

TRƯỜNG CAO ĐẲNG CNTT HỮU NGHỊ VIỆT - HÀN  
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



## TÓM TẮT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN  
THÔNG

ĐỀ TÀI:

THIẾT KẾ TUYẾN FTTH DỰA TRÊN CÔNG NGHỆ  
MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG PON

SVTH : Hồ Trung Hiếu

Lớp : CCVT15A

Niên khóa : 2015 - 2018

CBHD : ThS. Trần Thị Trà Vinh

Đà Nẵng tháng 6, năm 2018

## LỜI MỞ ĐẦU

Trong thời điểm mạng viễn thông đang phát triển như hiện nay và nhu cầu về lưu lượng nhằm đáp ứng nhu cầu về tốc độ truyền dẫn thông tin khoảng cách lớn, tốc độ bit cho các thuê bao sử dụng thì việc thiết kế mạng FTTH (Fiber To The Home) dựa trên mạng quang thụ động là việc rất cần thiết mang ý nghĩa quan trọng, có tính thực tiễn lớn.

Công nghệ FTTH là mạng viễn thông băng rộng bằng cáp quang được nối đến tận nhà để cung cấp các dịch vụ tốc độ cao như điện thoại, Internet tốc độ cao và IPTV đang được triển khai khá nhiều ở nước ta.

Vì thế em đã quyết định chọn đề tài “*Thiết kế tuyến FTTH dựa trên công nghệ mạng quang thụ động PON*” để tìm hiểu về mạng FTTH và các công nghệ liên quan đến thiết kế mạng FTTH.

Nội dung đồ án bao gồm 3 chương:

**Chương 1:** Tổng quan về FIBER TO HOME

**Chương 2:** công nghệ mạng quang thụ động PON

**Chương 3:** Thiết kế tuyến FTTH và mô phỏng trên phần mềm OptiSystem

Do kiến thức còn hạn chế, cộng với thời gian tích lũy chưa nhiều nên đồ án này không tránh khỏi thiếu sót và một số nội dung chưa được chi tiết, mong các thầy cô giáo góp ý và thông cảm.

## PHẦN MỞ ĐẦU

### 1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, công nghệ FTTH (Fiber To The Home) là mạng viễn thông băng rộng bằng cáp quang được nối đến tận nhà để cung cấp các dịch vụ tốc độ cao như điện thoại, Internet tốc độ cao và IPTV đang được triển khai khá nhiều ở nước ta.

Vì thế em đã quyết định chọn đề tài “*Thiết kế mạng FTTH dựa trên công nghệ mạng quang thụ động PON*” để tìm hiểu về mạng FTTH và các công nghệ liên quan đến thiết mạng FTTH.

### 2. Mục tiêu và nhiệm vụ nghiên cứu

Mục tiêu: Thiết kế một mô hình mạng FTTH

Nhiệm vụ: tìm hiểu các chuyên mục liên quan đến đề tài thiết kế

### 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng: công nghệ mạng quang thụ động PON

Phạm vi:

- Nghiên cứu về mạng FTTH
- Nhiệm vụ công nghệ mạng quang thụ động PON
- Thiết kế mạng FTTH

### 4. Phương pháp nghiên cứu

- Tìm hiểu phương pháp thông qua mạng internet
- Các đồ án có đề tài liên quan
- Vận dụng các kỹ năng, kiến thức học để thực hiện
- Xây dựng mô hình thiết kế, tiến hành mô phỏng

### 5. Dự kiến kết quả

- Hiểu được công nghệ mạng quang thụ động và mạng FTTH
- Hoàn thành mô hình thiết kế FTTH

### 6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Trong thời điểm mạng viễn thông đang phát triển như hiện nay

và nhu cầu về lưu lượng nhằm đáp ứng nhu cầu về tốc độ truyền dẫn thông tin khoảng cách lớn, tốc độ bit cho các thuê bao sử dụng thì việc thiết kế mạng FTTH dựa trên mạng quang thụ động là việc rất cần thiết mang ý nghĩa quan trọng, có tính thực tiễn lớn.

onluyen.net

## CHƯƠNG 1: TÌM HIỂU MẠNG FIBER TO THE HOME

### 1.1. Khái niệm

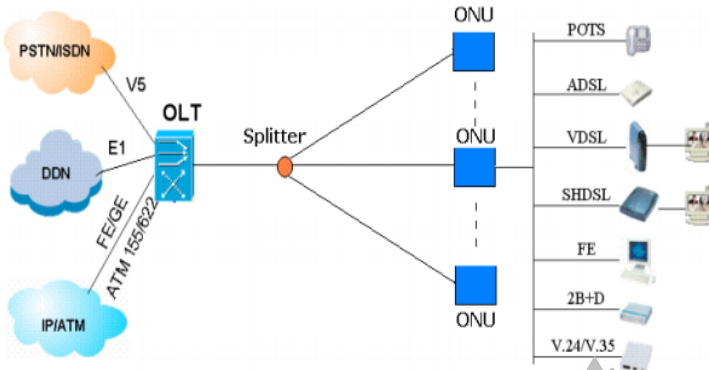
FTTH (Fiber To The Home) là công nghệ kết nối viễn thông sử dụng cáp quang từ nhà cung cấp dịch vụ tới địa điểm khách hàng (văn phòng, nhà...). Công nghệ của đường truyền được thiết lập trên cơ sở dữ liệu được truyền qua tín hiệu quang (ánh sáng) trong sợi cáp quang đến thiết bị đầu cuối của khách hàng, tín hiệu được biến đổi thành tín hiệu điện, qua cáp mạng đi vào bộ định tuyến băng rộng. Nhờ đó, khách hàng có thể truy cập internet bằng thiết bị này qua có dây hoặc không dây.

### 1.2. Ưu điểm của mạng FTTH

- Số lượng các bộ thu phát quang, thiết bị đầu cuối của tổng đài CO và sợi quang khá thấp.
- Khoảng cách truyền lớn: thích hợp cho việc phát triển thuê bao viễn thông.
- Băng thông lớn có thể chạy tốt mọi yêu cầu và ứng dụng hiện tại.
- Có giá thành bảo dưỡng và duy trì mạng thấp.
- An toàn cho thiết bị, không sợ sét đánh lan truyền trên đường dây.

### 1.3. Kiến trúc mạng quang FTTH

#### 1.3.1. Sơ đồ mạng tổng quát mạng FTTH



Hình 1. 1 Sơ đồ tổng quát mạng FTTH

#### 1.3.2. Cấu hình mạng FTTH

##### 1.3.2.1. Cấu hình dạng cây

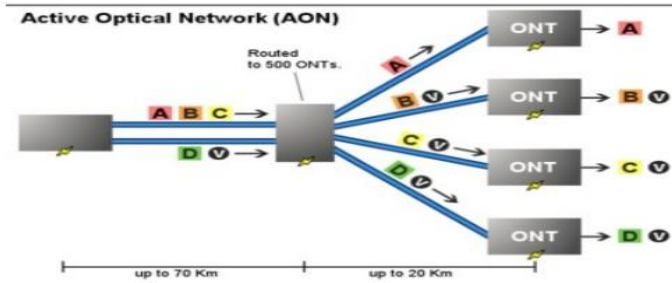
##### 1.3.2.2. Cấu hình dạng sao đơn giản

##### 1.3.2.3. Cấu hình dạng vòng

### 1.3.3. Bước sóng sử dụng trong mạng FTTH

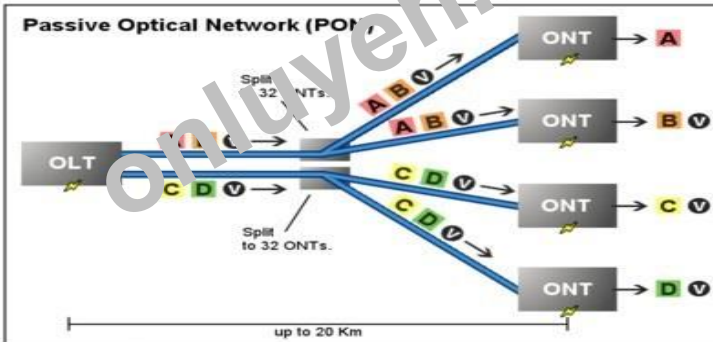
## 1.4. Mạng quang tích cực AON và mạng quang thụ động PON

### 1.4.1. Mạng quang tích cực AON



Hình 1. 2 Kiến trúc mạng AON

### 1.4.2. Mạng PON



Hình 1. 3 Kiến trúc mạng PON

## CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN CÔNG NGHỆ MẠNG QUANG THỤ ĐỘNG PON

### 2.1. Giới thiệu mạng quang thụ động PON

#### 2.1.1. Công nghệ PON

PON là từ viết tắt của Passive Optical Network tạm dịch là mạng quang thụ động.

Trong công nghệ PON, tất cả thành phần active giữa tổng đài CO (Central Office) và người sử dụng sẽ không còn tồn tại mà thay vào đó là các thiết bị quang thụ động, để điều hướng các traffic trên mạng dựa trên việc phân chia năng lượng tới các điểm đầu cuối trên đường truyền chính vì vậy mà người ta gọi là công nghệ mạng quang thụ động PON.

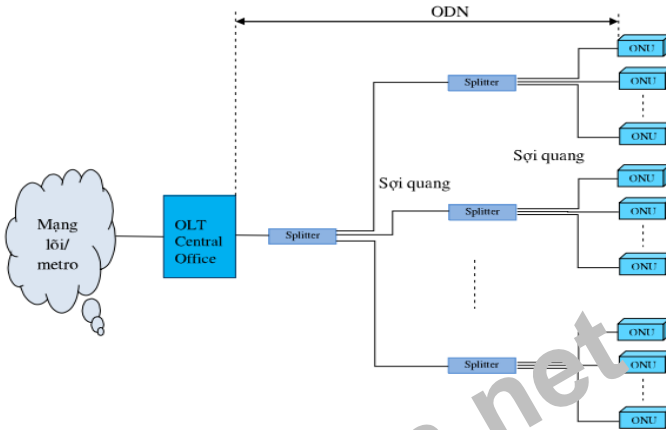
#### 2.1.2. Đặc điểm chính của hệ thống PON

- Đặc trưng của hệ thống PON là thiết bị phân phối sợi quang đến từng nhà thuê bao sử dụng bộ chia splitter có thể lên tới 1: 128
- PON hỗ trợ giao thức ATM, ethernet
- PON hỗ trợ các dịch vụ voice, data và video tốc độ cao
- Khả năng cung cấp băng thông cao
- Trong hệ thống PON băng thông được chia sẻ cho nhiều khách hàng điều này sẽ làm giảm chi phí cho khách hàng sử dụng
- Khả năng tận dụng công nghệ WDM, ghép kênh phân chia theo dài tần và cung cấp băng thông động để giảm thiểu cáp quang cần thiết để kết nối OLT với splitter
- PON thực hiện truyền dẫn 2 chiều trên 2 sợi quang hay 2 chiều trên cùng 1 sợi quang

- PON có thể hỗ trợ topo hình cây, sao, bus và ring

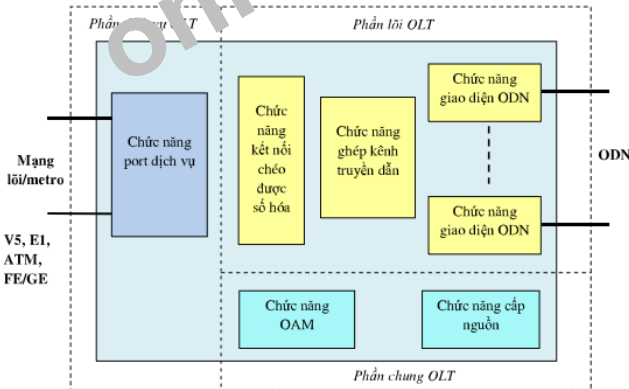
## 2.2. Thành phần cơ bản của mạng quang thụ động PON

### 2.2.1. Mô hình hệ thống



Hình 2. 1 Mô hình hệ thống mạng PON

### 2.2.2. OLT (Optical Line Terminators)



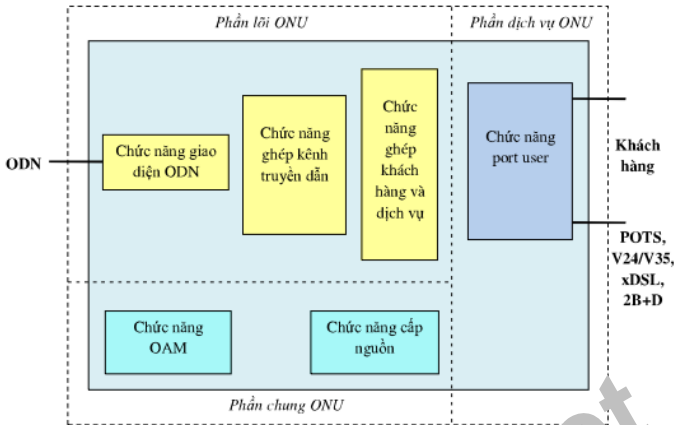
Hình 2. 2 Các khối chức năng OLT

#### 2.2.1.1. Phần lõi.

#### 2.2.1.2. Phần dịch vụ OLT

### 2.2.1.3. Phần chung OLT

### 2.2.3. ONU (Optical Network Units)



**Hình 2. 3** Các khối chức năng của ONU

#### 2.2.2.1. Phần lõi ONU

#### 2.2.2.2. Phần dịch vụ ONU

#### 2.2.2.3. Phần chung ONU

### 2.2.4. ODN

#### 2.2.4.1. Sợi quang và cáp quang

#### 2.2.4.2. Splitter

## 2.3. Phân loại PON

**Bảng 2. 1** mô tả sự khác nhau của BPON, GPON và EPON

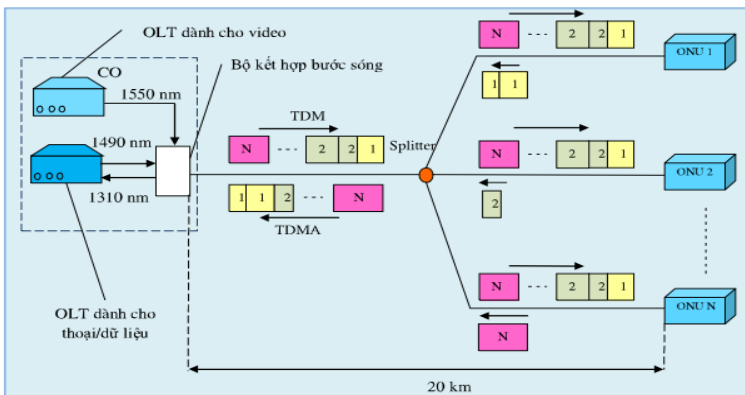
Thông số	APON/BPON	GPON	EPON
Tốc độ bit	Down: 155, 622, 1244 Mbps Up: 155, 622 Mbps	Down: 155, 622, 1244, 2488 Mbps Up: 155, 622, 1244 Mbps	Down và up: 1250 Mbps

Khoảng cách	Tối đa: 20km	Tối đa: 60km	Tối đa: 20km
Quỹ suy hao	10-25 / 10-28 /15-30 dB	5-20 / 10-25 / 13-28 / 15-30 dB	5-21 / 10-26 dB
Bộ chia	Tối đa: 1:64	Tối đa: 1:128	Tối đa: 1:16
Bước sóng	Down:1480-1500 nm Up: 1260-1360nm Cung cấp tín hiệu video ở 1550 nm	Down:1480-1500 nm Up: 1260-1360nm Cung cấp tín hiệu video ở 1550 nm	Down:1480-1500 nm Up: 1260-1360 nm Cung cấp tín hiệu video ở 1550 nm
Giao thức	Cell ATM	Khung GEM	Khung Ethernet
Dịch vụ	Ethernet, TDM, POTS	Ethernet, TDM, POTS	Ethernet

## 2.4. Các chuẩn PON

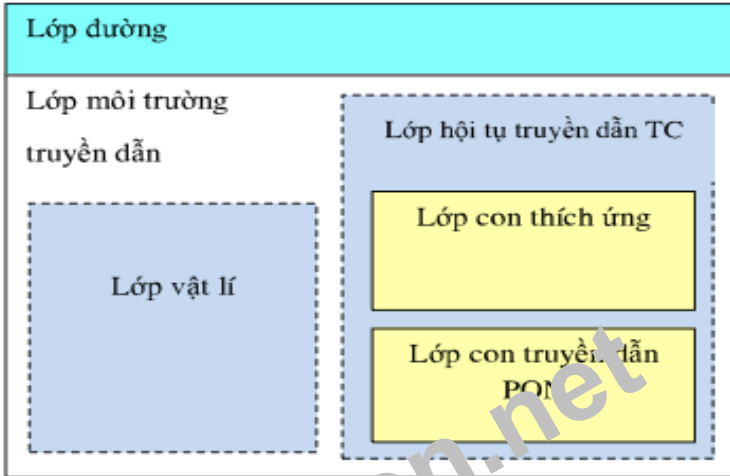
### 2.4.1. APON/BPON

#### 2.4.1.1. Mô tả hệ thống APON/BPON



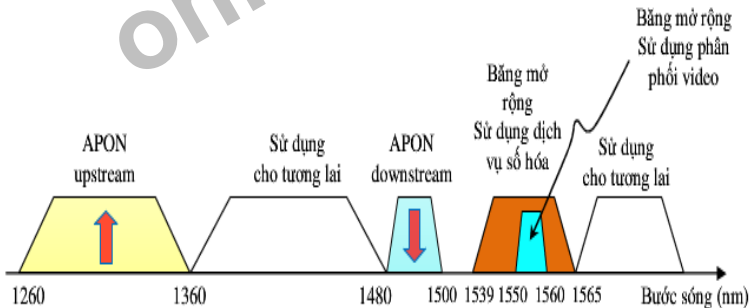
## Hình 2. 4 Mô hình hệ thống BPON

### 2.4.1.2. Kiến trúc phân lớp APON/BPON



Hình 2. 5 Kiến trúc phân lớp APON/BPON

### 2.4.1.3. Bước sóng trong APON/BPON

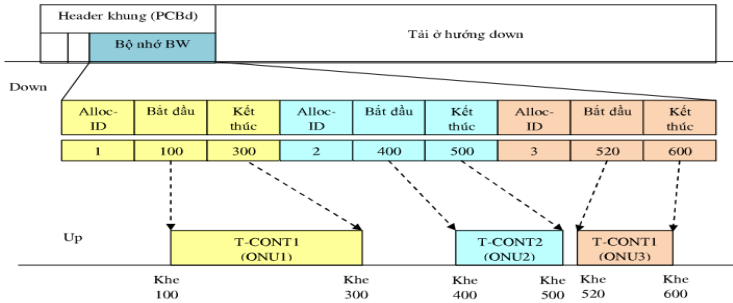


Hình 2. 6 Kế hoạch phân bổ bước sóng của ITU-T G.983.3

## 2.4.2. GPON

### 2.4.2.1. Mô tả hệ thống GPON

### 2.4.2.2. Lớp truyền dẫn hội tụ GPON



**Hình 2. 7** Khái niệm điều khiển đa truy nhập GPON

### 2.4.3. EPON

#### 2.4.3.1. Kiến trúc lớp Ethernet và EPON

#### 2.4.3.2. khung Ethernet

#### 2.4.4. So sánh EPON và GPON

onluyen.net

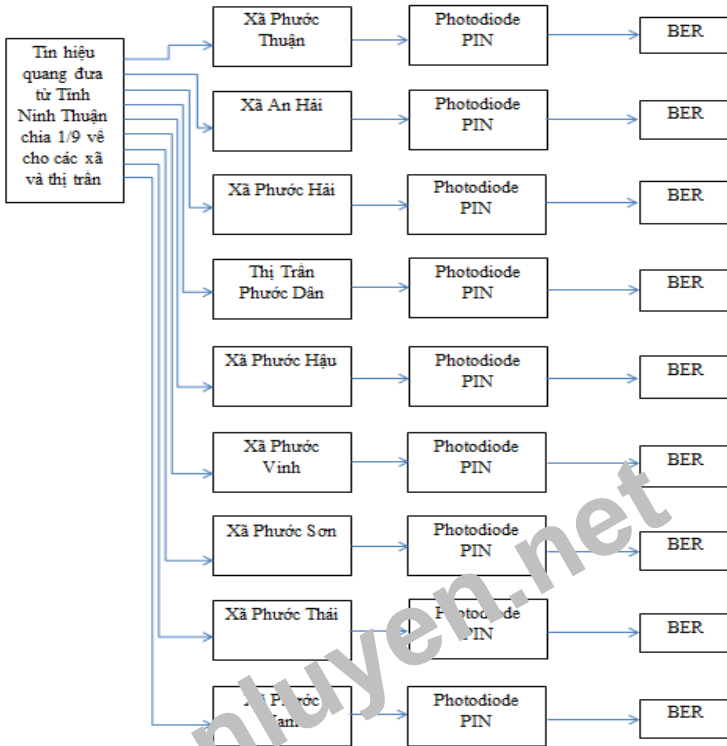
## **CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ TUYẾN FTTH MÔ PHỎNG TRÊN PHẦN MỀM OPTISYSTEM**

### **3.1. Ý tưởng thiết kế**

Tính toán thiết kế một số tuyến quang FTTH khoảng 27.000 thuê bao trong phạm vi Huyện Ninh Phước, Tỉnh Ninh Thuận. Sử dụng phần mềm chuyên dụng OptiSystem để kiểm chứng và đánh giá chất lượng tín hiệu trong hệ thống.

### **3.2. Sơ đồ khối thiết kế mạng FTTH cho 27000 thuê bao dựa trên công nghệ PON**

Ở đây ta thiết kế mô hình FTTH cho 27.000 thuê bao trong khu vực Huyện Ninh Phước với 8 xã và 1 thị trấn. Về phần trạm chính của thành phố (VNPT Tỉnh Ninh Thuận, 21, Đường 21/8, Thành phố Phan Rang - Tháp Chàm, Tỉnh Ninh Thuận) ta sẽ dùng bộ chia 9 để đưa về 9 thị trấn, xã huyện Ninh Phước rồi từ các thị trấn, xã này lại phân về đến từng từng thuê bao.



### 3.3. Mô phỏng bằng phần mềm OptiSystem

#### 3.3.1. Giới thiệu phần mềm OptiSystem

#### 3.3.2. Khảo sát thông số của mô phỏng trên một nhánh

Để thiết kế mạng FTTH cho 27000 thuê bao thì từ trạm chính ta sẽ dùng bộ chia để chia tín hiệu quang về cho 27000 thuê bao. Ở đây thiết kế cho khu vực gồm có 9 xã và thị trấn vậy trước hết ta sẽ dùng bộ chia 1/9 để đưa tín hiệu quang về 9 xã và thị trấn trong huyện. Để đáp ứng nhu cầu là 27000 thuê bao thì mỗi xã phải có 3000 thuê bao, mà trong công nghệ này bộ chia tối đa là 1/128 vậy nên trước hết ta sẽ dùng bộ chia 1/25 để chia tín hiệu quang ở đầu các xã, thị trấn. Tiếp theo ta sẽ dùng bộ chia 1/120 để chia về tới từng thuê bao.

Ta chọn:

- Tổn hao do các đầu ghép nối từ nguồn phát vào sợi quang, từ sợi quang đến máy thu, và giữa các bộ chia quang là 0.2 dB
- Công suất phát 5 dBm
- $G_{EDFA} = 13$  dB, NF(hệ số nhiễu của EDFA) = 5 dB
- R(hệ số chuyển đổi quang điện của photodiode) = 1A/W
- Tán sắc sợi  $T_{Fiber} = 17$  ps/ km.nm , Số mode phân cực  $m_t = 2$

Sử dụng mã đường NRZ để truyền bằng cách điều chế tín hiệu sử dụng bộ điều chế Mach-Zehnder. Suy hao qua bộ điều chế MachZehnder là vào khoảng 3.2dB.

Tính toán suy hao:

Xét thuê bao xa nhất tuyến với chiều dài là 18 km, bước sóng 1550nm có tổn hao sợi là 0.3 dB/km. Suy hao trên sợi là:

$$P_{sợi} = 0.2 * 18 = 3.6 \text{ dB}$$

Sử dụng 15 bộ nối với suy hao tương ứng một bộ nối là 0.5dB

$$\Rightarrow \text{Suy hao bộ nối } P_{\text{bộ nối}} = 0.5 * 15 = 7.5 \text{ dB}$$

Sử dụng 8 mối hàn với suy hao tương ứng của một mối hàn là 0.1dB

$$\Rightarrow \text{Suy hao mối hàn } P_{\text{hàn}} = 0.1 * 8 = 0.8 \text{ dB}$$

Sử dụng bộ chia 1:9, 1:25, 1:120

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Suy hao bộ chia } P_{\text{bộ chia}} &= 10 \log 9 + 10 \log 25 + 10 \log 120 \\ &= 44.31 \text{ dB} \end{aligned}$$

Vậy, tổng công suất suy hao trên tuyến là:

$$P_{\text{suy hao}} = P_{sợi} + P_{\text{bộ nối}} + P_{\text{hàn}} + P_{\text{bộ chia}} = 3.6 + 7.5 + 0.8 + 44.31 = 56.21 \text{ dB}$$

Lựa chọn mạng PON sử dụng

Với các đặc tính của công nghệ GPON như là:

- Tốc độ truyền dẫn lớn, các dạng tốc độ đa dạng (7 dạng tốc

độ) cho ta có thể dễ dàng lựa chọn.

- Khoảng cách vật lý : tối đa 20km.
- Tỷ lệ chia: nó có thể sử dụng nhiều bộ chia như 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128.

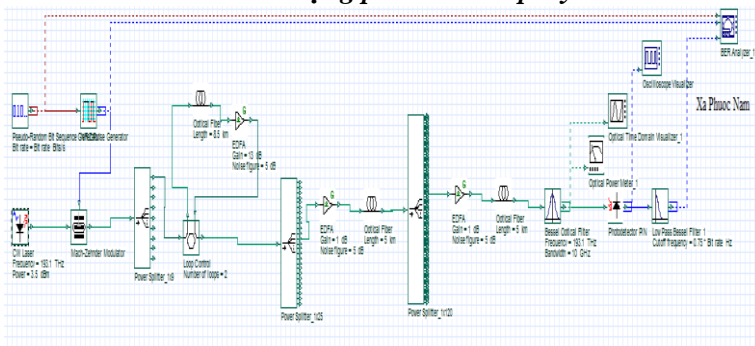
Ta thấy những đặc điểm trên phù hợp với mô hình thiết kế của ta là mô hình thiết kế mạng FTTH cho 27000 thuê bao cho huyện. Vậy nên ta sẽ sử dụng công nghệ GPON trong mô hình này

### 3.3.3. Sơ đồ thiết kế thực tế trên một số nhánh



Hình 3. 1 Sơ đồ tuyến đi thực tế

### 3.3.4. Mô hình thiết kế sử dụng phần mềm Optisystem



Hình 3. 2 Mô phỏng một nhánh trên Optisystem

Tuyến trên đây bao gồm các thành phần:

*a. Bộ phát*

- Bộ điều chế ngoài
- Nguồn phát laser có công suất phát khoảng 5dB tần số phát khoảng 193,414489 THz, ứng với bước sóng 1550nm.
- Bộ chuyển đổi mã NRZ
- Bộ điều chế Mach-Zehnder

*b. Bộ truyền dẫn*

- Cáp quang,
- Bộ khuếch đại EDFA
- Bộ chia splitter

*c. Bộ thu*

- Bộ lọc thông thấp
- Photodiode
- Máy phân tích BER
- Máy đo công suất
- Máy đo bước sóng
- Máy phân tích quang phổ

**3.3.5. Kết quả thu được**

Các thông số của hệ thống:

- Khoảng cách tuyến xa nhất là 18 km
- Công suất phát từ -4 dBm đến 3.5 dBm
- Tốc độ truyền 155Mbps, 625Mbps và 2.5 Gbps
- Bước sóng 1550 nm
- Số kênh đo: 1 kênh
- Tham số được cho như ở mục (3.3.2)

**Bảng 3. 1 Thông số khi thay đổi công suất phát với tốc độ  
155Mbps**

$P_T$	$P_R$	Q	BER
-4	-31.835	4.28839	-5.04
-3.5	-31.338	4.80644	-6.11
-3	-30.842	5.3873	-7.44
-2.5	-30.344	6.03867	-9.10
-2	-29.847	6.76995	-11.19
-1.5	-29.349	7.58978	-13.80
-1	-28.851	8.50893	-17.05
0	-27.853	10.6944	6.26
1	-26.857	13.4438	40.77
1.5	-26.357	15.0721	-50.91
2	-25.859	17.8095	-63.64
2.5	-25.359	18.9457	-79.62
3	-24.26	21.2387	-99.67
3.5	-23.361	23.8075	-124.85

**Bảng 3. 2 Thông số khi thay đổi công suất phát với tốc độ 625  
Mbps**

$P_T$	$P_R$	Q	BER
-4	-31.856	0	0
-3.5	-31.359	2.15866	-1.81
-3	-30.862	2.54696	-2.26
-2.5	-30.365	2.86994	-2.68
-2	-29.868	3.23262	-3.21

-1.5	-29.370	3.63952	-3.86
-1	-28.872	4.09601	-4.67
0	-27.875	5.18239	-6.96
1	-26.877	6.5485	-10.53
1.5	-26.377	7.35784	-13.02
2	-25.879	8.26465	-16.15
2.5	-25.380	9.28041	-20.07
3	-24.881	10.4175	-24.98
3.5	-24.382	11.6895	-31.14

**Bảng 3. 3 Thông số thay đổi khi thay đổi công suất với tốc độ 2.5 Gbps**

$P_T$	$P_R$	$Q$	BER
-4	-31.957	0	0
-3.5	-31.458	0	0
-3	-30.952	0	0
-2.5	-30.485	0	0
-2	-29.988	0	0
-1.5	-29.490	0	0
-1	-28.993	2.12723	-1.78
0	-27.996	2.71711	-2.48
1	-26.999	3.3908	-3.46
1.5	-26.500	3.78957	-4.12
2	-26.001	4.23615	-4.94
2.5	-25.502	4.76318	-5.96
3	-25.003	5.2959	-7.23
3.5	-24.504	5.9223	-8.80