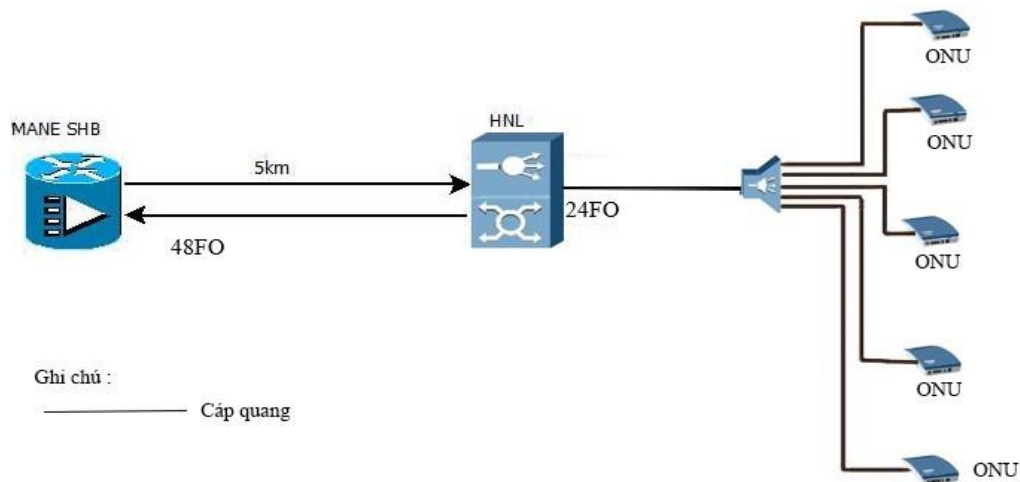
Sau khi triển khai GPON tại phường Khúc Xuyên, mạng truy nhập tại đây đã đáp ứng tốt nhu cầu viễn thông của các khách hàng và còn khả năng đáp ứng tốt nhu cầu trong tương lai nhiều năm sau. Hiện tại, các GPON trên địa bàn phường hoạt động tốt, ít xảy ra sự cố.

3.3 Một số giải pháp nâng cao chất lượng GPON tại Thành phố Bắc Ninh.

3.3.1 Tăng cường dự phòng cho GPON.

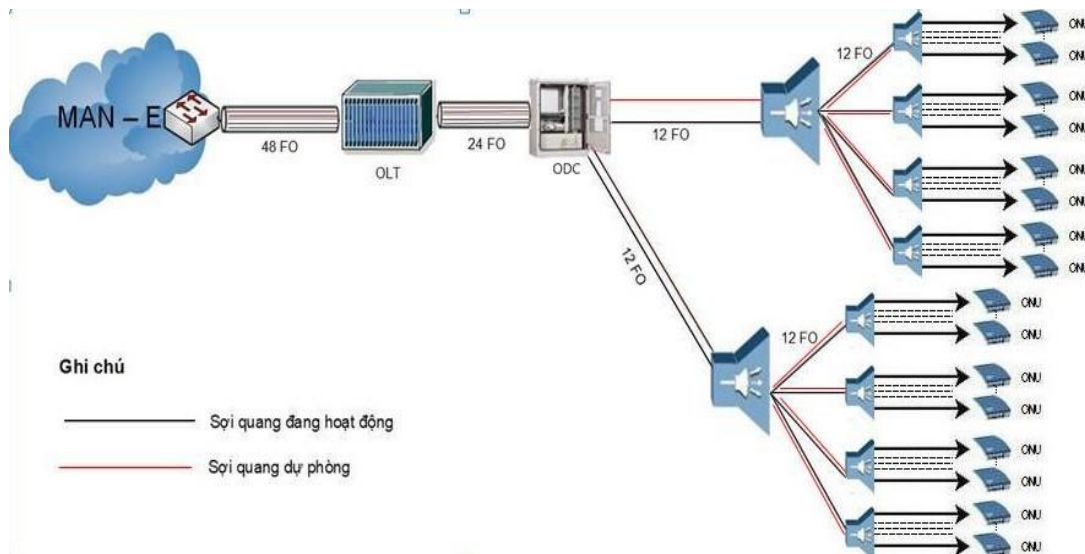
Hiện tại, các đường nối từ MAN-E đến các OLT, từ các OLT đến các bộ chia quang của các GPON đều chỉ sử dụng một sợi quang. Với cấu hình như vậy, nếu có sự cố với sợi quang đang làm việc thì toàn bộ thuê bao của GPON sử dụng sợi này mất liên lạc. Trong thực tế vận hành, khai thác mạng, sự cố đứt, gãy sợi quang xảy ra khá nhiều. Trong khi đó, các cáp quang đã lắp đặt trên địa bàn thành phố Bắc Ninh đều có số sợi quang khá lớn, ngoài các sợi đang làm việc thì số sợi

còn lại khá nhiều. Đề xuất của học viên là sử dụng các sợi quang chưa dùng đến làm các sợi dự phòng. Việc dự phòng có thể ở chế độ dự phòng nóng. Ở trường hợp này, cần thêm các card ở phía MAN-E và OLT và làm tăng kinh phí trang bị mạng. Trường hợp dự phòng nguội, chúng ta chỉ tạo sẵn các đầu nối cho các sợi dự phòng. Ở trường hợp này, khi có sự cố với sợi đang làm việc, kỹ thuật viên chỉ cần đổi sợi quang dự phòng cho sợi bị sự cố. Thời gian khắc phục sự cố với dự phòng nguội tùy thuộc kỹ năng và sự phối hợp ở phía MAN-E và phía OLT của các kỹ thuật viên. Dưới đây, phương án dự phòng sợi quang cho các GPON tại phường Khúc Xuyên được giới thiệu như là ví dụ minh họa.



Hình 3. 7: Sơ đồ tuyến cáp quang từ nút MAN-E Suối Hoa đi OLT Hồ Ngọc Lâm.

Trên hình 3.8, cáp quang từ nút MAN-E Suối Hoa (SHB) đến trạm OLT tại Hồ Ngọc Lâm (HNL) là cáp 48sợi (48FO) dài 5km. Cáp quang từ trạm OLT HNL đến tủ phối quang ODC và các Splitter trên địa bàn phường Khúc Xuyên sử dụng cáp 24FO. VNPT Bắc Ninh hiện triển khai đầu nối 8 cổng OLT đến địa bàn phường Khúc Xuyên để phục vụ nhu cầu sử dụng dịch vụ của khách hàng và sẵn sàng mở rộng thêm nhiều cổng OLT phục vụ các chung cư, công ty... trong tương lai. Với số lượng 48 sợi, cáp quang từ SHB đến HNL hiện có số sợi chưa sử dụng khá dồi dào. Các sợi này sẽ là các sợi dự phòng cho kết nối MAN-E với các OLT HNL. Phương thức dự phòng là dự phòng nguội để tiết kiệm chi phí.



Hình 3. 8: Sơ đồ mạng cáp quang có dự phòng tại phường Khúc Xuyên.

Tương tự, các sợi quang trong các cáp quang từ OLT đến các bộ chia quang (hoặc tủ cáp quang) chưa dùng cũng sẽ bố trí là sợi dự phòng. Phương thức dự phòng cũng là dự phòng nguội.

3.3.2 Sử dụng hợp lý các bộ chia quang (Splitter).

Triển khai GPON cần xem xét để sử dụng các bộ chia quang phù hợp với địa bàn thực tế và hiện trạng phân bố thuê bao. Từ các OLT đặt tại CO đến các ONU đặt tại nhà khách hàng có thể chỉ sử dụng một bộ chia quang (phương án tập trung) nhưng cũng có thể sử dụng nhiều bộ chia quang theo từng chặng khác nhau (phương án phân tán). Trong mỗi phương án, cần phải tính toán để công suất tín hiệu quang thu được tại đầu vào các bộ ONU không nhỏ hơn mức cho phép của loại thiết bị sử dụng. Tuy nhiên, Tập đoàn Bưu Chính Viễn thông Việt Nam cũng có quy định là mức công suất tại mỗi đầu ra của bộ chia quang cuối cùng phải không nhỏ hơn -22dB, tổng suy hao đường truyền từ OLT đến ONU phải nhỏ hơn 28dB. Theo đó, có thể tính toán và đo kiểm mức công suất quang tại đầu ra các bộ chia quang cuối cùng và so sánh với mức -22dB [4].

Bảng 3. 1: Tiêu chuẩn về suy hao đường truyền từ OLT đến ONU.**.CÁC TIÊU CHUẨN SUY HAO ĐƯỜNG TRUYỀN :**

STT	Tiêu chuẩn	Yêu cầu
1	Tổng suy hao đường truyền từ OLT đến ONT	≤ 28 dB
2	Tổng suy hao sau splitter cấp 2	< 22 dB
3	Suy hao splitter các cấp	
4	1:2	$\leq 3,7$ dB
5	1:4	$\leq 7,5$ dB
6	1:8	$\leq 10,5$ dB
7	1:16	$\leq 13,5$ dB
8	1:32	≤ 17 dB
9	1:64	$\leq 20,5$ dB
10	Tổng suy hao 2 đầu fast connector và cáp thuê bao (tối đa 1000m)	< 1.5 dB
11	Suy hao cho 01 đầu fast connector	≤ 0.3 dB
12	Suy hao cho 01 km (1000 m) cáp quang	≤ 0.35 dB

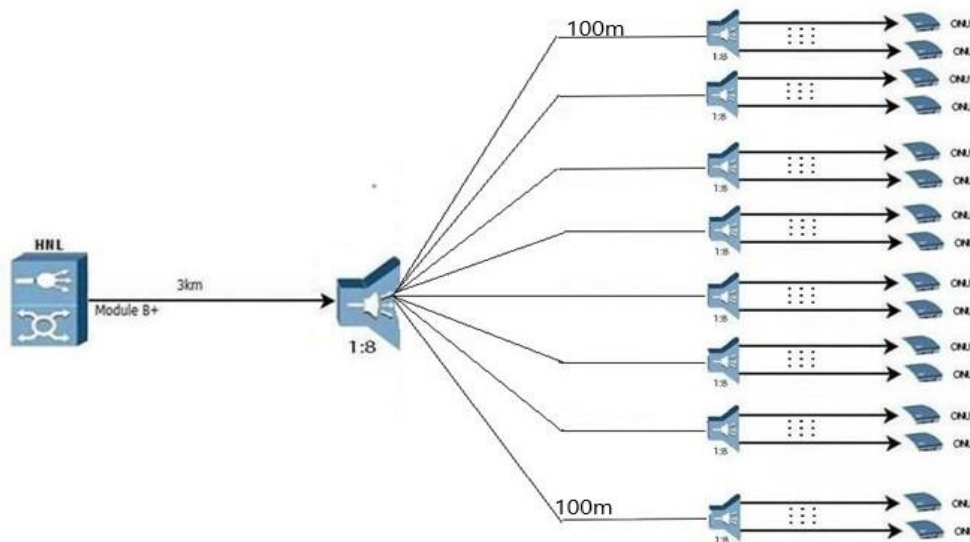
Dưới đây, một số ví dụ tính toán công suất quang tại đầu ra bộ chia quang cuối cùng trên mạng truy nhập phường Khúc Xuyên được trình bày.

Hiện tại trên địa bàn , VNPT Bắc Ninh đang sử dụng 3 loại Module PON:

- Module B: Công suất phát (2,6 – 3)dB, cự ly tối đa 3Km;
- Module B+: Công suất phát (3,2 – 3,9)dB, cự ly tối đa 6Km;
- Module C+: Công suất phát (4,5 – 5,5)dB, cự ly tối đa 10Km.

Ví dụ 1: Sử dụng 2 bộ chia phân tán (1:8) cho GPON khu vực cột 29A KT2.

Phương án này áp dụng cho các khách hàng tập trung trong một khu vực nhỏ, điển hình là nhà đô thị hoặc chung cư. Ở ví dụ này, do khu vực này có cụm dân cư nhỏ, nên trước mắt chỉ sử dụng bộ chia (1:8) để chia thành 8 đường đến 8 tủ Spilter có các bộ chia quang (1:8). Cáp quang từ CO HNL qua tủ phối quang ODB đầu Khúc Xuyên và tủ phối ODB dốc Khúc Xuyên đến tủ Splitter cuối (cột 29A KT2).



Hình 3. 9: Sơ đồ GPON sử dụng 2 bộ chia phân tán (1:8)

Tham số đầu vào:

- Suy hao do bộ chia (1:8) là 9dB (2 bộ).
- Suy hao của khớp nối tại OLT và bộ chia là 0,5 dB/khớp (5 khớp).
- Suy hao sợi quang là 0,5 dB/km.
- Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia quang (1:8) là 3,1km.

Từ đây, ta có tổng suy hao trên tuyến từ OLT HNL đến đầu ra bộ chia quang là:

$$9\text{dB} + 9\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,1\text{km}) = 22,1 \text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter sẽ là :

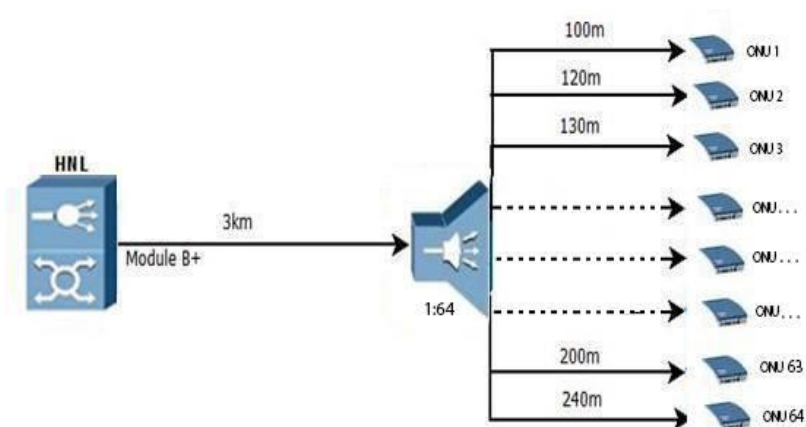
$$3,5\text{dB} - 22,1\text{dB} = -18,6 \text{ dB}$$

Với mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter là -18,6 dB, lớn hơn mức tiêu chuẩn là -22dB, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn từ OLT đến để cung cấp dịch vụ cho khách hàng. Như vậy, phương án sử dụng bộ chia (1 :8) cho

GPON tại khu vực này đảm bảo được chất lượng theo yêu cầu.

Ví dụ 2: Sử dụng bộ chia tập trung (1:64) cho GPON khu vực cột 13A KT2.

Trong ví dụ này, cáp quang từ CO HNL qua tủ phối quang ODB đầu Khúc Xuyên và tủ phối ODB Cầu Chọi đến tủ Splitter cuối (cột 13A KT2). Tại đây sử dụng bộ chia 1:64 để kết nối đến tối đa 64 ONU đặt trong tòa nhà chung cư của khách hàng.



Hình 3. 10: Sơ đồ GPON sử dụng bộ chia tập trung (1:64).

Tham số đầu vào:

- Suy hao do bộ chia 1:64 là 18dB.
- Suy hao của khớp nối tại OLT và bộ chia là 0,5 dB/khớp (2 khớp).
- Suy hao sợi quang là 0,5 dB/km.
- Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia quang 1:64 là 3km.

Từ đây, ta có tổng suy hao trên tuyến từ OLT HNL đến đầu ra bộ chia quang là:

$$18\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 2\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3\text{km}) = 20,5 \text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter sẽ là:

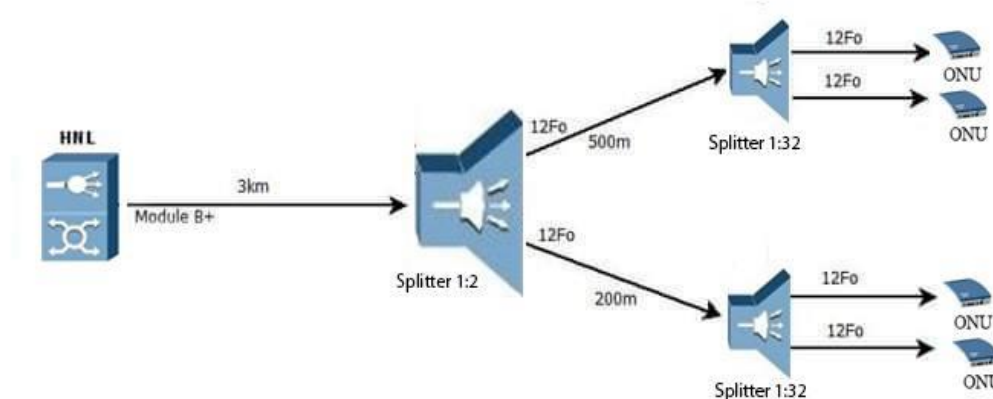
$$3,5\text{dB} - 20,5\text{dB} = -17 \text{ dB}$$

Với mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter là -17dB, lớn hơn so với mức tiêu chuẩn là -22dB, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn từ OLT đến

để cung cấp dịch vụ sử dụng cho khách hàng. Như vậy, phương án sử dụng bộ chia tập trung (1:64) cho GPON tại khu vực này đảm bảo được chất lượng theo yêu cầu.

Ví dụ 3 : Sử dụng phân tán các bộ chia (1 :2) và (1 :32) cho GPON khu vực cột 10A KT2.

Phương án này áp dụng cho trường hợp khách hàng hai vùng (hoặc nhiều hơn) tách biệt nhau. Trong ví dụ này, khách hàng ở 2 tòa nhà khác nhau. Cáp quang từ CO HNL qua tủ phối quang ODB đầu Khúc Xuyên và tủ phối ODB Cầu Chọi đến bộ chia đặt tại tủ cáp cột 10A KT2. Tại đây sử dụng bộ chia quang (1:2) để cung cấp tín hiệu đến 2 bộ chia (1:32) đặt tại 2 tòa nhà công ty tách biệt nhau.



Hình 3. 11: Sơ đồ GPON sử dụng phân tán bộ chia cho 2 tòa nhà.

Tham số đầu vào:

- Bộ chia quang (1:2) có suy hao là 3 dB;
- Bộ chia quang (1:32) có suy hao là 15dB;
- Suy hao do khớp nối tại OLT và các bộ chia là 0,5 dB (5khớp).
- Suy hao sợi quang là 0,5 dB/km.

* Với bộ chia đặt tại tòa nhà A: Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia quang (1:32) là 3,5 km. Như vậy, tổng suy hao toàn tuyến là:

$$3\text{dB} + 15\text{ dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,5\text{km}) = 22,25\text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất

tại đầu ra của tủ Splitter (1:32) sẽ là:

$$3,5\text{dB} - 22,25\text{ dB} = -18,75\text{ dB}$$

Với mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter là -18,75 dB, lớn hơn so với mức tiêu chuẩn là -22dB, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn từ OLT đến để cung cấp dịch vụ cho khách hàng.

* Với bộ chia đặt tại tòa nhà B: Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia quang (1:32) đặt tại tòa nhà B là 3,2 km. Như vậy, tổng suy hao toàn tuyến sẽ là:

$$3\text{dB} + 15\text{ dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,2\text{km}) = 22,1\text{ dB}$$

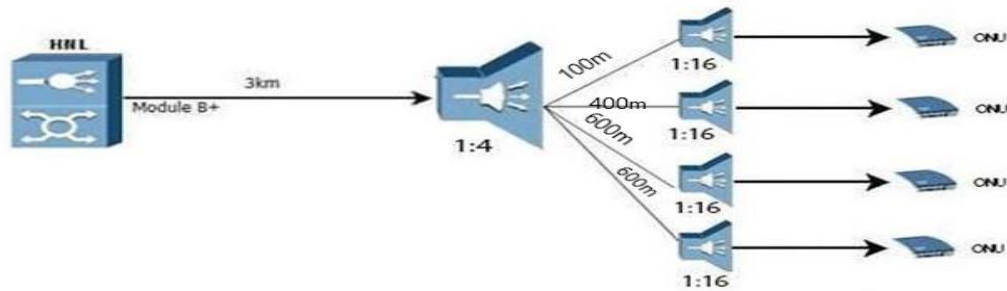
Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter (1:32) sẽ là:

$$3,5\text{dB} - 22,1\text{dB} = -18,6\text{ dB}$$

Với mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter là -18,6 dB, lớn hơn so với mức tiêu chuẩn là -22dB, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn để cung cấp dịch vụ cho khách hàng. Như vậy, phương án sử dụng bộ chia (1 :2) và (1 :32) cho GPON tại khu vực này đảm bảo được chất lượng theo yêu cầu.

Ví dụ 4: Sử dụng phân tán các bộ chia (1:4) và (1:16) cho GPON khu vực cột 13A4 Trà Xuyên.

Ở ví dụ này, một bộ chia quang (1:4) và 4 bộ chia quang (1:16) được sử dụng. Cáp quang từ CO HNL qua tủ phối quang ODB đầu Khúc Xuyên và tủ phối ODB đầu Trà Xuyên đến tủ Splitter tại cột 13A4 Trà Xuyên. Tại đây sử dụng bộ chia quang (1:4) để chia thành 4 đường đến 4 tủ Splitter có các bộ chia quang (1:16).



Hình 3. 12: Sơ đồ GPON sử dụng bộ chia (1:4) và (1:16) khu vực cột 13A4.

Tham số đầu vào:

- Bộ chia (1:4) có suy hao là 7 dB;
- Bộ chia Splitter (1:16) có suy hao là 12 dB;
- Suy hao của khớp tại OLT và các bộ chia là 0,5 dB/khớp (5 khớp).
- Suy hao sợi quang là 0,5 dB/km.

* Với bộ chia (1:16) số 1 : Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia (1:16) này là 3,1 km, như vậy tổng suy hao trên toàn tuyến là:

$$7\text{dB} + 12\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,1\text{km}) = 23,1\text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter (1:16) số 1 sẽ là:

$$3,5\text{dB} - 23,1\text{dB} = - 19,6\text{ dB}$$

* Với bộ chia (1 :16) số 2 : Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia (1 :16) này là 3,4 km, như vậy tổng suy hao trên toàn tuyến là:

$$7\text{dB} + 12\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,4\text{ km}) = 23,2\text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter (1:16) số 2 sẽ là:

$$3,5\text{dB} - 23,2\text{dB} = - 19,7\text{ dB}$$

* Với bộ chia (1 :16) số 3 và số 4 : Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia (1 :16) này là 3,6 km, như vậy tổng suy hao trên toàn tuyến là:

$$7\text{dB} + 12\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,6\text{ km}) = 23,3\text{ dB}$$

Khi sử dụng module B+ có mức công suất phát là 3,5dB thì mức công suất tại đầu ra của tủ Splitter (1:16) số 3, số 4 sẽ là:

$$3,5\text{dB} - 23,3\text{dB} = - 19,8\text{dB}$$

Với mức công suất tại các đầu ra của các tủ Splitter lần lượt là -19,6dB, -19,7dB, -19,8dB, đều lớn hơn so với mức tiêu chuẩn là -22dB, đảm bảo tốt yêu cầu về chất lượng của truyền dẫn từ OLT đến Splitter để cung cấp dịch vụ cho khách hàng. Như vậy, phương án sử dụng bộ chia (1 :4) và (1 :16) cho GPON tại khu vực này đảm bảo được chất lượng theo yêu cầu.

3.4 Kết luận :

Tùy theo khu vực tập trung đông dân cư, công ty, chung cư, các khu đang trong giai đoạn xây dựng mà học viên sẽ bố trí các tủ Splitter phù hợp với nhu cầu sử dụng của khách hàng, tăng cường thêm các sợi dự phòng khi nhu cầu ở khu vực có thể tăng cao đột biến, nhằm linh hoạt cung cấp dịch vụ, bằng thông phục vụ khách hàng. Ngoài ra, việc tăng cường thêm các sợi dự phòng, học viên cũng xin thêm các module dự phòng được đấu nối trên CO Hồ Ngọc Lân nhằm giảm thời gian mất liên lạc dịch vụ xuống thấp nhất.

Việc nâng cao chất lượng GPON bằng việc sắp xếp lại dung lượng các tủ Splitter cũng là một trong các giải pháp mà học viên hướng đến nhằm tối ưu dung lượng cổng quang tại các tủ Splitter, tránh gây lãng phí, tập trung cho các khách hàng có nhu cầu.

Các giải pháp mà học viên đề xuất với mục đích nâng cao chất lượng trải nghiệm dịch vụ băng rộng của VNPT Bắc Ninh ngày một tốt hơn trong việc giữ khách hàng, cũng như phát triển, mở rộng thị phần của mình trong lĩnh vực viễn thông.

Những đề xuất trên đây đã được thử nghiệm tại khu vực phường Khúc Xuyên, kết quả cho thấy có những thay đổi tích cực trong việc tối ưu hóa mạng cáp,

việc phân bố các tủ Splitter hợp lý nhằm tránh lãng phí dung lượng các cổng trống, và tăng cường thêm cho các khu vực có nhu cầu phát triển tiềm năng mới ; phương án dự phòng cho tuyến cáp từ tủ Splitter về trạm Hồ Ngọc Lân và MANE cho phép giảm thời gian khắc phục sự cố, khôi phục dịch vụ.

Những kết quả đạt được trong luận văn này, học viên sẽ báo cáo VNPT Bắc Ninh và đề xuất triển khai trên các khu vực khác trong toàn Thành phố Bắc Ninh và có thể trên toàn tỉnh Bắc Ninh trong thời gian tiếp theo.

KẾT LUẬN

Luận văn đã nghiên cứu, tìm hiểu về các dịch vụ băng rộng cố định nói chung và công nghệ mạng quang thụ động GPON của VNPT Bắc Ninh nói riêng, đã nêu được các ưu nhược điểm của từng loại dịch vụ, những khó khăn còn tồn tại của VNPT Bắc Ninh khi triển khai dịch vụ cung cấp đến khách hàng. Từ đó, học viên đã tổng hợp lại những điểm cần khắc phục và cùng các đồng nghiệp đưa ra các giải pháp nâng cao chất lượng GPON tại thành phố Bắc Ninh. Qua quá trình triển khai các giải pháp từ giai đoạn thử nghiệm đến việc đưa ra triển khai thực tế đã đạt được hiệu quả cao. Hiện tại, tất cả các khung giờ hệ thống không còn xảy ra hiện tượng bị nghẽn lưu lượng Internet vào giờ cao điểm, tăng cường khả năng dự phòng của mạng truyền dẫn cũng như các thiết bị đặt tại CO, tạo được sự ổn định về mạng lưới nhằm tăng khả năng cạnh tranh giữ khách hàng, cũng như tìm kiếm những khách hàng mới.

Hướng phát triển tiếp theo sẽ là nâng cấp công nghệ mạng cáp quang GPON lên công nghệ XG-PON cung cấp 10 Gbit/s đường xuống và xa hơn nữa là công nghệ NG - PON2 hỗ trợ tốc độ 40 Gbit/s đường xuống, theo lộ trình phát triển của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam - VNPT.

Em xin chân thành cảm ơn PGS. TS Bùi Trung Hiếu đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ em trong suốt thời gian thực hiện đề tài này. Trong quá trình thực hiện thì luận văn vẫn còn có nhiều thiếu sót, mong thầy cô góp ý để em có thể hoàn thiện tốt hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Việt Nam “ Dự trình phương án đầu nối mạng cáp quang phường Khúc Xuyên – VNPT Thành phố”, tài liệu kỹ thuật 2019.
- [2] Vi Quang Hiệu, “Nghiên cứu công nghệ mạng truy nhập quang và ứng dụng cho VNPT Lạng Sơn”, Học viện công nghệ bưu chính viễn thông, 2011
- [3] Viện khoa học kỹ thuật bưu điện, 2015. “Thuyết minh tiêu chuẩn hệ thống truy nhập quang thụ động GPON”,
- [4] “Quy trình cung cấp dịch vụ trên mạng GPON” VB số 5881/ VNPT – CNM,
- [5]. ITU G.984.1 (2003), “*Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics*”
- [6]. ITU G.984.2 (2003), “*Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification*”
- [7] ITU G.984.3 (2004), “*Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification*”
- [8]. ITU G.983.1 (1998), “*Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON)*”
- [9]. ITU G.983.2 (2000), “*ONT Management and Control Interface Specification for ATM PON*”