

## MỞ ĐẦU

Những năm trở lại đây, cùng với sự phát triển của các phương tiện truyền tải thông tin liên lạc, các dịch vụ băng rộng cố định được xem là dịch vụ mũi nhọn, là trọng tâm trong hoạt động kinh doanh của VNPT Bắc Ninh. Với nhiều tính năng ưu việt, hiện đại, chất lượng cao nên các dịch vụ băng rộng cố định của VNPT được đông đảo khách hàng lựa chọn sử dụng. VNPT cung cấp tới cho khách hàng sử dụng dịch vụ băng rộng với trọng tâm là mạng quang thụ động GPON.

Với nhu cầu sử dụng ngày càng tăng lên của các doanh nghiệp, tổ chức, cơ quan theo hướng hiện đại hóa số, thì chất lượng dịch vụ mạng cũng phải tăng lên để đảm bảo trải nghiệm của khách hàng. Chính vì vậy nên VNPT Bắc Ninh luôn tìm cách tối ưu nhất mạng lưới cũng như băng thông của mình để tăng chỉ số cạnh tranh nhằm thu hút khách hàng trong cuộc kỉ nguyên số 4.0.

Nâng cao chất lượng GPON tại Thành phố Bắc Ninh chưa được nghiên cứu, giải quyết. Vì vậy, học lựa chọn đề tài “ **Giải pháp nâng cao chất lượng GPON tại thành phố Bắc Ninh**” nhằm đi sâu vào phân tích những ưu điểm và hạn chế của GPON và đề xuất các giải pháp nhằm cải thiện hiệu quả, mang đến cho khách hàng dịch vụ chất lượng cao của VNPT Thành phố Bắc Ninh. Trong suốt quá trình nghiên cứu và triển khai đề tài, học viên nhận thấy những tồn tại trong việc triển khai dịch vụ trên địa bàn thành phố, khả năng đáp ứng nhu cầu dịch vụ. Chính vì vậy, học viên đã đi sâu vào phân tích kỹ lưỡng các kỹ thuật nhằm nâng cao chất lượng GPON tại thành phố Bắc Ninh một cách hiệu quả nhất.

Nội dung chính của luận văn sẽ gồm có 3 chương:

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

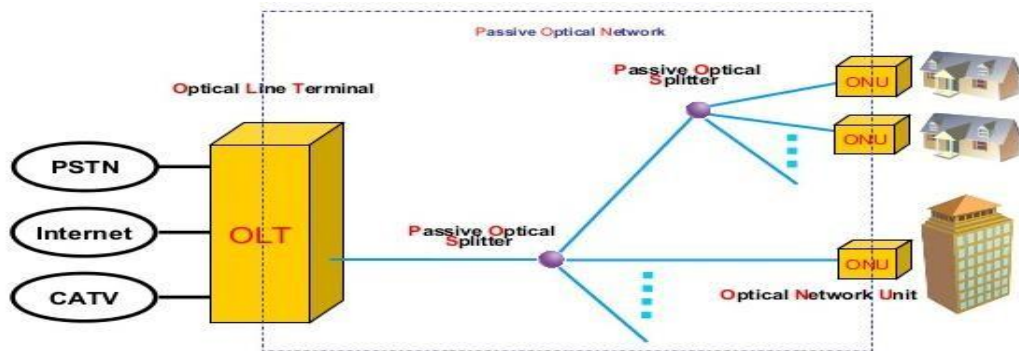
# CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG TRUY NHẬP QUANG THỤ ĐỘNG (PON)

## 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...

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.



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

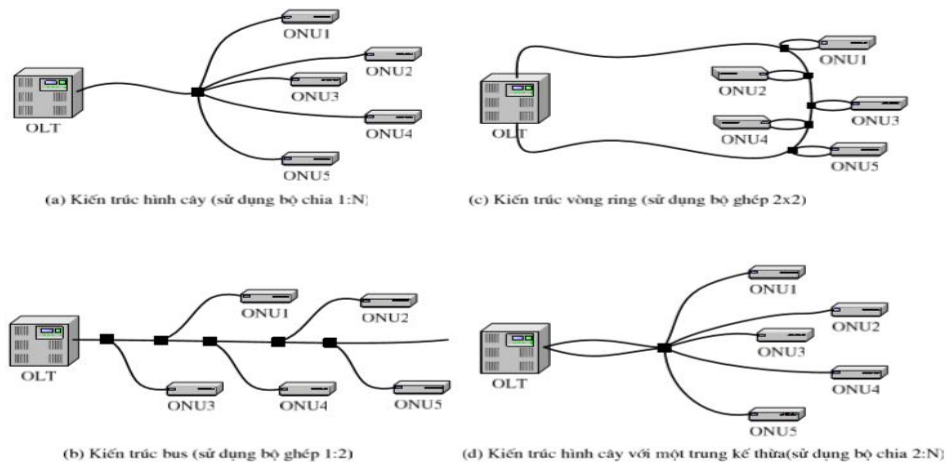
### 1.1.1 Ưu điểm của mạng quang thụ động (PON).

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.

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.

### 1.1.2 Kiến trúc PON (Mạng quang thụ động).

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.

Mạng APON sử dụng công nghệ ATM là giao thức truyền tin. Công nghệ ATM cung cấp sự mềm dẻo theo khái niệm độ trọng 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.

### 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 tiếp 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

### **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.

### **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 điểm tới điểm ngoại trừ từ mào đầu và thông tin xác định điểm 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

### **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.

### **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.

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. 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.

### **1.3 Kết luận.**

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, sẽ được đề cập sâu hơn và các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng của GPON.

## **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.

#### **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 buidng hoặc tới các vỉa hè, cabin (FTTB, FTTC, FTTCab)

#### **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 lí – Physical Medium Dependent (PMD) Layer. TC layer và PMD layer tương ứng với hai lớp Data link và physical trong mô hình OSI.

### 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 2,48832Gb/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.

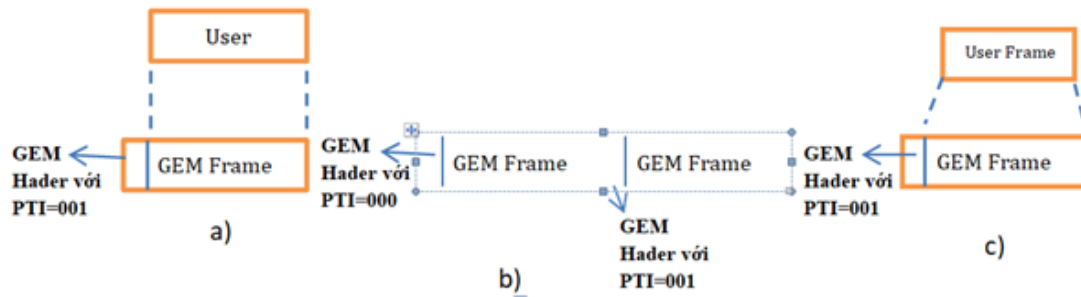
### 2.1.2.2 GPON Transmission Convergence (GTC) Layer.

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 $\mu$ s.

#### \* Phân lớp đóng khung GTC

Luồng GEM dài 125 $\mu$ s trong khung GPON. Khung dữ liệu của người dùng có chiều dài ngẫu nhiên. Giao thức đóng gói GEM hỗ trợ phân mảnh các khung dữ liệu người dùng 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.



**Hình 2.1 Phân lớp đóng khung GTC**

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.

### 2.1.3 Định dạng truyền dẫn trong GPON.

#### 2.1.3.1 Cấu trúc khung hướng xuống.

Khung có chiều dài tối đa là  $125\mu s$  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.

- Trường đồng bộ vật lý (Psync)
- Trường Ident có 32bit
- Trường thông tin vận hành, quản lý và bảo dưỡng
- Trường xen kẻ bit chẵn lẻ BIP
- Trường chiều dài phần tải đường xuống Plend
- Trường USBW map



### 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.

- a) Cấu trúc khung
- b) Mào đầu hướng lên lớp vật lí
- c) Khung PLOAM hướng lên
- d) Báo cáo bang thông động hướng lên
- e) Thành phần tải khung GEM hoặc phân mảnh
- f) Header khung GEM

## 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. 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.

### **2.2.2 Khả năng cung cấp dịch vụ.**

- 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.

- 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.

- 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.

## **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  $\alpha_f$  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 gộp 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  $B_T$ .

### 2.3.2 Ảnh hưởng của suy hao tán sắc.

Trong một sợi quang, những tần số ánh sáng khác nhau và những mốt 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.

a) 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  $\omega$  khác nhau tức là  $d^2n/d\lambda^2 \neq 0$ . Xét độ trễ nhóm  $\tau_g$  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  $\tau_g$  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  $\sigma_\lambda$  và bước sóng trung bình  $\lambda$  thì độ giãn xung do tán sắc vật liệu  $\sigma_m$  có thể thu được:

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

Hệ số tán sắc vật liệu  $D_M$  được xác định bởi:

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

b) Giảm xung do tán sắc ống dẫn sóng.

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

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

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  $d^2\beta/d\lambda^2 \neq 0$

### 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

$$P_t = P_r + A_L + M_s$$

Trong đó  $A_L$  suy hao kênh tổng cộng,  $M_s$  là độ dự phòng hệ thống.

### 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.

Thời gian lên tổng cộng được xấp xỉ như sau.

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

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

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

### 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. Sự dao động công suất thu được xem như là nhiều 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.

### 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.

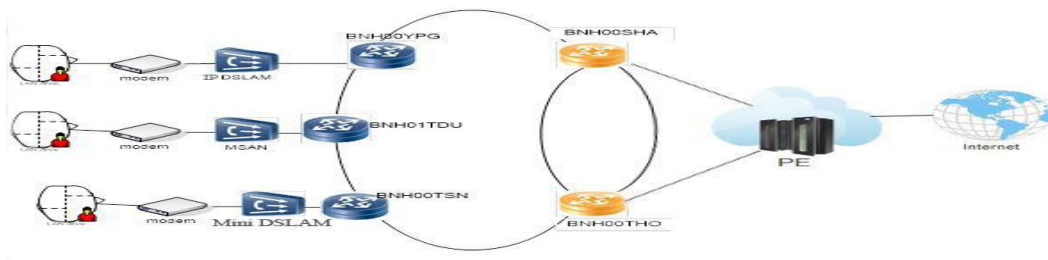
## CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG GPON TẠI THÀNH PHỐ BẮC NINH

### 3.1. GPON tại Thành phố Bắc Ninh

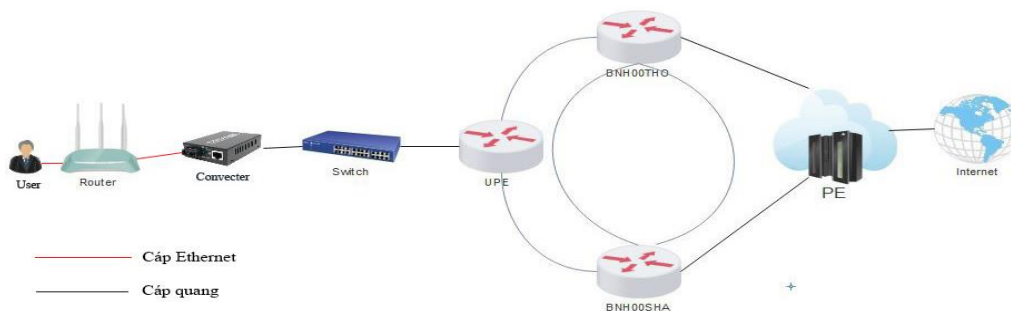
#### 3.1.1 Vài nét về tỉnh và Thành phố Bắc Ninh.

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. 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, Tiên 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.

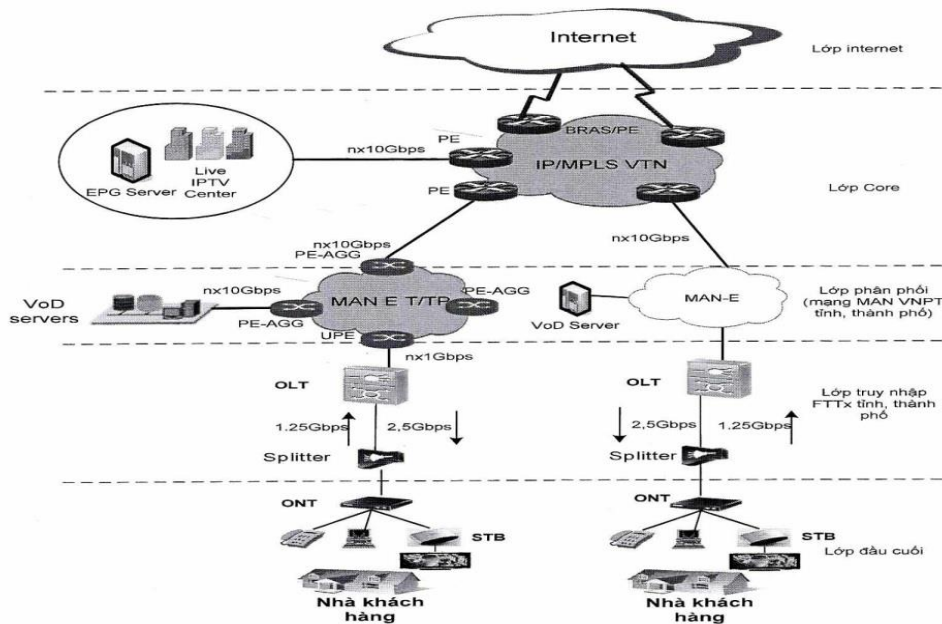
#### 3.1.2 Các phương thức cung cấp dịch vụ cho thuê bao cố định tại VNPT Bắc Ninh.



**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.



**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).

## 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.

### ***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.

### **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.

### ***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.

### ***3.2.5 Kết quả.***

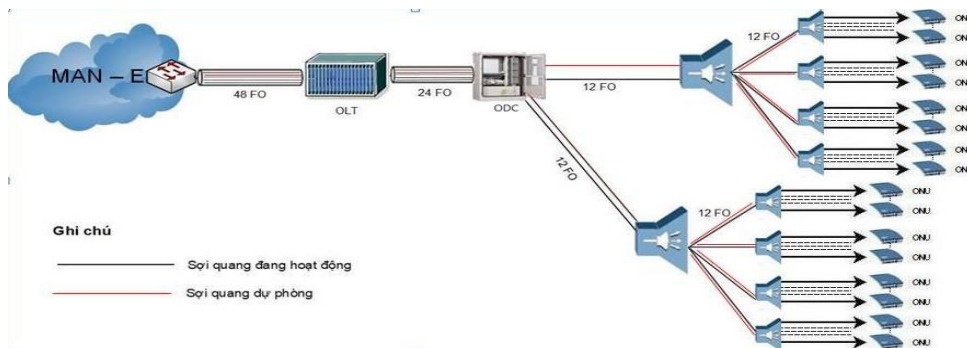
Sau khi triển khai GPON tại phường Khúc Xuyên, mạng truy nhập tại đây đã đáp ứng tốt nhu cầu viễn thông của các khách hàng và còn khả năng đáp ứng tốt nhu cầu trong tương lai nhiều năm sau.

## **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.

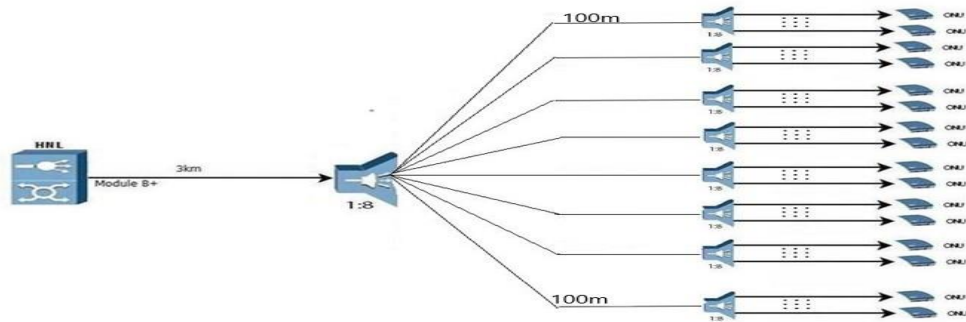


### 3.3.2 Sử dụng hợp lý các bộ chia quang (Splitter).

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). 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.

**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.



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:

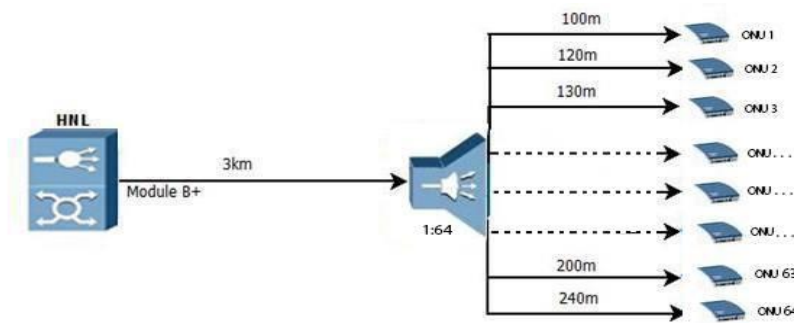
$$9\text{dB} + 9\text{dB} + (0,5\text{dB/khớp} \times 5\text{khớp}) + (0,5\text{dB/km} \times 3,1\text{km}) = 22,1 \text{ dB}$$

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 :

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

**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.



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.

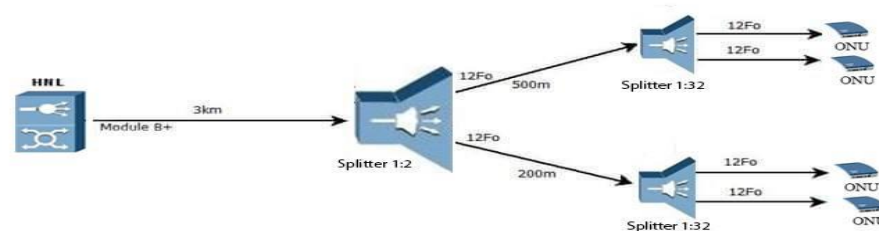
Từ đây, ta có tổng suy hao trên tuyến từ OLT HNL đến đầu ra bộ chia quang là:

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

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:

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

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



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.

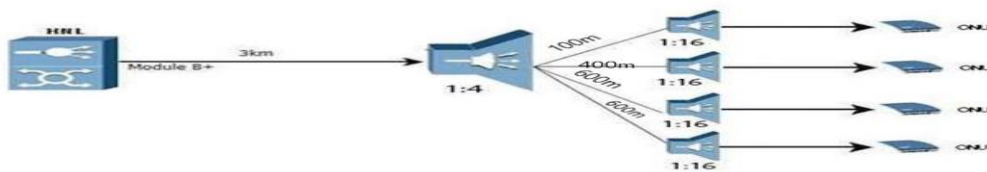
\* Với bộ chia đặt tại tòa nhà A: Tổng chiều dài cáp quang từ OLT HNL đến bộ chia quang (1:32) là 3,5 km. Như vậy, tổng suy hao toàn tuyến là:

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

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:

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

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



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) số1 : 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) số1 sẽ là:

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

### **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 Spliter 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, băng 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 Spliter cũng là một trong các giải pháp mà học viên hướng đến nhằm tối ưu dung lượng cổng quang tại các tủ Spliter, 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.

## 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
- 23] Viện khoa học kỹ thuật bưu điện, 2015. “Thuyết minh tiêu chuẩn hệ thống truy nhập quang thụ động GPON”,
- [4] VB số 5881/ VNPT – CNM, “Quy trình cung cấp dịch vụ trên mạng GPON”.
- [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.