

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

-----



**Nguyễn Ngọc Tùng**

**ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG XG-PON VÀ ỨNG DỤNG TRONG MẠNG TRUY  
NHẬP QUANG VNPT THỊ XÃ TỪ SƠN**

**Chuyên ngành: Kỹ Thuật Viễn Thông**  
**Mã số: 8.52.02.08**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ**

**HÀ NỘI - NĂM 2020**

Luận văn được hoàn thành tại:

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

Người hướng dẫn khoa học: TS. Lê Hải Châu

Phản biện 1: TS. Tạ Chí Hiếu

Phản biện 2: TS. Bùi Trung Hiếu

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ  
Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: 9 giờ 00 ngày 20 tháng 06 năm 2020

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

## MỞ ĐẦU

Hiện nay, công nghệ truy nhập quang thụ động (PON) đang dần chiếm ưu thế so với các công nghệ truy nhập khác và đóng vai trò nền tảng trong việc phân phối các dịch vụ băng thông cao và siêu cao đến nhiều tầng lớp người dùng nhờ sự hiệu quả về chi phí đầu tư ban đầu (CAPEX) cũng như chi phí vận hành bảo dưỡng (OPEX). Hiện tại, Công nghệ truy nhập quang thụ động Gigabit như G-PON, E-PON,... đang được triển khai rộng khắp ở nhiều quốc gia trên thế giới và là công nghệ truy nhập nhanh nhất hiện có trên thị trường. Tuy nhiên trong tương lai, sự phát triển mạnh mẽ băng thông của các dịch vụ truyền thông hướng video, Internet vạn vật đi kèm với nhu cầu ngày càng tăng với các ứng dụng backhaul di động (5G) và thương mại có thể tạo ra một nút cổ chai trong các mạng truy nhập quang thụ động tốc độ Gigabit hiện tại. Trong số các công nghệ truy nhập quang tiên tiến hiện nay, mạng quang thụ động tốc độ 10 Gigabit (XG-PON) của ITU-T (NG-PON) có khả năng cho phép các nhà cung cấp dịch vụ chuyển hóa dễ dàng hệ thống truy cập quang GPON hiện tại lên mạng truy nhập quang thụ động tốc độ 10 Gigabit XG-PON bằng cách sử dụng chung cơ sở hạ tầng mạng cáp sợi quang ODN đã triển khai và cũng cho phép hai hệ thống này (GPON và XG-PON) hoạt động kết hợp trên cùng một cơ sở hạ tầng mạng bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh theo bước sóng. Do vậy, trong thời gian tới, để đáp ứng các nhu cầu trên cũng như hỗ trợ yêu cầu tích hợp đa dịch vụ trên một nền tảng truy nhập chung của các mạng IoT và di động thế hệ mới, công nghệ mạng truy nhập quang thụ động thế hệ kế tiếp với tốc độ 10 Gigabit/s cần được xem xét triển khai và mở rộng kết hợp với các giải pháp truy nhập băng rộng hiện có. Ngoài ra, nhằm đảm bảo khả năng cạnh tranh và lợi nhuận trong việc cung cấp dịch vụ truy nhập băng rộng và đáp ứng nhu cầu của người dùng, với tư cách là một nhà khai thác viễn thông, VNPT Thị Xã Từ Sơn mong muốn có các giải pháp công nghệ mới hiệu quả nhưng cũng không thể nâng cấp hay triển khai công nghệ mới bằng mọi giá. Trên cơ sở đó, việc nghiên cứu, khảo sát công nghệ mạng truy nhập quang thụ động mới đối với khả năng đảm bảo các tiêu chí khắt khe trải rộng từ những yêu cầu về giá thành của quá trình đầu tư nâng cấp đến các yêu cầu về tính năng kỹ thuật và mức độ hiệu quả của hệ thống trong quá trình hoạt động là rất quan trọng và có tính cấp thiết cao.

Do vậy, với mục tiêu nghiên cứu, tìm hiểu và nắm bắt công nghệ truy nhập quang thụ động thế hệ kế tiếp 10 Gigabit/s, nội dung luận văn tập trung nghiên cứu công nghệ XG-PON, khảo sát và đánh giá hiệu năng hệ thống và khả năng ứng dụng trong mạng truy

nhập quang VNPT Thị xã Từ Sơn tỉnh Bắc Ninh.

Luận văn được bố cục theo 3 chương với các nội dung mỗi chương cụ thể như sau:

**Chương 1:** Tổng quan về công nghệ quang thụ động: Giới thiệu khái quát về công nghệ truy nhập quang thụ động, kiến trúc mạng PON và một số công nghệ truy nhập quang thụ động.

**Chương 2:** Công nghệ mạng truy nhập quang thụ động tốc độ 10 Gigabit/s XG-PON: Trình bày khái niệm về công nghệ XG-PON, kiến trúc hệ thống và các thành phần trong mạng XG-PON, đồng thời khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống.

**Chương 3:** Triển khai XG-PON trong mạng truy nhập quang VNPT thị xã Từ Sơn: Khảo sát và đánh giá hiện trạng mạng truy nhập quang thụ động VNPT thị xã Từ Sơn, mô hình hóa và đánh giá hiệu năng đường xuống của hệ thống XG-PON, trên cơ sở đó, trình bày triển khai ứng dụng hệ thống tại thị xã Từ Sơn, tỉnh Bắc Ninh.

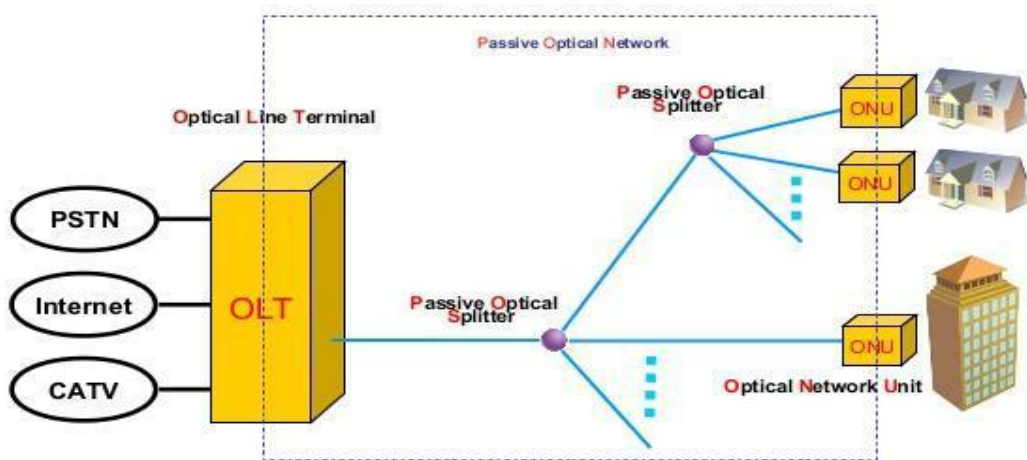
# CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ TRUY NHẬP QUANG THỤ ĐỘNG

## 1.1 Giới thiệu chung về công nghệ truy nhập quang thụ động

Trong những năm vừa qua, việc bùng nổ lưu lượng internet càng làm cho vấn đề băng thông trở nên cần thiết. Trước đây, các nhà cung cấp dịch vụ đã triển khai cung cấp dịch vụ Internet bằng công nghệ đường dây thuê bao số DSL. Cho dù tốc độ cũng đã tăng lên đáng kể nhưng khó có thể được coi là băng rộng do không cung cấp được các dịch vụ video, thoại, dữ liệu cho các thuê bao ở xa. Trong hoàn cảnh như vậy PON chính là giải pháp tốt nhất cho mạng truy nhập băng rộng. PON viết tắt của Passive Optical Network và được định nghĩa ngắn gọn: “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 PON sẽ chỉ bao gồm: sợi quang, các bộ chia, bộ kết hợp, bộ ghép định hướng, thấu kính, bộ lọc,... Nó giúp cho PON có rất nhiều ưu điểm như: không cần nguồn điện cung cấp nên ko bị ảnh hưởng lỗi nguồn, có độ tin cậy cao và không cần bảo dưỡng do tín hiệu không bị suy hao nhiều.

## 1.2 Kiến trúc hệ thống PON và các đặc điểm tính năng

Công nghệ PON hiện đang là một trong các giải pháp phổ biến và ưu việt nhất trong mạng truy nhập băng rộng. Các phần tử thụ động của PON nằm trên mạng phân bố quang bao gồm: sợi quang, các bộ tách ghép quang thụ động, các đầu nối connector, và các mối hàn quang. Hình 1.1 thể hiện kiến trúc cơ bản của một mạng PON điển hình.



Hình 1.1: Các thành phần cơ bản của PON

### **1.3. Các hệ thống truy nhập quang thụ động và ứng dụng**

#### ***1.3.1 APON/BPON***

APON sử dụng công nghệ ATM là giao thức truyền tin. Những ưu điểm của công nghệ này kết hợp với môi trường truyền dẫn sợi quang với tài nguyên băng thông gần như là vô hạn đã tạo ra mạng truy nhập băng rộng được biết tới là BPON (Broadband PON). Hệ thống này hỗ trợ tốc độ đối xứng 622Mbps hoặc không đối xứng với 155Mbps đường lên và 622Mbps cho đường xuống

#### ***1.3.2 GPON***

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. 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.

#### ***1.3.3 EPON***

Ethernet PON bắt đầu được nghiên cứu từ năm 2001 với mục tiêu mở rộng công nghệ Ethernet hiện tại sang mạng truy nhập vùng, hướng tới các mạng các mạng đến nhà thuê bao hoặc các doanh nghiệp với yêu cầu vẫn giữ các tính chất của Ethernet truyền thống. Ethernet PON là mạng trên cơ sở mạng PON mang lưu lượng dữ liệu gói trong các khung Ethernet được chuẩn hóa theo IEEE 802.3, sử dụng mã đường truyền 8B/10B và hoạt động với tốc độ 1 Gbps.

#### ***1.3.4 NG-PON***

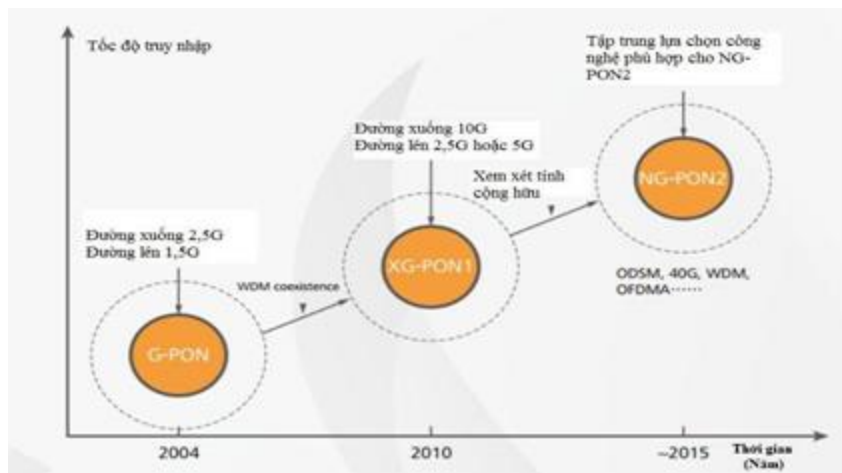
NG-PON, mạng quang thụ động thế hệ kế tiếp theo ra đời nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về tốc độ và băng thông truy nhập. Theo quan điểm của FSAN và ITU-T, thế hệ tiếp theo PON được chia thành hai giai đoạn: NG-PON1 và TWDM-PON. Giai đoạn nâng cấp trong thời kỳ đầu của mạng PON được định nghĩa là NG-PON1, TWDM-PON là một giải pháp lâu dài cho thế hệ PON kế tiếp.

#### ***1.3.5 Các mô hình ứng dụng PON***

Căn cứ vào độ vươn xa của cáp quang từ OLT tới ONT/ONU mà chia thành 4 mô hình triển khai FTTx điển hình: FTTH, FTTB, FTTO và FTTC.

## 1.4 Xu hướng phát triển của mạng quang thụ động

Với sự phát triển mạnh mẽ băng thông của các dịch vụ truyền thông hướng video, Internet vạn vật đi kèm với nhu cầu ngày càng tăng có thể tạo ra một nút cổ chai trong các mạng truy nhập quang ngay cả với GPON. Công nghệ mạng quang thụ động tốc độ 10 Gigabit XG-PON của ITU-T có khả năng đáp ứng và cho phép các nhà cung cấp dịch vụ chuyển hóa dễ dàng hệ thống truy cập quang GPON hiện tại lên mạng truy nhập quang thụ động tốc độ 10 Gigabit XG-PON bằng cách sử dụng chung cơ sở hạ tầng mạng cáp sợi quang ODN đã triển khai và cũng cho phép hai hệ thống này hoạt động đồng kết hợp trên cùng một cơ sở hạ tầng mạng bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh theo bước sóng.



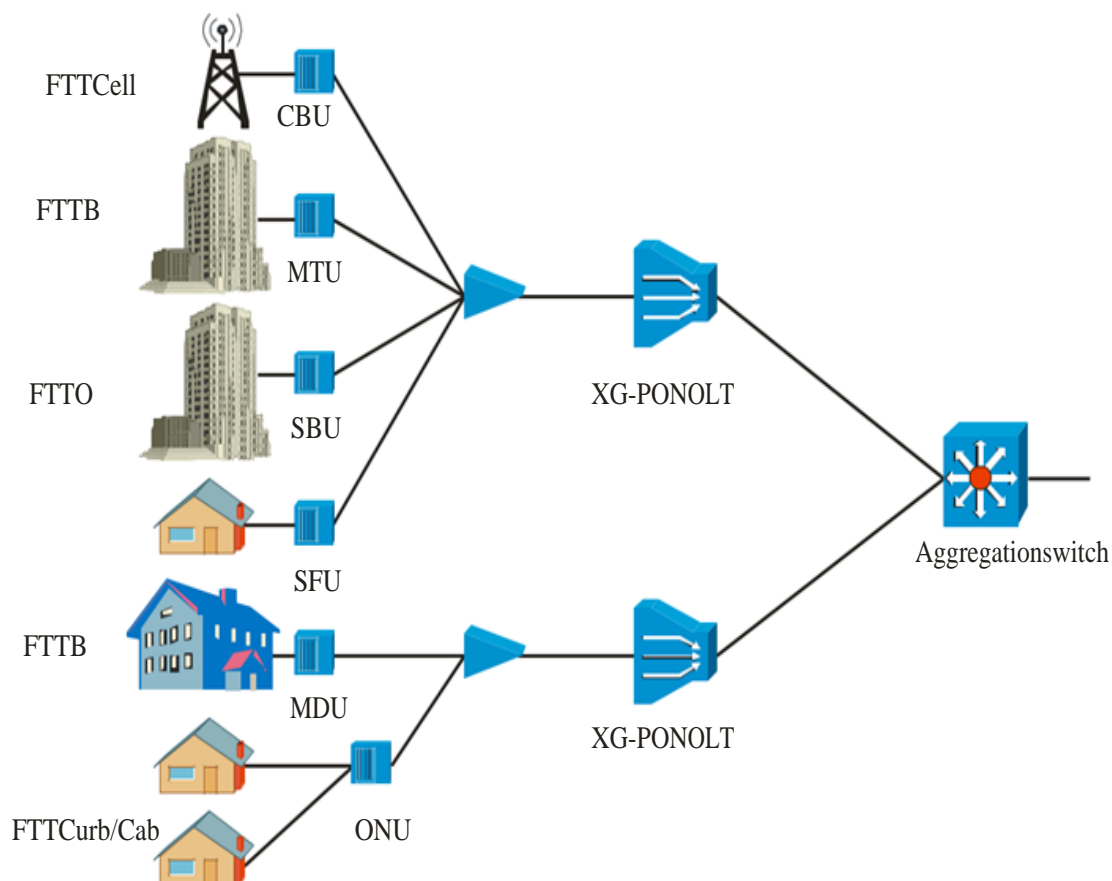
**Hình 1.9: Các giai đoạn phát triển của PON kế tiếp**

## 1.5 Kết luận

Chương 1 trình bày khái quát về công nghệ mạng truy nhập quang thụ động cùng các công nghệ PON tiêu biểu như APON/BPON, GPON, EPON và các công nghệ mạng PON thế hệ kế tiếp. Trong thời gian tới, công nghệ truy nhập quang thụ động sẽ được tăng cường với hai chuẩn công nghệ PON thế hệ mới là XG-PON của ITU-T và 10G-EPON của IEEE. Với mục tiêu đáp ứng nhu cầu băng thông lớn hơn trong khi vẫn đảm bảo tính kế thừa của hệ thống công trình ngoại vi cũng như hỗ trợ quá trình nâng cấp không gây trở ngại đến tính liên tục của các dịch vụ được cung cấp, cả XG-PON và 10G-EPON đều hỗ trợ đường xuống 10 Gbit/s trong khi đường lên là 2,5 Gbit/s đối với XG-PON và 1Gbit/s (hoặc 10Gbit/s cho cấu hình đồng bộ) đối với 10G-EPON. Năm 2012, XG-PON được chuẩn hóa tại tiêu chuẩn ITU-T G.987 và được xác định dựa trên kiến trúc TDM PON.

## CHƯƠNG II: CÔNG NGHỆ MẠNG TRUY NHẬP QUANG THỤ ĐỘNG TỐC ĐỘ 10 GIGABIT/S – XG-PON

### 2.1 Tổng quan về công nghệ quang thụ động thể hệ kế tiếp XG-PON



**Hình 2.1: Mô hình kiến trúc chung của hệ thống XGPON**

Hệ thống mạng quang thụ động tốc độ 10 Gigabit XG-PON bao gồm 3 thành phần chính là OLT, ONU và mạng phân phối quang ODN. Các tính năng, tiêu chuẩn công nghệ XG-PON có khả năng cho phép các nhà cung cấp dịch vụ dễ dàng chuyển hóa hệ thống truy nhập quang GPON hiện tại lên mạng truy nhập quang thụ động tốc độ 10 Gigabit bằng cách sử dụng chung cơ sở hạ tầng và đồng thời cũng cho phép hai hệ thống GPON và XG PON hoạt động kết hợp trên cùng một cơ sở hạ tầng bằng cách sử dụng kỹ thuật ghép kênh theo bước sóng.



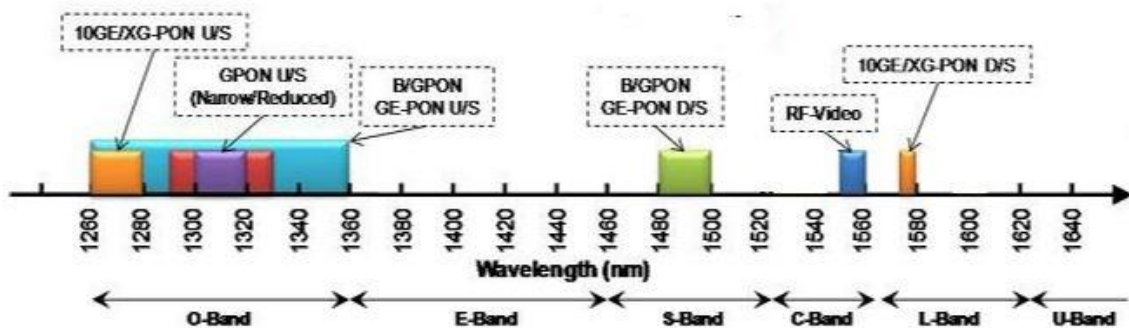
## 2.2 Kiến trúc và các thành phần của hệ thống truy nhập quang thụ động XG-PON

Mô hình tham chiếu giao thức của XG-PON được chia thành hai tầng: Tầng phụ thuộc phương tiện vật lý (PMD) và tầng hội tụ truyền dẫn (XGTC).

### 2.2.1 Tầng phụ thuộc phương tiện vật lý

#### a. Kế hoạch phân bổ bước sóng

Dải bước sóng đường lên được dùng cho XG-PON là dải bước sóng từ dao động từ 1260 đến 1280nm, với dải bước sóng đường xuống là dải 1575 -1580 nm.



Hình 2.2: Mô hình phân bổ bước sóng

#### b. Tốc độ và đường mã

XG-PON hỗ trợ 2 loại tốc độ truyền dẫn: XG-PON1: không đối xứng với tốc độ đường lên 2.5Gbit/s, đường xuống 10Gbit/s. XG-PON2 đối xứng với tốc độ đường lên và xuống đều là 10Gbit/s. Trong tiêu chuẩn XG-PON1 hiện tại, loại mã hóa sử dụng cho cả đường lên và đường xuống được khuyến nghị sử dụng là loại mã đường NRZ.

#### c. Các quỹ công suất

Hiện nay mới chỉ có hai loại quỹ công suất được định nghĩa cho XG-PON1 là: Quỹ Nominal1 (N1) với suy hao từ 14 dB đến 29 dB cho phép XG-PON hoạt động kết hợp với các hệ thống PON tốc độ Gigabit hiện tại như GPON và EPON trên cùng một mạng phân phối quang. Quỹ Nominal2 (N2) suy hao cho phép từ 16 dB đến 31dB. Các quỹ công suất khác hiện tại đang trong quá trình nghiên cứu chuẩn hóa thêm.

#### ***d. Chia tỷ lệ và khoảng cách sợi quang***

XG-PON1 cho phép chia tỷ lệ tối thiểu là 1:64. Tùy thuộc vào nhu cầu các nhà khai thác mạng có thể áp dụng các tỷ lệ chia lớn hơn. 1:128 đến 1:256 để tăng hiệu quả kinh tế. Đối với khoảng cách quang, XG-PON1 phải hỗ trợ khoảng cách sợi tối đa ít nhất 20km và tầng hội tụ truyền dẫn của XG-PON1 có thể hỗ trợ khoảng cách quang tối đa là 60 km.

### ***2.2.2 Tầng hội tụ truyền dẫn XG-PON***

Tầng hội tụ truyền dẫn XG-PON đặc tả khuôn dạng tín hiệu và các thủ tục để tách, ghép dữ liệu giữa các đơn vị dữ liệu dịch vụ (SDU) tầng trên và tạo, tách luồng bit tương ứng thích hợp để điều chế nên sóng mang.

#### ***a. Phân tầng thích ứng dịch vụ XGTC***

Phân tầng thích ứng dịch vụ XGTC chịu trách nhiệm đóng gói, ghép kênh và phân định các đơn vị dữ liệu dịch vụ tầng trên trong quá trình truyền dẫn quan PON.

#### ***b. Phân tầng định khung XGTC***

Phân tầng định khung XGTC thực hiện việc tạo, phân tích và tách, ghép các trường tiêu đề của khung XGTC để hỗ trợ các chức năng quản lý PON cần thiết.

#### ***c. Phân tầng thích ứng tầng vật lý***

Phân tầng này thực hiện mã hóa, giải mã mức thấp nhất cho các khung XGTC trên kênh vật lý. Phân tầng này cũng cung cấp các chức năng đồng bộ vật lý, đồng chỉnh định thời cho việc ghép, tách khung.

### ***2.2.3 Phương pháp đóng gói tín XG-PON (XGEM)***

XG-PON sử dụng phương pháp đóng gói tương tự như G-PON GEM, nhưng được tối ưu cho các tốc độ của XG-PON và lớp XGTC. Cũng giống như GEM, XGEM được sử dụng cho cả đường lên và đường xuống để sắp xếp các đơn vị dữ liệu dịch vụ (SDU) vào các khung XGTC. XGEM cũng hỗ trợ việc phân mảnh và tập hợp SDU.

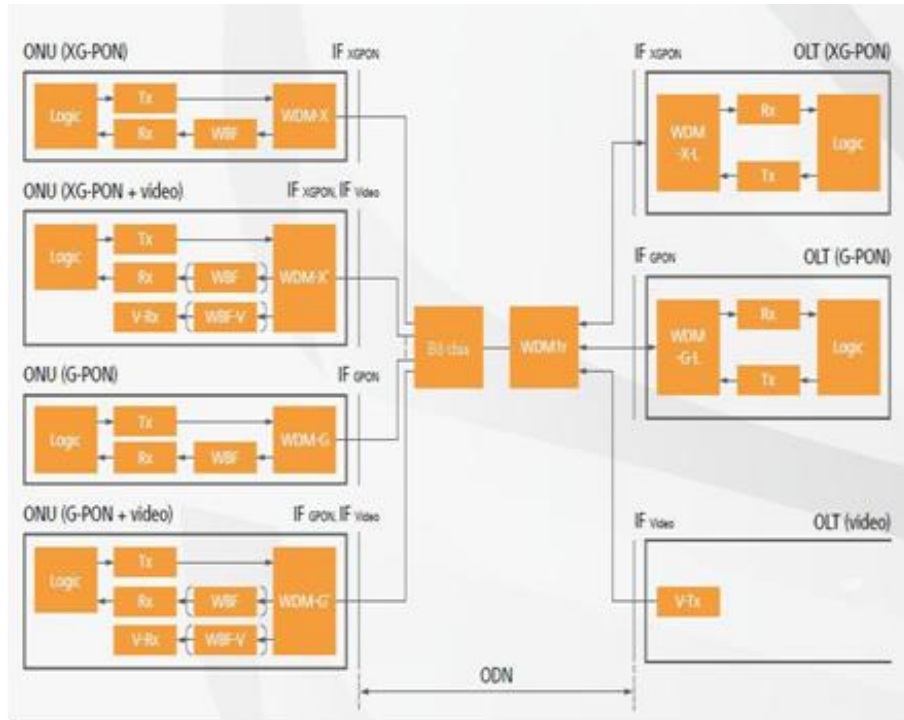
	PLI (Payload Length Indicator)	Key Ind.	XGEM Port ID	Options	L F	HEC - BCH(63, 12, 2) + P	Payload
# bits	14	2	16	18 (For Further Study)	1	13	$P = L + \text{pad (bytes)}$

**Hình 2.6: Dạng khung XGEM**

### 2.2.4 Quản lý vận hành và điều khiển XG-PON

Thông tin quản lý, vận hành và điều khiển trong các hệ thống XG-PON được truyền tải thông qua ba kênh: kênh OAM nhúng (Embedded OAM), PLOAM và OMCI. Kênh OAM nhúng và kênh PLOAM quản lý các chức năng của tầng XGTC và PMD, kênh OMCI cung cấp hệ thống đồng nhất để quản lý các tầng cao hơn.

### 2.2.5 Mô hình lai ghép giữa XG-PON và GPON



**Hình 2.7: Mô hình lai ghép giữa XG-PON và GPON**

Khả năng tương thích là tính năng ấn tượng nhất của XG-PON. XG-PON cùng tồn tại với GPON trên cùng ODN, do đó việc đầu tư của các nhà khai thác trên GPON được đảm bảo.

## 2.3 Các yếu tố vật lý ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống

### 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 và đánh giá hiệu năng của hệ thống.

### 2.3.2 Ảnh hưởng của tán sắc

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

mode hay đa mode có thể bao gồm nhiều loại tán sắc bậc một khác nhau như tán sắc vật liệu, tán sắc ống dẫn sóng, và các thành phần tán sắc khác.

### ***2.3.3 Ảnh hưởng của quỹ công suất***

Quỹ công suất có mục đích là đảm bảo 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.

### ***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.

### ***2.3.5 Các yếu tố khác ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống***

#### ***a. Nhiều mode***

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.

#### ***b. Nhiều phân chia mode (MNP)***

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. 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 nhiều chế độ từng phần.

#### ***c. Nhiều phân xạ***

Trong 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 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

## **2.4 Kết Luận**

Nội dung Chương 2 đã trình bày về tổng quan về công nghệ XG-PON, kiến trúc cũng như các thành phần của hệ thống truy nhập quang thụ động XG-PON. Bên cạnh đó, Chương 2 cũng tập trung giới thiệu mô hình cộng hữu của hệ thống XG-PON và GPON hiện tại trên cùng mạng phân phối quang ODN. Ngoài ra, các yếu tố vật lý ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống như suy hao, tán sắc, quỹ thời gian lên, quỹ công suất và các yếu tố khác cũng được trình bày trong chương này.

## **CHƯƠNG III: TRIỂN KHAI XG-PON TRONG MẠNG TRUY NHẬP QUANG VNPT THỊ XÃ TỪ SƠN**

### **3.1 Khảo sát và đánh giá hiện trạng mạng truy nhập quang thụ động VNPT thị xã Từ sơn**

#### ***3.1.1 Khảo sát nhu cầu [9]***

*a) Tình hình kinh tế, xã hội của tỉnh Bắc Ninh và khu vực đầu tư*

*b) Sự cần thiết phải đầu tư nâng cấp hạ tầng thông tin truyền thông*

#### ***3.1.2 Đánh giá hiện trạng mạng lưới viễn thông [10]***

##### ***a. Về chuyển mạch***

Mạng chuyển mạch tỉnh Bắc Ninh gồm có 2 trạm Host, các trạm vệ tinh và tổng đài độc lập, bao gồm:

- Host 1- Đặt tại Thành phố Bắc Ninh và các trạm vệ tinh.
- Host 2- Đặt tại huyện Thuận Thành và các trạm vệ tinh.

##### ***b. Về truyền dẫn***

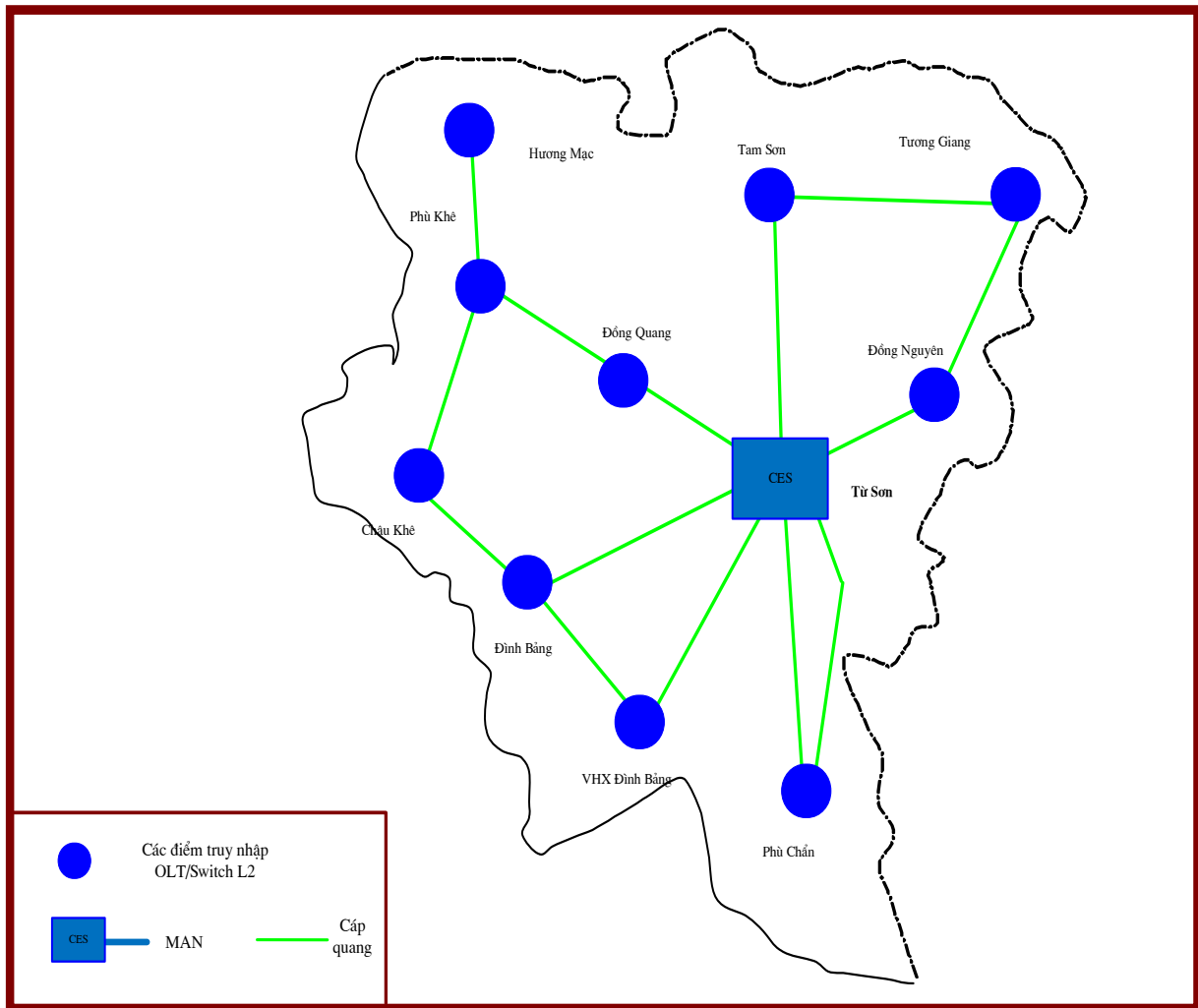
Các đài, trạm viễn thông toàn tỉnh đã được cáp quang hóa. Liên kết truyền dẫn giữa các trung tâm viễn thông phần lớn là liên kết kín

##### ***c. Về các hạ tầng khác***

Các tuyến cáp ngầm, cáp treo các loại đã và đang được đầu tư mở rộng hàng năm.

#### ***3.1.3 Đánh giá hiện trạng mạng truy nhập quang VNPT Thị xã Từ sơn***

Hiện nay hầu hết các khu vực của Thị xã Từ Sơn đã có hạ tầng cáp quang và được cung cấp các dịch vụ viễn thông của VNPT. Với mật độ dân số đông, trình độ dân trí cao nhu cầu sử dụng mạng internet tốc độ cao, chia sẻ dữ liệu, dịch vụ giải trí của tổ chức, công ty, người dân,...đang ngày càng lớn là địa bàn rất tiềm năng trong việc phát triển và cung cấp các dịch vụ. Cùng với sự cạnh tranh của các nhà mạng khác, việc đầu tư nâng cấp mở rộng mạng truy nhập để tìm kiếm khách hàng mới và việc duy trì nâng cấp chất lượng dịch vụ, băng thông để phát triển thêm cũng như giữ chân khách hàng khách hàng là điều rất cần thiết.



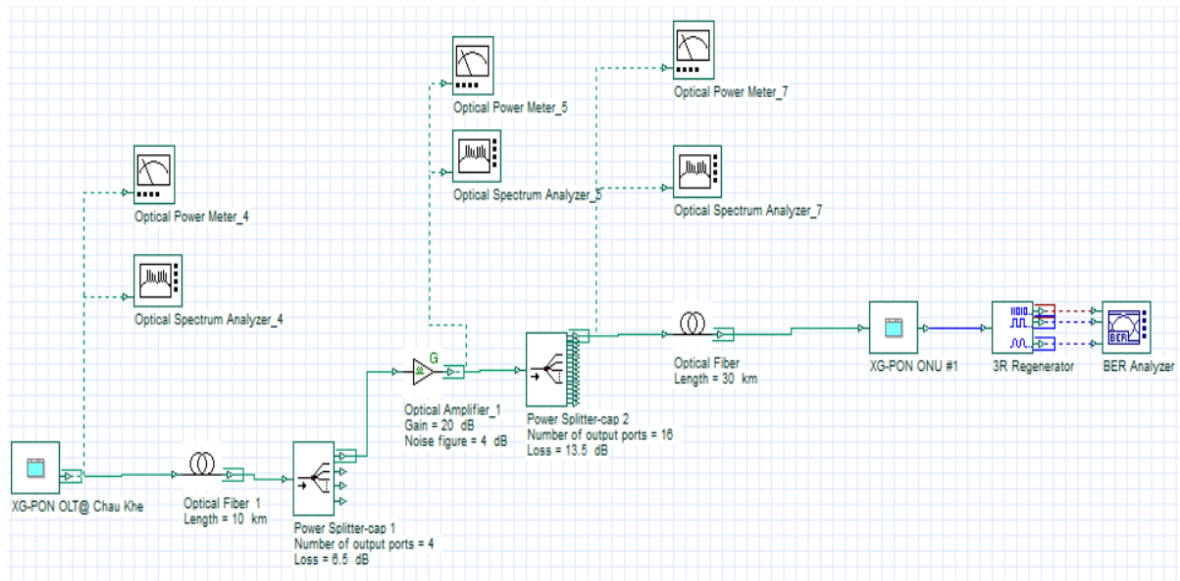
**Hình 3.2: Mô hình các điểm truy nhập OLT Thị xã Từ Sơn**

### **3.2 Đánh giá hiệu năng hệ thống XG-PON**

#### **3.2.1 Giới thiệu về phần mềm Optisystem**

Optisystem là một phần mềm mô phỏng hệ thống thông tin quang. Đây là phần mềm có khả năng thiết kế, đo kiểm và thực hiện tối ưu hóa nhiều loại tuyến thông tin quang dựa trên khả năng mô hình hóa các hệ thống thông tin quang trong thực tế nhằm giảm thiểu các yêu cầu về thời gian và giảm chi phí liên quan đến thiết kế của các hệ thống quang học, liên kết, và các thành phần.

### 3.2.2 Mô hình hệ thống XG-PON

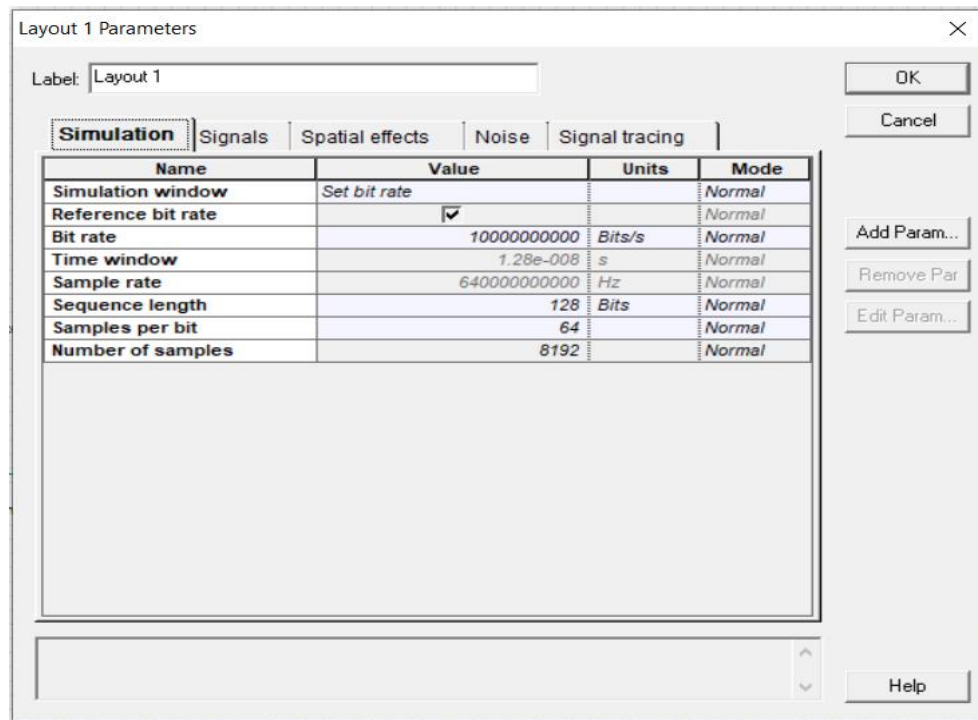


Hình 3.4: Sơ đồ đường xuống hệ thống XG-PON

### 3.2.3 Thiết lập tham số mô phỏng

#### a) Dung lượng truyền dẫn và số lượng kênh

Theo yêu cầu của bài toán mô phỏng chúng ta cần thiết kế hệ thống thông tin quang có dung lượng một kênh 10 Gbit/s. Hình 3.7 tổng kết các tham số mô phỏng chính tại phía phát.

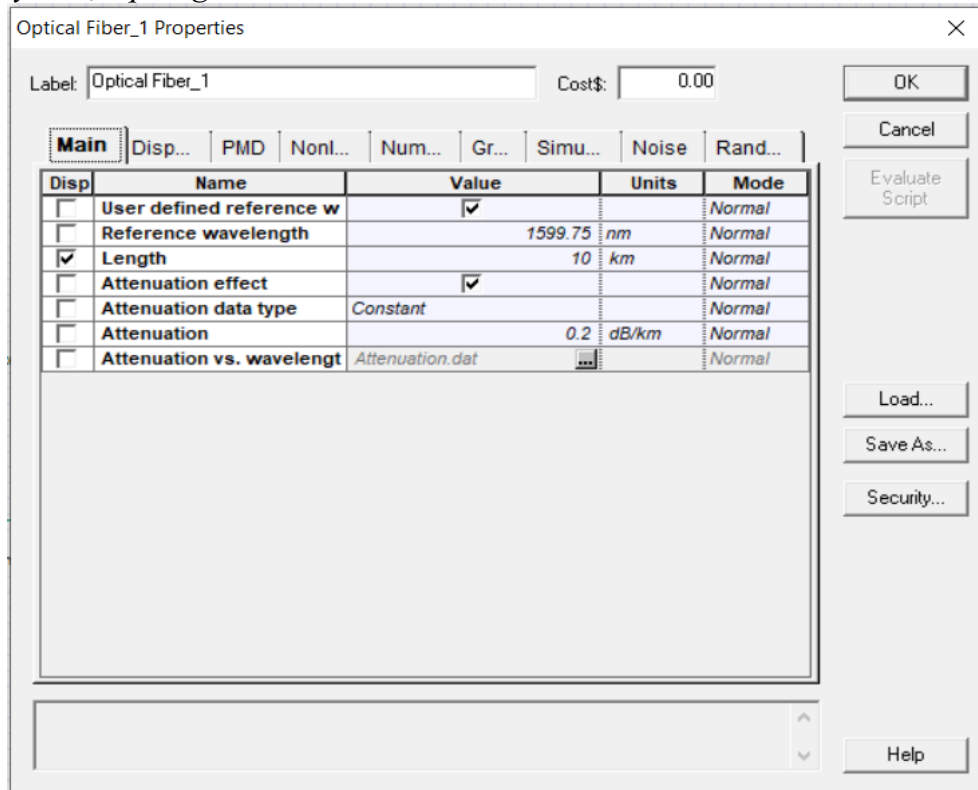


Hình 3.7: Tốc độ bit nguồn phát



- ✓ Số lượng kênh:  $N = 1$  (kênh)
- ✓ Tốc độ truyền tín hiệu trên kênh:  $B = 10$  Gbit/s.
- ✓ Chiều dài chuỗi: 128 bit
- ✓ Số mẫu trong một bit: 64
- ✓ Số lượng mẫu = chiều dài chuỗi x số mẫu trong một bit =  $128 \times 64 = 8192$

*b) Kênh truyền sợi quang*



**Hình 3.8: Tham số kênh truyền sợi quang (L1)**

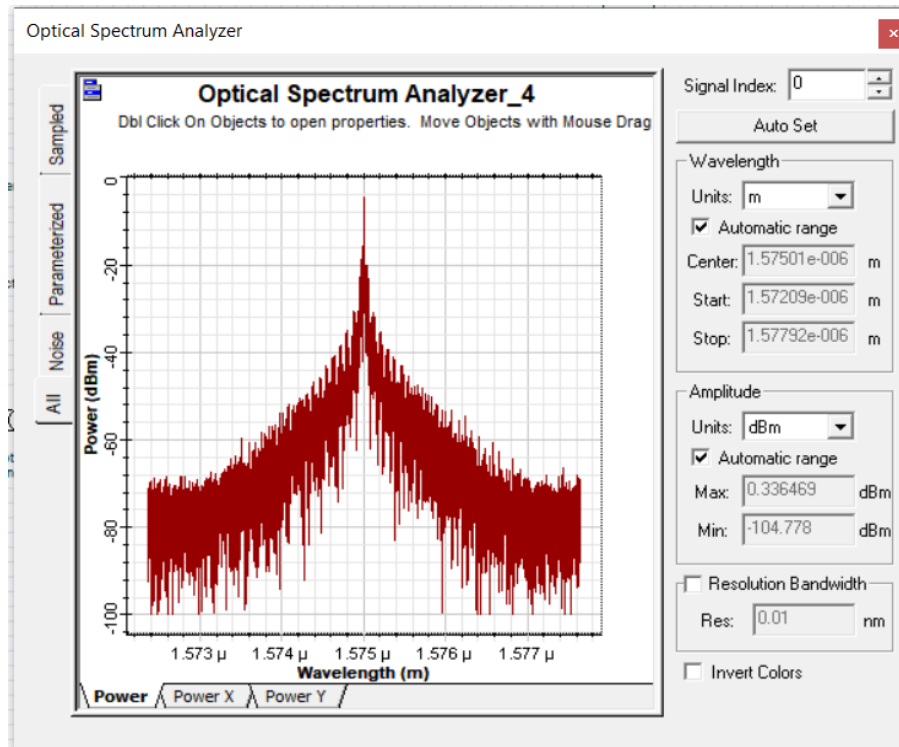
Hình 3.8 thể hiện các tham số kênh truyền sợi quang cơ bản. Ngoài ra, một số tham số đường truyền chính được thiết lập như sau:

- ✓ Bước sóng: 1575 nm.
- ✓ Chiều dài sợi L1 từ khối phát đến bộ chia cấp 1: 10 km.
- ✓ L2 bộ chia cấp 1 đến bộ chia cấp 2 là 20 km.
- ✓ Suy hao: 0,2 dB/km.
- ✓ Độ lợi bộ khuếch đại: 20 dB

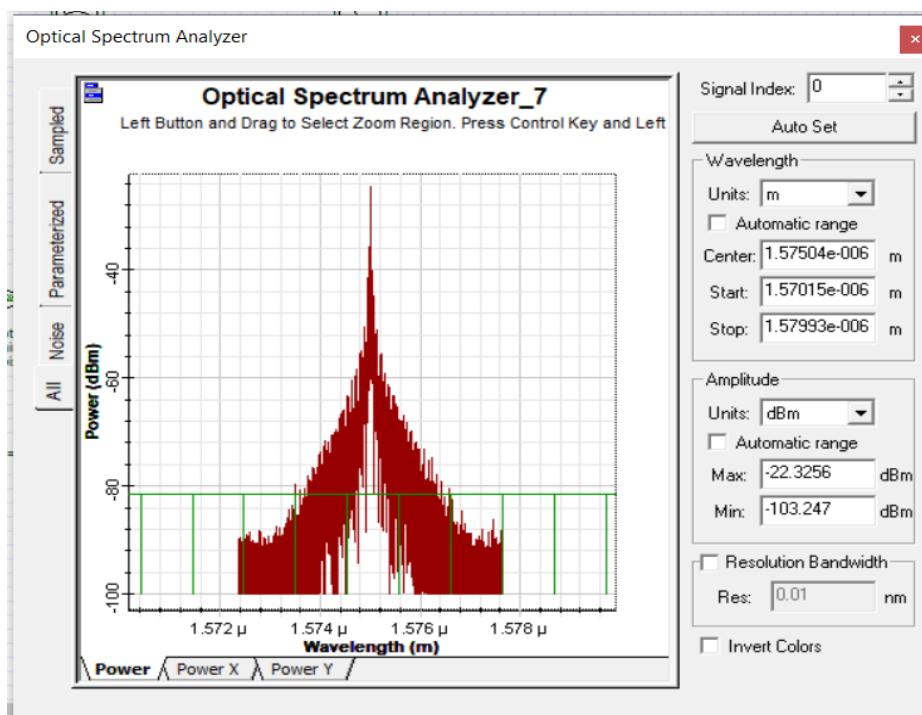
### **3.2.4 Kết quả mô phỏng và nhận xét**

Hình 3.9 và 3.10 tương ứng thể hiện phổ tín hiệu đầu ra phía phát và đầu vào phía thu với khoảng cách truyền dẫn là 30 km. Các kết quả cho thấy công suất tín hiệu bị sụt giảm qua quá trình truyền dẫn do ảnh hưởng của suy hao và tán sắc cũng như từ các tham số ảnh hưởng

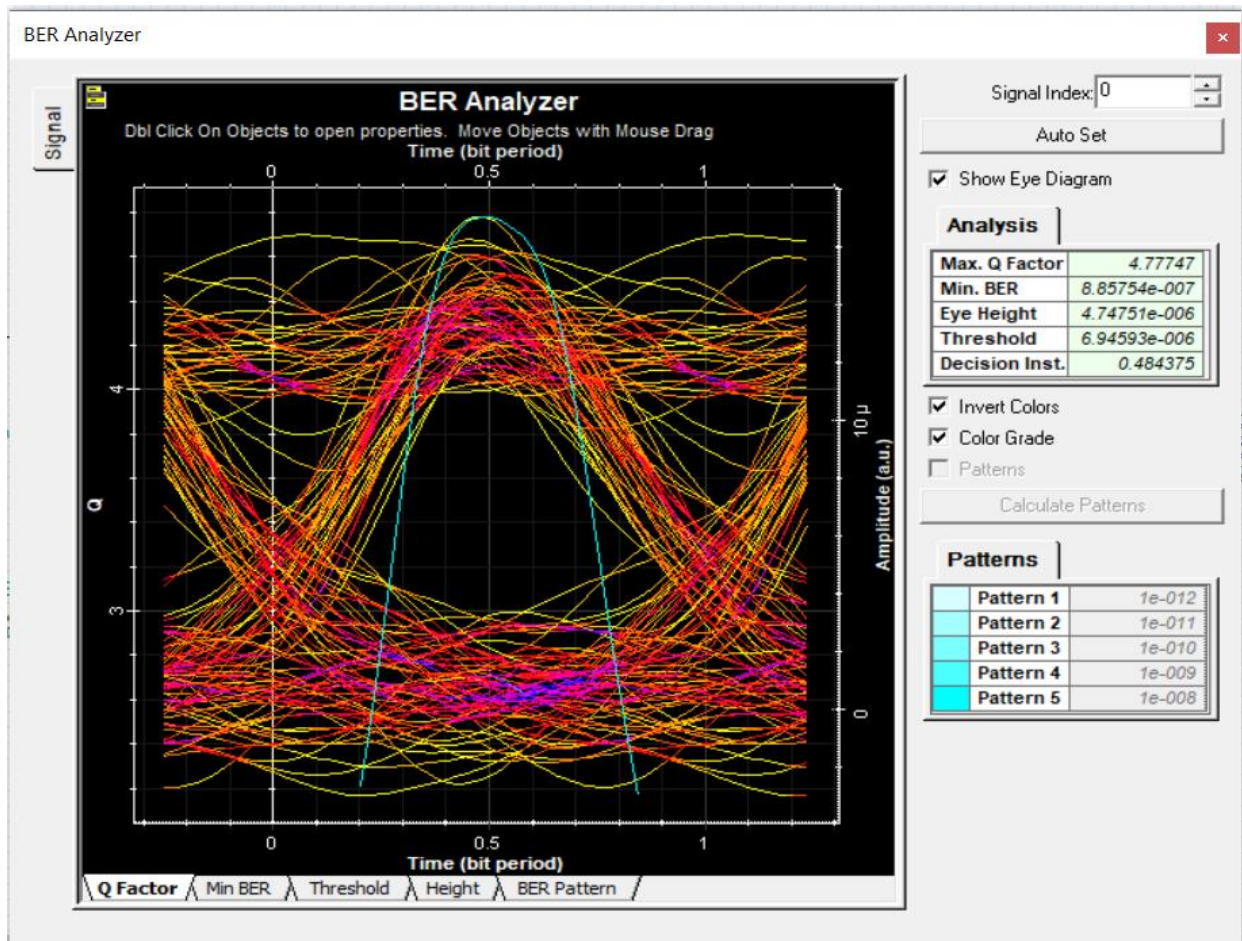
khác. Tuy nhiên, mức tín hiệu thu vẫn đảm bảo ở mức 5 dBm. Kết quả này cũng thể hiện rằng, với việc lựa chọn công suất tín hiệu phát phù hợp sẽ đảm bảo được mức tín hiệu phía thu tốt. Do vậy, cần lưu ý lựa chọn công suất phát phù hợp để vừa đảm bảo chất lượng tín hiệu thu, vừa giảm thiểu các tác động của can nhiễu.



**Hình 3.9: Phổ tín hiệu đầu ra bộ phát**



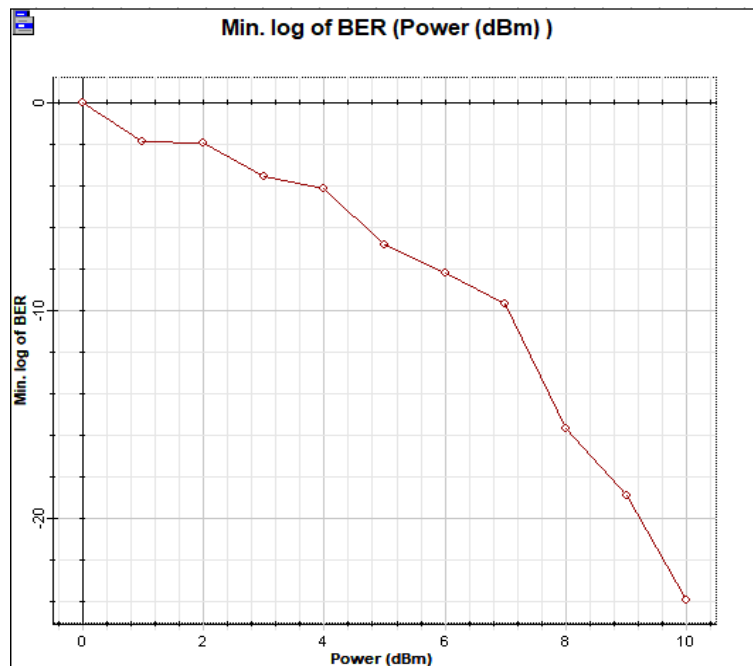
**Hình 3.10: Phổ tín hiệu đầu vào bộ thu (sau bộ chia cấp hai)**



**Hình 3.11: BER tín hiệu tại phía thu**

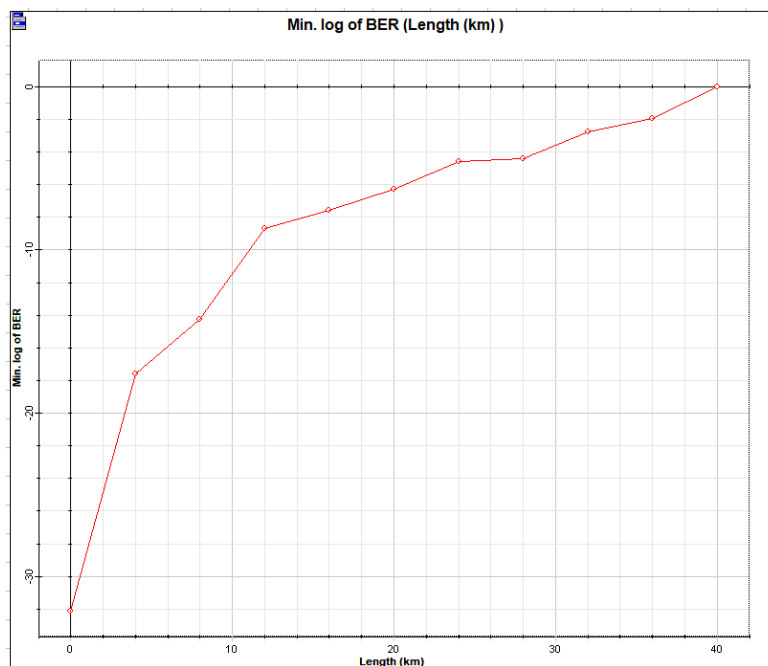
Hình 3.11 thể hiện biểu đồ mắt, hệ số phẩm chất Q và tỉ lệ lỗi bit (BER) của tín hiệu tại phía thu. Tỉ lệ lỗi bit đạt được là  $8,875e-007$ , đây là tỉ lệ lỗi bit hoàn toàn có khả năng đảm bảo được chất lượng truyền dẫn cho các dịch vụ Internet hiện tại. Điều này cho thấy, công nghệ XG-PON cho phép mở rộng hơn tầm với quang (kéo dài khoảng cách từ OLT đến ONU). Đây là đặc điểm rất cần thiết và đáp ứng yêu cầu với thực tế triển khai dịch vụ tại thị xã Từ Sơn.

Hình 3.14 thể hiện sự phụ thuộc của hiệu năng của hệ thống vào công suất phát. Công suất phát được giả định biến thiên trong khoảng từ 0 dBm đến 10 dBm. Trong khảo sát này, khoảng cách truyền dẫn vẫn là 30 km. Các kết quả khảo sát cho thấy khi công suất phát tăng lên, hiệu năng của hệ thống cũng tăng lên rõ rệt (tỉ lệ lỗi bit giảm nhanh).



**Hình 3.12: Hiệu năng của hệ thống theo công suất nguồn phát**

Tương tự, hình 3.15 thể hiện ảnh hưởng của khoảng cách truyền dẫn đối với hiệu năng của hệ thống. Trong khảo sát này, khoảng cách truyền dẫn được giả định biến thiên trong khoảng từ 10 km đến 50 km ( $L_1=10\text{km}$ ,  $L_2$  chạy từ 0 đến 40 km). Công suất phát được thiết lập cố định là 5 dBm. Các kết quả khảo sát cho thấy hiệu năng của hệ thống giảm nhanh khi khoảng cách truyền dẫn tăng lên (tỉ lệ lỗi bit tăng nhanh). Các kết quả này cho thấy việc thiết lập vị trí OLT phù hợp là rất quan trọng để đảm bảo chất lượng phục vụ trong phạm vi cung cấp dịch vụ yêu cầu



**Hình 3.13: Hiệu năng hệ thống theo khoảng cách truyền dẫn  $L_2$**

Các kết quả nghiên cứu và khảo sát hiệu năng cơ bản của XG-PON kết hợp với các điều kiện và yêu cầu cụ thể của mạng truy nhập quang VNPT Thị xã Từ Sơn cho thấy sự phù hợp của công nghệ XG-PON và tính cấp thiết cần triển khai XG-PON tại Thị xã Từ Sơn hiện nay nhằm đáp ứng được nhu cầu băng thông trong khi có khả năng kết hợp và dễ dàng triển khai trên cùng hệ thống phân phối quang với hệ thống truy nhập quang GPON hiện tại.

### **3.3 Ứng dụng triển khai hệ thống XG-PON cho VNPT Thị xã Từ Sơn**

#### **3.3.1 Đề xuất ứng dụng XG-PON trong VNPT Thị xã Từ Sơn**

Trong năm qua khi dịch vụ FTTx triển khai theo phương thức GPON được đưa vào khai thác, do giá thành dịch vụ hợp lý, tốc độ cao và chất lượng ưu việt hơn cáp đồng nên số lượng thuê bao tăng lên nhanh chóng. Chính vì vậy khi vào giờ cao điểm nhiều khu vực hay bị nghẽn, trong đó có thiết bị OLT Châu Khê, có lúc lưu lượng đạt  $>100\%$ , vì đây là khu vực có số lượng thuê bao lớn và nhiều dịch vụ băng thông cao của các doanh nghiệp. Hiện tại trạm này sử dụng tối đa số cổng uplink trên thiết bị là 04 cổng 1Gbit/s, không thể mở rộng được thêm, vì vậy cần nâng cấp dung lượng cổng uplink.

Để đáp ứng được nhu cầu sử dụng dịch vụ của khách hàng, ngoài việc tối ưu mạng ngoại vi, Trung tâm viễn thông Từ Sơn thường xuyên phối hợp với Trung tâm điều hành thông tin, quan trắc lưu lượng thiết bị OLT Châu Khê, từ đó đưa ra giải pháp nâng cấp cổng kết nối cho phù hợp. Từ việc quan trắc lưu lượng trên, sau khi thống nhất Trung tâm điều hành đã đề xuất với Viễn thông tỉnh mở rộng 01 cổng uplink lên XG-PON với tốc độ 10 Gbit/s thay cho 03 cổng 1Gbit/s, cổng 1Gbit/s còn lại để dự phòng.

Hình 3.17 và 3.18 thể hiện thông tin trạng thái mạng XG-PON và cấu hình thiết bị XG-PON OLT triển khai tại Châu Khê.



```

10.16.53.2 - SecureCRT - [10.16.53.2]
File Edit View Options Transfer Script Tools Window Help
Enter host <Alt+R>
Session Manager
Filter by session...
Sessions
BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11#show interface optical-module-info ?
gei_1/3      gei interface
gei_1/4      gei interface
gpon-olt_1/1 gpon-olt interface
gpon-olt_1/2 gpon-olt interface
xgei_1/4     xgei interface
BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11#show interface optical-module-info xg
BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11#show interface optical-module-info xgei_1/4?
^
%Error 20202: Invalid input detected at '^' marker.Invalid parameter
BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11#show interface optical-module-info xgei_1/4/2
Optical module information:xgei_1/4/2
Basic-info:
Vendor-Name      : Hisense          Vendor-Pn      : LTF1305-BC+
Vendor-Sn        : UA494001859      Version-Lev    : A
Production-Date  : 190421           Module-Type    : 10GBASE-LR
Wavelength       : 1310             Connector      : LC
OTDR              : N/A             OTDR-Version   : N/A
Fiber-Type       : N/A
Class            : N/A
Trans-Distance   : 10(km)
Material-Number  :
48 69 73 65 6e 73 65 20 20 20
20 20 20 20 20 20 00 00 00 00
Register-Data :
50 00 f1 00 46 00 fb 00 8c a0 75 30
88 b8 79 18 c3 50 01 f4 af c8 01 f4
37 2d 04 b2 2b d4 05 ea 37 2d 01 20
2b d4 01 6b 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 3f 80 00 00
00 00 00 00 01 00 00 00 01 00 00 00
01 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 53
21 48 80 d8 39 ab 15 48 06 ef 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00
Diagnostic-info:
RxPower          : -7.508 (dbm)      TxPower         : -2.638(dbm)
TxBias-Current   : 29.520 (mA)      Laser-Rate      : 103(100Mb/s)
Temperature      : 33.293 (c)       Supply-Vol      : 3.298(v)
Alarm-thresh:
RxPower-Upper    : 3 (dbm)          RxPower-Lower   : -20(dbm)
TxPower-Upper    : 9 (dbm)          TxPower-Lower   : -14(dbm)
Bias-Upper       : 131(mA)         Bias-Lower       : 0 (mA)
Voltage-Upper     : 7 (v)           Voltage-Lower    : 0 (v)
Temperature-Upper: 90 (c)           Temperature-Lower: -45(c)
Configuration-Module-class: N/A
BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11#

```

Ready Telnet: 10.16.53.2 48, 22 48 Rows, 151 Cols Xterm

**Hình 3.7: Cấu hình thực tế của OLT Châu Khê**

```

123.29.19.15 - not connected - SecureCRT - [123.29.19.15]
File Edit View Options Transfer Script Tools Window Help
Enter host <Alt+R>
Session Manager
Filter by session...
Sessions
[BNH02TSN]disp
[BNH02TSN]display int gi1/0/4
GigabitEthernet1/0/4 current state : UP
Line protocol current state : UP
Link quality grade : GOOD
Description:BNH.TSN.CKE.OLT.ZT11-gei_1/4/2***
Route Port,The Maximum Transmit Unit is 1500
IP Sending Frames' Format is PKTFMT_ETHNT_2, Hardware address is 08c0-210b-ad4d
The Vendor PN is FSPP-H7-S13-10DH
The Vendor Name is HUAWEI
Port BW: 10G, Transceiver max BW: 10G, Transceiver Mode: SingleMode
Wavelength: 1310nm, Transmission Distance: 10km
Rx Power: -8.96dBm, warning range: [-15.39, 0.50]dBm
Tx Power: -2.47dBm, warning range: [-8.40, 0.50]dBm
Loopback:none, LAN full-duplex mode, Pause Flowcontrol:Receive Enable and Send Enable
Last physical up time : 2020-05-21 16:17:30 UTC+07:00
Last physical down time : 2020-05-21 15:53:43 UTC+07:00
Current system time: 2020-05-25 13:36:46+07:00
Statistics last cleared:2020-04-11 00:48:31
Last 300 seconds input rate: 380127784 bits/sec, 178077 packets/sec
Last 300 seconds output rate: 2306130448 bits/sec, 239957 packets/sec
Input: 172832211802017 bytes, 674137394014 packets
Output: 1072536760380254 bytes, 878686998024 packets
Input:
Unicast: 674082243645 packets, Multicast: 39514662 packets
Broadcast: 15635707 packets, Jumbooctets: 40366995436 packets
CRC: 937 packets, Symbol: 109 packets
Overrun: 0 packets, InRangeLength: 0 packets
LongPacket: 0 packets, Jabber: 0 packets, Alignment: 0 packets
Fragment: 26 packets, Undersized Frame: 0 packets
RxPause: 0 packets
Output:
Unicast: 872140946942 packets, Multicast: 6537412756 packets
Broadcast: 8638326 packets, Jumbooctets: 307309000220 packets
Lost: 0 packets, Overflow: 0 packets, Underrun: 0 packets
System: 0 packets, Overrun: 0 packets
TxPause: 0 packets
Unknown vlan: 0 packets
Input bandwidth utilization : 4.09%
Output bandwidth utilization : 23.45%
[BNH02TSN]int eth11

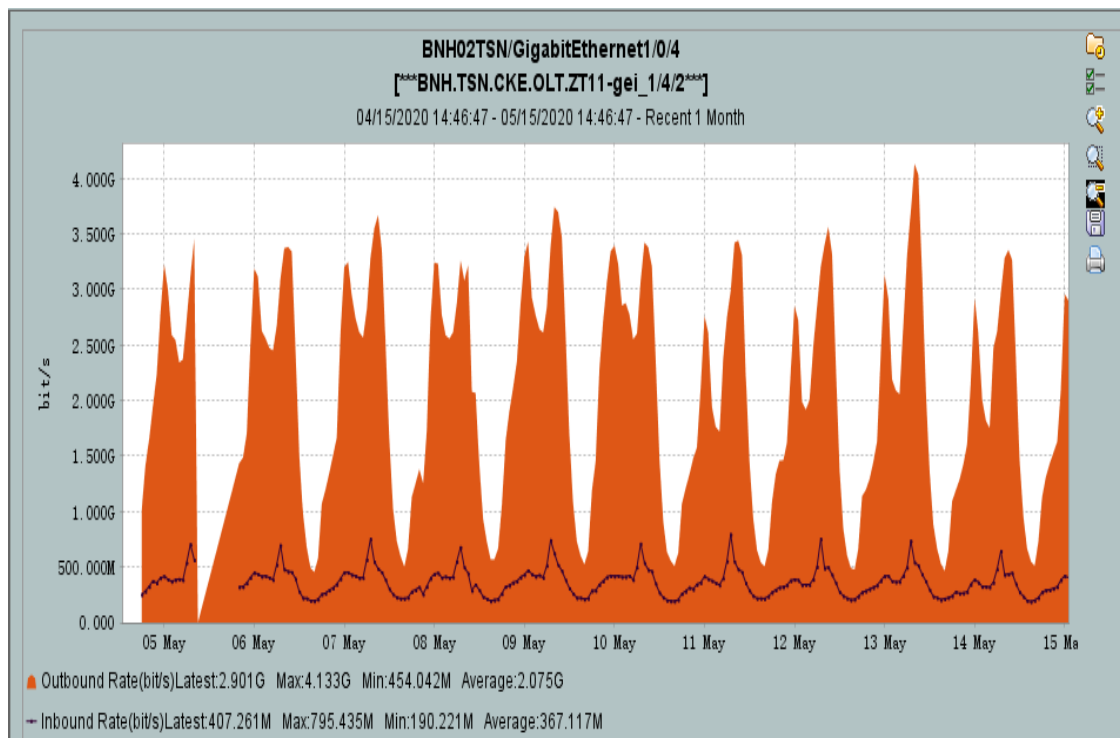
```

Ready

**Hình 3.8: Trạng thái thiết bị XG-PON Châu Khê**

### 3.3.2 Hiệu năng XG-PON trong VNPT Thị xã Từ Sơn

Sau khi áp dụng giải pháp XG-PON tại Châu Khê Thị xã Từ Sơn đã giải quyết được hiện tượng nghẽn cục bộ trên thiết bị OLT Châu Khê. Ở hình trên ta thấy, lưu lượng được quan trắc từ ngày 15 đến ngày 25 tháng 5 năm 2020 thì lưu lượng cao nhất ghi nhận được là 4.1G, thấp nhất là 454M và lưu lượng trung bình là 2G. Như vậy, với việc áp dụng giải pháp trên đã đáp ứng được nhu cầu sử dụng dịch vụ của khách hàng trong khu vực phường Châu Khê.



**Hình 3.19: Lưu lượng sử dụng thực tế của OLT Châu Khê**

✓ *Đánh giá lợi ích thu được:*

- Về mặt kỹ thuật: Đảm bảo băng thông cung cấp đến khách hàng, không xảy ra hiện tượng nghẽn lưu lượng tại cổng uplink vào giờ cao điểm. Hình 3.20 thể hiện thống kê lưu lượng sử dụng thực tế từng cổng thuê bao của XG-PON OLT Châu Khê.

- Về mặt kinh tế: Tận dụng cổng uplink để nâng cấp băng thông ổn định, không cần phải phát triển lắp đặt thêm thiết bị OLT.

- Về mặt xã hội: Đáp ứng được nhu cầu sử dụng các dịch vụ viễn thông của nhiều khách hàng nhất là vào giờ cao điểm, đặc biệt dùng các dịch vụ truyền hình IPTV và internet tốc độ cao.

- ✓ *Khả năng áp dụng:* Giải pháp này đã được áp dụng trên cùng hệ thống thiết bị GPON OLT Châu Khê, tiến tới nhân rộng áp dụng cho tất cả các thiết bị OLT trên toàn Thị xã Từ Sơn.

<b>Mô tả đối tượng trước khi áp dụng giải pháp</b>	<b>Mô tả đối tượng sau khi áp dụng giải pháp</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thường xuyên xảy ra hiện tượng nghẽn lưu lượng nhất là vào giờ cao điểm.</li> <li>- Khó có thể đảm bảo lưu lượng cho các thuê bao tốc độ cao nhất là vào giờ cao điểm.</li> <li>- Khó đảm bảo độ ổn định mạng lưới, đặc biệt là nhu cầu phát triển dịch vụ ngày càng cao.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Đã giải quyết được hiện tượng nghẽn lưu lượng vào giờ cao điểm.</li> <li>- Tăng cường khả năng băng thông cung cấp dịch vụ và phát triển khách hàng.</li> <li>- Đảm bảo độ ổn định của mạng lưới viễn thông cung cấp dịch vụ tốc độ cao, tạo nên sự tin tưởng của khách hàng sử dụng dịch vụ.</li> </ul>

**Bảng 3.6: So sánh trước và sau khi áp dụng giải pháp mở rộng uplink cho OLT**

### **3.4 Kết luận chương**

Nội dung Chương 3 đã khảo sát hiện trạng mạng truy nhập quang thụ động của VNPT Thị xã Từ Sơn tỉnh Bắc Ninh. Qua đó, cho thấy rõ nhu cầu và tính cấp thiết của việc nâng cấp hệ thống GPON hiện tại lên XG-PON nhằm đáp ứng tốt hơn nhu cầu về dịch vụ tại Thị xã Từ Sơn. Trên cơ sở đó, trong phần tiếp theo, học viên mô hình hoá, mô phỏng và đánh giá hiệu năng hệ thống XG-PON theo kịch bản triển khai ở Từ Sơn. Các kết quả thu được làm tiền đề cho việc ứng dụng và triển khai thực tế hệ thống XG-PON cho khu vực Trạm Châu Khê nơi có số lượng lớn thuê bao và hiệu suất sử dụng băng thông lớn. Kết quả thu được đã đáp ứng được yêu cầu của mạng lưới. Từ kết quả đó tiến tới ứng dụng vào toàn bộ mạng truy nhập quang VNPT Thị xã Từ Sơn.



## KẾT LUẬN

Mạng truy nhập quang thụ động với nhiều ưu điểm hiện đã và đang được triển khai trên nhiều quốc gia trên thế giới với các công nghệ như GPON, EPON,... Tuy nhiên với sự bùng nổ về lưu lượng internet, sự phát triển các dịch vụ theo hướng video, internet vạn vật và các ứng dụng backhaul đòi hỏi một công nghệ mới tiên tiến hơn. Đáp ứng nhu cầu này, luận văn đã tập trung nghiên cứu công nghệ mạng truy nhập quang thụ động thế hệ kế tiếp 10 Gigabit/s (XG-PON) và khảo sát các yếu tố vật lý ảnh hưởng đến hiệu năng hệ thống.

Luận văn đã giới thiệu về công nghệ truy nhập quang thụ động và tập trung nghiên cứu về công nghệ mạng truy nhập quang thụ động tốc độ 10 Gbps và khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu năng mạng này. Trên cơ sở đó, nội dung luận văn khảo sát về hiện trạng mạng truy nhập quang thụ động của VNPT Thị xã Từ Sơn, nêu bật cấu trúc cơ bản của hệ thống, làm rõ một số ưu nhược điểm của mạng truy quang thụ động và những khó khăn còn tồn tại của mạng truy nhập quang khi triển khai dịch vụ cung cấp đến khách hàng. Sau đó, luận văn cũng mô hình hoá hệ thống XG-PON và đánh giá hiệu năng của hệ thống bằng phương pháp mô phỏng để khảo sát khả năng ứng dụng và đề xuất ứng dụng công nghệ XG-PON vào mạng truy nhập trạm Châu Khê Thị xã Từ Sơn. Một số kết quả đo kiểm thực tế trong hệ thống XG-PON triển khai tại trạm Châu Khê đã cho thấy những kết quả rất tích cực về mặt kỹ thuật, kinh tế xã hội. Trên cơ sở đó, công nghệ XG-PON được kỳ vọng sẽ triển khai rộng khắp nhằm nâng cao dung lượng và khả năng cung cấp dịch vụ cho hệ thống truy nhập quang băng rộng của VNPT Thị xã Từ Sơn.

Hướng nghiên cứu tiếp theo của luận văn là trên cơ sở ứng dụng XG-PON và dự báo nhu cầu thị trường triển khai xây dựng quy hoạch chi tiết mạng XG-PON cho các giai đoạn sau, đồng thời nghiên cứu các giải pháp nâng cao chất lượng mạng XG-PON đảm bảo chất lượng dịch vụ cũng như nâng cao khả năng cạnh tranh với các nhà mạng khác trong khu vực.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. LÊ HẢI CHÂU, “XG-PON – Tiêu chuẩn công nghệ PON 10 Gigabit của ITU-T,” Tạp chí Công nghệ Thông tin và Truyền thông, kỳ 1, tháng 10 năm 2011.
- [2] Đồ án: “*Quy hoạch hệ thống hạ tầng đường dây thông tin liên lạc trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh đến năm 2030, định hướng năm 2050*”, Sở thông tin và truyền thông tỉnh Bắc Ninh, 2017.
- [3] J. KANI, AND K. SUZUKI, “*Standardization Trends of Next- generation 10 Gigabit-class Passive Optical Network Syztems*,” NTT Technical Review, Vol. 7, November 2009.
- [4] F. EFFENBERGER, “*The XG-PON System: Cost Effective 10Gb/s Access*,” IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 29, No. 4, February 2011.
- [5] ITU-T Recommendation G. 987: “*10-Gigabit-capable passive optical network (XG-PON) systems: Definitions, Abbreviations, and Acronyms*” 2010.
- [6] ITU-T Recommendation G. 987. 1: “*10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): General Requirements*,” 2010.
- [7] ITU-T Recommendation G. 987. 2: “*10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): Physical Media Dependent (PMD) Layer Specification*,” 2010.
- [8] ITU-T Recommendation G. 987. 3: “*10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON): Transmission Convergence (TC) Layer Specification*,” 2010.
- [9] S. JAIN, F. EFFENBERGER, A. SZABO, Z. FENG, A. FORCUCCI, W. GUO, Y. LUO, R. MAPES, Y. ZHANG, AND V. O’BYRNE, “*World’s First XG-PON Field Trial*,” IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. 29, No. 4, February 2011.
- [10] <http://bacninh.vnpt.vn/>