

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



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Sinh viên : Nguyễn Việt Hùng

Giảng viên hướng dẫn: TS. Đoàn Hữu Chức

HẢI PHÒNG - 2023

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

GIẢI PHÁP TRIỂN KHAI DỊCH VỤ FIBERVNN TẠI
VNPT HẢI PHÒNG

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

Sinh viên : Nguyễn Việt Hùng
Giảng viên hướng dẫn: TS. Đoàn Hữu Chức

HẢI PHÒNG – 2023

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

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Nguyễn Việt Hùng **Mã SV:** 2113103001

Lớp: DTL2501 **Ngành:** Công nghệ kỹ thuật Điện - Điện tử

Tên đề tài: Giải pháp triển khai dịch vụ FiberVNN tại VNPT Hải Phòng

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).
 - ✓ Tìm hiểu về các khái niệm, định nghĩa, cấu trúc, thành phần và nguyên lý hoạt động các công nghệ về mạng truy nhập băng rộng tốc độ cao tại VNPT.
 - ✓ Tìm hiểu về mô hình tổ chức mạng truy nhập băng rộng tại VNPT Hải Phòng.
 - ✓ Tìm hiểu về các nhu cầu, giải pháp thiết kế và triển khai các bước lắp đặt thi công và xử lý dịch vụ FiberVNN tại VNPT Hải Phòng
2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.
 - ✓ Sử dụng các số liệu, dữ liệu và thông số kỹ thuật tiêu chuẩn ngành viễn thông để áp dụng triển khai thiết kế qui hoạch mạng băng rộng cố định tốc độ cao.
3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

Trung tâm Viễn thông 2 - VNPT Hải Phòng

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đoàn Hữu Chức

Học hàm, học vị : Tiến sĩ

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

Nội dung hướng dẫn: Toàn bộ đồ án.

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2023

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2023

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Nguyễn Việt Hùng

TS. Đoàn Hữu Chức

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2023

Cộng Hòa Xã Hội Chủ Nghĩa Việt Nam
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên: Đoàn Hữu Chức

Đơn vị công tác: Trường Đại học Quản lý và Công nghệ Hải Phòng

Họ và tên sinh viên: Nguyễn Việt Hùng

Chuyên ngành: Điện tử - Truyền thông

Nội dung hướng dẫn: Toàn bộ đề tài

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Đánh giá chất lượng của đồ án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T.T.N, trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

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

Giảng viên hướng dẫn

(ký và ghi rõ họ tên)

Cộng Hòa Xã Hội Chủ Nghĩa Việt Nam
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

.....

1. Phần nhận xét của giảng viên chấm phản biện

.....

.....

.....

.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....

.....

.....

.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm phản biện ☐

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

Giảng viên chấm phản biện

(ký và ghi rõ họ tên)

Lời cảm ơn

Sau 3 tháng tìm hiểu nghiên cứu và được sự hướng dẫn tận tình của thầy TS. Đoàn Hữu Chúc em đã hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài: **“GIẢI PHÁP TRIỂN KHAI DỊCH VỤ FIBERVNN TẠI VNPT HẢI PHÒNG”** đúng thời gian quy định. Tuy nhiên do kiến thức còn hạn hẹp nên không thể tránh khỏi những sai sót trong quá trình làm.

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

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

Em xin chân thành cảm ơn các thầy!

Hải phòng, ngày tháng năm 2023

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Việt Hùng

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	1
DANH MỤC HÌNH VẼ, BẢNG BIỂU	2-12
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	2-13
CHƯƠNG 1: NHU CẦU CÔNG NGHỆ MẠNG BĂNG RỘNG	5
1.1. Các nhu cầu về băng thông truy nhập:	5
1.2. Xu thế duy trì lợi thế cạnh tranh của các ISP:.....	8
1.3. Hiện trạng và xu hướng nâng cấp hệ thống mạng của VNPT:	9
CHƯƠNG 2: CÁC CÔNG NGHỆ TRIỂN KHAI FTTx.....	11
2. Công nghệ AON - xPON:.....	11
2.1. Công nghệ AON:.....	11
2.2. Ưu nhược điểm của công nghệ AON :.....	11
2.3. Công nghệ xPON:	12
2.3.1. Định nghĩa mạng Quang thụ động - xPON là gì?.....	12
2.3.2. Tại sao lại sử dụng PON:.....	12
2.3.3. Mô hình hoạt động của mạng xPON	14
2.3.4. Các thành phần tích cực mạng xPON	15
2.3.5. Các phần tử thụ động mạng xPON:	17
2.3.6. Các cơ chế hoạt động xPON:.....	20
2.3.7. Các chuẩn mạng PON.....	22
2.4. Các mô hình triển khai FTTx trên nền công nghệ xPON	25
2.4.1. Kiến trúc điểm đến điểm với bộ tách/ghép đặt ở tổng đài:.....	25
2.4.2. Bộ tách/ghép đặt tập trung ở tủ phân phối cáp:	27
2.4.3. Bộ tách/ghép đặt phân tán ở hộp đầu cáp:	28
CHƯƠNG 3: FTTH – TRIỂN KHAI LẮP ĐẶT, CẤU HÌNH THIẾT BỊ	30
3. Khái niệm về FTTx:	30
3.1. Quá trình xác thực cấp quyền và tính cước.....	30
3.2. Mô hình đầu nối thiết bị FTTH:.....	31
3.3. Các thành phần thiết bị trong mô hình FTTH.....	32
3.3.1. Bộ chuyển đổi quang – điện:	32
3.3.2. Khái niệm về Router:	35
3.3.3. Giới thiệu Router Cisco.	36
3.3.4. Modem Quang HTSV P5V1.....	41
3.3.5. Switch/Hub	44
3.4. Cấu hình Modem hỗ trợ FTTH và trên Windows Server:	45
3.4.1. Cấu hình TP LINK TL-WR542G:	45
3.5. Cấu hình NAT sử dụng RRAS trên Windows Server 2K3:.....	49

3.5.1. Mô hình đấu nối với công ty viễn thông:.....	49
3.6. Cấu hình NAT sử dụng Internet Connection Sharing trên WindowsXP:	52
3.6.1. Mô hình đấu nối với công ty viễn thông:.....	52
3.6.2. Các bước thực hiện:	53
3.7. Cấu hình Router Cisco	57
3.7.1. Mô tả thiết bị:.....	57
3.7.2. Cấu hình sử dụng Internet:.....	57
3.7.3. Kiểm tra, chạy thử.....	57
CHƯƠNG 4: ĐO KIỂM CHẤT LƯỢNG - PHÂN TÍCH XỬ LÝ LỖI.....	61
4. Đo kiểm – phân tích.....	61
4.1. Các yếu tố gây suy hao tín hiệu	61
4.1.1. Suy hao sợi quang.....	61
4.1.2. Suy hao trên tuyến quang.....	61
4.1.3. Suy hao tại mối hàn	61
4.1.4. Suy hao tại cặp kết nối – connector	61
4.2. Giới thiệu các loại máy đo quang.....	61
4.2.1. Đo tuyến quang sử dụng máy OTDR	61
4.2.2. Các thiết bị quang cầm tay (Máy đo công suất, máy phát nguồn quang, máy chèn suy hao)	65
4.3. Các phương pháp đo tuyến quang.....	66
4.3.1. Đo tuyến quang dùng máy đo công suất.....	66
4.3.2. Phương pháp cắt sợi (cut - back - method).....	66
4.3.3. Phương pháp xen thêm (Insertion loss method)	67
4.3.4. Đo suy hao bằng máy đo OTDR theo phương pháp tán xạ ngược (Backscattering).....	68
4.4. Phân tích xử lý lỗi đường truyền.....	69
4.4.1. Phân loại sự cố:	69
4.4.2. Các sự cố, các lỗi phía nhà cung cấp dịch vụ (ISP):.....	69
4.4.3. Các sự cố liên quan đến truyền dẫn từ ISP đến khách hàng:.....	70
4.4.4. Các sự cố phía khách hàng:	70
4.4.5. Phán đoán và xử lý lỗi phía khách hàng:	70
4.4.6. Kiểm tra cáp quang nhảy và ODF:	72
4.4.7. Các lỗi liên quan đến máy tính trong mạng LAN khách hàng:	73
4.4.8. Lỗi sợi quang từ đầu khách hàng đến trạm cuối:.....	76
4.4.9. Suy hao sợi quang.....	77
CHƯƠNG 5: TRIỂN KHAI DỊCH VỤ FIBERVNN TẠI VNPT HẢI PHÒNG...78	
5. Tổ chức mạng tại VNPT Hải Phòng	78

5.1. Nguyên tắc và các mô hình tổ chức mạng của VNPT Hải Phòng	78
5.1.1. Mạng MAN-E VNPT Hải Phòng:	78
5.1.2. Mạng truyền tải Backhaul:.....	78
5.1.3. Mạng truy nhập ODN tại VNPT Hải Phòng:.....	79
5.2. Công nghệ đang triển khai trên mạng lưới của VNPT Hải Phòng.....	80
KẾT LUẬN	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	84
<i>Lời cảm ơn</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>

DANH MỤC HÌNH VẼ, BẢNG BIỂU

HÌNH 1.	HIỆN TRẠNG MẠNG VNPT	10
HÌNH 2.	MÔ HÌNH MẠNG TRUY NHẬP QUANG FTTH TRÊN NỀN AON.....	11
HÌNH 3.	MÔ HÌNH MẠNG QUANG THU ĐỘNG CƠ BẢN.....	12
HÌNH 4.	MÔ HÌNH TRIỂN KHAI PON ĐẾN KHÁCH HÀNG.....	14
HÌNH 5.	CẤU TRÚC VÀ CHỨC NĂNG HOẠT ĐỘNG OLT.....	15
HÌNH 6.	MỘT THIẾT BỊ OLT.....	15
HÌNH 7.	MỘT THIẾT BỊ ONT.....	16
HÌNH 8.	CẤU TRÚC VÀ VỊ TRÍ LẮP ĐẶT ONU.....	16
HÌNH 9.	MỘT THIẾT BỊ ONU	17
HÌNH 10.	SPLITTER VÀ VỊ TRÍ TRONG FDH	17
HÌNH 11.	CẤU TRÚC VÀ VỊ TRÍ LẮP ĐẶT FDH	18
HÌNH 12.	SƠ ĐỒ ĐẦU NỐI CÁP VÀO SPLITTER TRONG FDH.....	18
HÌNH 13.	SƠ ĐỒ CHI TIẾT ĐẦU NỐI SPLITTER TRONG FDH.....	19
HÌNH 14.	ĐIỂM TRUY NHẬP MẠNG NAP	19
HÌNH 15.	CƠ CHẾ TRUYỀN LƯU LƯỢNG HƯỚNG XUỐNG	20
HÌNH 16.	CƠ CHẾ TRUYỀN LƯU LƯỢNG HƯỚNG LÊN.....	21
HÌNH 17.	KIẾN TRÚC VẬT LÝ KẾT NỐI ĐIỂM ĐẾN ĐIỂM	26
HÌNH 18.	KIẾN TRÚC LOGIC KẾT NỐI ĐIỂM ĐẾN ĐIỂM.....	26
HÌNH 19.	KIẾN TRÚC VẬT LÝ BỘ TÁCH/GHÉP ĐẶT TẬP TRUNG.....	27
HÌNH 20.	KIẾN TRÚC LOGIC BỘ TÁCH/GHÉP ĐẶT TẬP TRUNG	27
HÌNH 21.	KIẾN TRÚC VẬT LÝ BỘ TÁCH/GHÉP ĐẶT PHÂN TÁN.....	28
HÌNH 22.	KIẾN TRÚC LOGIC BỘ TÁCH/GHÉP ĐẶT PHÂN TÁN	29
HÌNH 23.	SƠ ĐỒ CƠ CHẾ XÁC THỰC	31
HÌNH 24.	MÔ HÌNH ĐẦU NỐI THIẾT BỊ FTTH.....	32
HÌNH 25.	CONVERTER AMP – TYCO ELECTRONICS	33
HÌNH 26.	CONVERTER RACK-MOUNTABLE 19”	34
HÌNH 27.	CÀI ĐẶT MẠC ĐỊNH DIP SWITCH.....	34
HÌNH 28.	CÁC LOẠI MEDIA CONVERTER CỦA SIGNAMAX	35
HÌNH 29.	GIGABIT ETHERNET VÀ WDM FAST ETHERNET TP-LINK CONVERTER	35
HÌNH 30.	CÁC THÀNH PHẦN CỦA BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO	36
HÌNH 31.	BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO 2501.....	38
HÌNH 32.	BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO 1603.....	38
HÌNH 33.	BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO 1751.....	39
HÌNH 34.	BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO 2621.....	39
HÌNH 35.	BỘ ĐỊNH TUYẾN CISCO 3661.....	40
HÌNH 36.	MODEM QUANG HTSV P5V1	41
HÌNH 37.	MỘT THIẾT BỊ HUB	44
HÌNH 38.	MỘT THIẾT BỊ SWITCH.....	45
HÌNH 39.	GIAO DIỆN MÁY OTDR.....	62
HÌNH 40.	GIAO DIỆN HIỂN THỊ KẾT QUẢ ĐO.....	62
HÌNH 41.	BẢNG CHI TIẾT SỰ KIỆN.....	63
HÌNH 42.	CÁC THIẾT BỊ QUANG CẢM TAY	65
HÌNH 43.	ĐO SUY HAO THEO PHƯƠNG PHÁP CẮT SỢI.....	66
HÌNH 44.	ĐO SUY HAO THEO PHƯƠNG PHÁP XEN THÊM SUY HAO	67
HÌNH 45.	SƠ ĐỒ ĐO SỢI ĐA MODE.....	68
HÌNH 46.	ĐO SỢI ĐƠN MODE.....	68
HÌNH 47.	PHÂN LOẠI SỰ SÓ FTTH THEO CẤP ĐỘ SỬ DỤNG.....	69
HÌNH 48.	CONVERTER AMP – TYCO ELECTRONICS	70
HÌNH 49.	DÂY NHẢY QUANG.....	72
HÌNH 50.	ĐƯA BIỂU TƯỢNG KẾT NỐI LAN RA MÀN HÌNH	74
HÌNH 51.	BỎ TÙY CHỌN KHI TRUY NHẬP MẠNG PHẢI CẤP MẬT KHẨU	75
HÌNH 52.	KIỂM TRA CÁC SERVICES TRÊN MÁY.....	76
HÌNH 53.	CHỈNH LỖI HAI MÁY TRONG MẠNG LAN KHÔNG TRUY NHẬP ĐƯỢC NHAU	76
HÌNH 54.	CẤU TRÚC MẠNG VNPT.....	78
HÌNH 55.	CẤU TRÚC MẠNG MAN-E VNPT.....	79
HÌNH 56.	TOPO CORE CẤU TRÚC MAN-E VNPT HẢI PHÒNG	79
HÌNH 57.	TOPO MẠNG TRUY NHẬP ODN TẠI VNPT HẢI PHÒNG	80
HÌNH 58.	CÔNG NGHỆ XGS-PON TẠI VNPT HẢI PHÒNG	81
HÌNH 59.	MÔ HÌNH TỔNG QUAN MẠNG VNPT HẢI PHÒNG	82
HÌNH 60.	MÔ HÌNH CÔNG NGHỆ GPON TẠI VNPT HẢI PHÒNG	82

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

A		
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Đường truyền kỹ thuật số không đối xứng
AGG	Access Gateway	Cổng truy cập kết nối mạng nội bộ
AON	Active Optical Network	Công nghệ quang tích cực
ARP	Address Resolution Protocol	Giao thức giải địa chỉ mạng
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ chuyển mạch không đồng bộ
AUI	Attachment Unit Interface	Chuẩn giao diện kết nối vật lý
AUX	Auxiliary	Cổng phụ
AWG	Arrayed Waveguide Grating	Kỹ thuật lọc quang mang ổng dẫn truyền sóng
B		
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ lỗi Bit
BNG	"Broadband Network Gateway	Cổng mạng băng thông rộng
B-PON	Broadband Passive Optical Network	Mạng quang thụ động băng rộng
BRAS	Broadband Remote Access Server	Máy chủ truy nhập băng rộng từ xa
BSS	Base Station Subsystem	Hệ thống trạm gốc
C		
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CDN	Content Delivery Network	Mạng phân phối nội dung
CE	Customer Edge	Phía khách hàng
COM	Communication Port	Cổng giao tiếp
CoS	Class of Service	Lớp dịch vụ
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị phía khách hàng
D		
DBA	Dynamic Bandwidth Allocation	Giao thức phân chia mạng truy nhập
DIP	Dual In-line Package Switch	Công tắc gói hai hàng song song
DNS	Domain Name Server	Dịch vụ tên miền
DSL	Digital Subscriber Line	Đường truyền kỹ thuật số
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Thiết bị ghép kênh truy cập đường dây thuê bao kỹ thuật số

DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex	Ghép kênh theo bước sóng ghép mật độ cao
E		
E-PON	Ethernet Passive Optical Network	Mạng quang thụ động Ethernet
F		
FDH	Fiber Distribution Cabinet	Tủ phân phối quang
FE	Fast Ethernet	Tiêu chuẩn kết nối mạng dựa trên giao thức Ethernet
FPT	FPT Corporation	Tập đoàn công nghệ thông tin
FTTx	Fiber To The x	Cáp quang đến x
FTTB	Fiber to the Building	Cáp quang đến tòa nhà
FTTN	Fiber To The Node	Cáp quang đến điểm truy
FTTC	Fiber To The Carbinet	Cáp quang đến điểm tủ phân
FTTH	Fiber To The Home	Cáp quang đến nhà
FSAN	Full Service Access Network	Mạng truy cập dịch vụ đầy đủ
G		
GE	Gigabit Ethenet	Gigabit Ethenet
GEM	GPON Encapsulation Method	Phương pháp đóng gói GPON
GPON	Gigabit Passive Optical Network	Mạng quang chủ động Gigabit
GTC	G-PON Transmission Conversion	Chuyển đổi tín hiệu truyền dẫn GPON
I		
ICT	Information and Communication Technology	Công nghệ thông tin và truyền thông
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Hiệp hội Kỹ sư Điện và Điện tử.
IETF	Internet Engineering Task Force	Tổ chức nhiệm vụ kỹ thuật Internet
IOS	Internetwork Operating System	Hệ điều hành mạng
IP	Internet Protocol	Giao thức internet
IPTV	Internet Protocol Television	Truyền hình Internet
ISDN	Integrated Services Digital Network	Công nghệ băng hẹp
ISP	Internet Service Provider	Nhà cung cấp dịch vụ Internet
ITU	International Telecommunications Union	Tổ chức viễn thông quốc tế
L		

L2	Layer 2	Tầng thứ hai trong mô hình
LAN	Local Area Network	Mạng nội bộ
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol	Giao thức truy cập thư mục nhẹ
LLID	Logical Link Identifier	Định danh liên kết Logic
M		
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy nhập
MAN-E	Metro Area Network - Ethernet	Mạng đô thị sử dụng công
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức
MTU	Maximum Transmission Unit	Đơn vị truyền tối đa
MSAN	Multi Service Access Node	Thiết bị truy cập đa dịch vụ
N		
NAP	Network Access Point	Điểm truy nhập mạng
NAT	Network Address Translation	Chuyển đổi địa chỉ mạng
NGN	Next generation networking	Mạng thế hệ sau
NG-PON	Next-Generation Passive Optical Network	Mạng quang không chủ động thế hệ tiếp theo
NVRAM	Non-Volatile Random Access Memory	Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên
O		
OAM	Operations, Administration, and Maintenance	Hoạt động, Quản lý và Bảo trì hệ thống mạng
ODN	Optical Distribution Network	Mạng phân phối cáp quang
OLT	Optical Line Terminal	Đầu cuối tuyến quang
ONT	Optical Network Terminal	Đầu cuối mạng quang
ONU	Optical Network Unit	Đơn vị mạng quang
OPM	Optical Power Meter	Máy đo công suất quang
OSI	Open Systems Interconnection	Mô hình kết nối hệ thống mở
OSP	Operations Support System	Hệ thống hỗ trợ hoạt động
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer	Máy đo thời gian phản xạ quang
P		
P2P	Point to Point	Điểm đến điểm
PC	Personal Computer	Máy tính cá nhân
PDU	Protocol Data Unit	Đơn vị dữ liệu giao thức
PE	Provider Edge	Mạng cung cấp
PLOAM	Physical Layer Operations, Administration, and Maintenance	Hoạt động, Quản lý và Bảo trì tầng vật lý
PON	Passive Optical Networks	Mạng quang thụ động

PPPOE	Point-to-Point Protocol over Ethernet	Giao thức Điểm-đến-Điểm qua Ethernet
PSTN	Public Switched Telephone	Mạng điện thoại công cộng
PTP	Precision Time Protocol	Giao thức đồng bộ thời gian chính xác
Q		
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
R		
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service	Dịch vụ xác thực từ xa cho người dùng đăng nhập
RAM	Random Access Memory	Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên
ROM	Read-Only Memory	Bộ nhớ chỉ đọc
S		
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Hệ thống phân cấp số đồng
SDN	Software-Defined Networking	Mạng điều khiển bằng phần
SFP	Small Form-factor Pluggable	Một chuẩn tiêu chuẩn cho
SNI	Server Name Indication	Chỉ thị giao tiếp tên máy chủ
SR	Segment Routing	Phương pháp định tuyến theo đoạn trong
SSID	Service Set Identifier	Định danh bộ dịch vụ
S-VLAN	Service Provider VLAN	VLAN phía nhà cung cấp
T		
TDM	Time Division Multiplexing	Ghép kênh theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Truy cập nhiều người dùng theo chia thời gian
U		
UNI	User - Network Interface	Giao diện người dùng - Mạng
UPE	User Plane Entity	Giao thức giữa mạng gốc
UTP	Unshielded Twisted Pair	Cáp xoắn không có vỏ chống
V		
VCI/VPI	Virtual Circuit Identifier/Virtual Path Identifier	Trường thông tin sử dụng trong kỹ thuật truyền thông mạng ATM
VLAN	Virtual LAN	Mạng LAN ảo
VLAN ID	Virtual LAN Identify	Số hiện VLAN
VNPT	Vietnam Posts and Telecommunications Group	Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam
VoIP	Voice over Internet Protocol	Thoại qua giao thức IP
VoD	Video on Demand	Dịch vụ video theo yêu cầu
VPN	Virtual Private Network	Mạng riêng ảo

VDSL2	Very High Bit Rate Digital Subscriber Line 2	Đường truyền kỹ thuật số tốc độ cao rất cao 2
W		
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng
WDM	Wavelength Division Multiplex	Ghép kênh theo bước sóng
WDMA	Windowed Mode Add-Drop	Phương pháp truyền dẫn dữ
WEP	Wired Equivalent Privacy	Chuẩn bảo mật không dây
X		
xDSL	x Digital Subscriber Line	Các dịch vụ kênh thuê bao số
XGS-PON	Extended Gigabit-capable Passive Optical Network	Mạng quang không hoạt động có khả năng Gigabit mở rộng

LỜI NÓI ĐẦU

Với xu thế toàn cầu hóa và sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ, việc sử dụng băng thông rộng tốc độ cao ngày càng tăng. Theo dữ liệu từ Liên minh Viễn thông Quốc tế (ITU), cơ quan chuyên trách về công nghệ thông tin và truyền thông (ICT) của Liên hợp quốc. Tỷ lệ sử dụng Internet toàn cầu là 59.5%. Đầu năm 2023, Việt Nam có 77,93 triệu người dùng Internet, chiếm 79,1% tổng dân số. Số lượng người dùng Internet tại Việt Nam đã tăng thêm 5,3 triệu (+7,3%) so với năm 2022. Số thuê bao băng rộng cố định đạt 22,14 triệu thuê bao (tương ứng với tỷ lệ 22,26 thuê bao/100 dân), tăng 8% so với cùng kỳ năm ngoái. Tốc độ băng rộng cố định tháng 5/2023 đạt 93,31 Mbps, tăng 29,98% so với cùng kỳ năm 2022 xếp thứ 42 và cao hơn trung bình thế giới là 79,28 Mbps.

Tỷ lệ hộ gia đình tại Việt Nam dùng cáp quang hàng năm tăng trưởng trung bình $> 5\%/năm$. Dự kiến đến cuối năm 2023, tỷ lệ hộ gia đình dùng cáp quang sẽ đạt khoảng 84% (tương đương 22 triệu hộ gia đình).

Băng thông trung bình dịch vụ băng thông rộng trên toàn cầu năm 2023 đã đạt 200Mbps. Xu hướng tiếp tục tăng trong thời gian tới, đạt $\sim 300Mbps/$ năm 2025. Tại Việt Nam băng thông trung bình dự kiến đạt 100Mbps đến cuối 2023. Theo lộ trình, đến cuối 2025, băng thông trung bình tại Việt Nam đạt 200Mbps.

Không nằm ngoài xu thế sử dụng Internet hiện nay trên toàn thế giới, Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam (VNPT) đã xây dựng lộ trình quy hoạch về phát triển hạ tầng viễn thông băng thông rộng đến năm 2030, VNPT đã tiên phong xây dựng hệ thống Internet cáp quang, mạng cáp quang kết nối dịch vụ Internet băng rộng tới tận nhà thuê bao (cung cấp băng thông trên 50Mbps đến hàng trăm Gbps) được triển khai trên toàn bộ 63 tỉnh thành, kết nối tới 100% các xã trên cả nước và hiện tại 100% đường truyền internet tại VNPT Hải Phòng đều sử dụng dây mạng cáp quang thay vì dây cáp đồng.

Những năm gần đây, với sự phát triển nhanh chóng, vượt bậc của các xu hướng công nghệ truy nhập băng rộng mới như mạng IP Core và MAN-E (sử

dụng công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (IP/MPLS) và tiến tới trên thế giới đã thử nghiệm, đưa vào áp dụng các công nghệ chuyển mạch lõi thế hệ mới, kế thừa, chuyển đổi từ nền tảng IP/MPLS. Công nghệ mới SR (Segment Routing kết hợp SDN) trong mạng truyền tải IP là xu thế chung của các nước trên thế giới; công nghệ truyền dẫn trên nền tảng là kỹ thuật ghép kênh theo bước sóng mật độ cao (DWDM) trên nền sợi quang, các mô hình mạng truy nhập quang ODN là công nghệ truy nhập băng rộng cố định cáp quang (FTTx: FTTH, FTTB,..) đang là công nghệ chiếm ưu thế trên thị trường mạng truy nhập internet băng rộng tại Việt Nam và trên thế giới, và các dịch vụ mới (Internet, VoIP, IPTV, VoD...). Nhu cầu về băng thông kết nối tới các thiết bị truy nhập công nghệ AON, PON ngày càng cao, đòi hỏi cơ sở hạ tầng truyền tải phải đáp ứng các công nghệ mới của IP để sẵn sàng cho các dịch vụ mới ngày càng tăng: Multicast, End-to-end QoS, Bandwidth-on-demand..., yêu cầu đáp ứng băng thông cung cấp trực tiếp theo nhu cầu của khách hàng khách hàng (FE, GE), và các yêu cầu khác...

Những yêu cầu trên dẫn đến sự phát triển bùng nổ của mạng truyền dẫn quang, đặc biệt là mạng truy nhập tốc độ cao FTTx để truyền tải.

Các đặc điểm nổi bật của công nghệ truy nhập quang (FTTx):

- ✓ Tốc độ siêu cao: Đạt tới 1Tbps (1000Gbps), so với tốc độ 5G là 20Gbps.
- ✓ Băng thông lớn hơn (lên tới hàng Gbps)
- ✓ Sử dụng các phần tử quang thụ động (passive) tối ưu chi phí vận hành, bảo dưỡng
- ✓ Tuổi thọ hệ thống mạng cáp quang và các phần tử quang thụ động có thể lên tới vài chục năm (về lý thuyết có thể lên tới 30 năm)
- ✓ Có thể tái sử dụng được và chỉ cần thay thiết bị 02 đầu (thiết bị OLT phía nhà mạng và thiết bị ONT phía nhà khách hàng) trong trường hợp cần nâng cấp công nghệ truy nhập lên các thế hệ NG-PON
- ✓ Khoảng cách kết nối xa hơn (bán kính lên tới 20km) giúp mở rộng vùng phủ so với công nghệ cáp đồng xDSL (bán kính thường dưới 5km).

Theo dự báo, công nghệ XGS-PON (10G) sẽ bùng nổ trong giai đoạn 2021-

2024, sau đó công nghệ 50G sẽ bắt được triển khai từ 2025 và dự kiến bùng nổ trong giai đoạn 2026-2027.

Tại Việt Nam công nghệ mạng truy nhập tốc độ cao FTTx đang trong quá trình triển khai do đó có rất nhiều vấn đề cần nghiên cứu và phát triển tuy nhiên trong đồ án luận văn này xin được đi vào **Giải pháp triển khai dịch vụ Fiber VNN tại VNPT Hải Phòng**. Trong đó dịch vụ FiberVNN là dịch vụ cốt lõi của công nghệ mạng truy nhập tốc độ cao FTTH. FiberVNN: Là mạng viễn thông băng thông 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 truyền hình. Đây là dịch vụ truy cập Internet bằng cáp quang, thay cho cáp đồng tiêu chuẩn từ trước đến nay. Điểm khác biệt giữa truy cập FTTH và ADSL, là FTTH có tốc độ nhanh hơn gấp nhiều lần (khoảng 66 lần DSL tiêu chuẩn, 100 Mbps so với 1,5 Mbps) , và có tốc độ tải lên và tải xuống như nhau, trong khi ADSL có tốc độ tải lên luôn nhỏ hơn tốc độ tải xuống.

Lợi ích sử dụng của dịch vụ FiberVNN:

- ✓ Chất lượng truyền dẫn tín hiệu: bền bỉ ổn định không bị suy hao bởi nhiễu điện từ, thời tiết hay khoảng cách xa.
- ✓ Độ bảo mật rất cao: với FTTH thì hầu như không thể bị đánh cắp thông tin trên đường dây lúc truyền tín hiệu
- ✓ Ứng dụng hiệu quả với các ứng dụng: Hosting Server riêng, VPN mạng riêng ảo, Game Online, Truyền dữ liệu, IP camera, Video Conference Hội nghị truyền hình, VoD truyền hình theo yêu cầu, IPTV truyền hình tương tác... với ưu thế băng thông truyền dữ liệu tốc độ cao, có thể nâng băng thông theo yêu cầu khách hàng lên tới 1 Gbps.

Đối tượng dịch vụ FiberVNN:

- ✓ Các cá nhân/ hộ gia đình có nhu cầu dịch vụ băng rộng tốc độ cao.
- ✓ Các tổ chức/ doanh nghiệp.

Đề tài bao gồm 5 chương:

Chương 1: Nhu cầu công nghệ mạng băng rộng

Chương 2: Các công nghệ triển khai FTTx

Chương 3: FTTH – Triển khai lắp đặt, cấu hình thiết bị

Chương 4: Đo kiểm chất lượng - Phân tích xử lý lỗi

Chương 5: Triển khai dịch vụ FiberVNN tại VNPT Hải Phòng

Trong quá trình làm đồ án luận văn tôi đã nhận được nhiều ý kiến đóng góp, giúp đỡ quý báu của các thầy cô giáo cùng các bạn bè đồng nghiệp.

Xin gửi lời cảm ơn sâu sắc nhất tới Thầy giáo TS. Đoàn Hữu Chức người đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành đồ án luận văn này. Xin chân thành cảm ơn các giảng viên chuyên ngành điện tử truyền thông, khoa Kỹ thuật điện – Điện Tử, trường Đại Học Quản Lý và Công Nghệ Hải Phòng, những người đã trang bị cho tôi những kiến thức quý báu trong quá trình học tập.

Cảm ơn sự giúp đỡ, tạo điều kiện của các đồng nghiệp nơi tôi đang công tác: VNPT Hải Phòng đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tôi hoàn thành đồ án luận văn của mình.

CHƯƠNG 1: NHU CẦU CÔNG NGHỆ MẠNG BĂNG RỘNG

Xu hướng hội tụ của viễn thông và công nghệ thông tin có nhiều ảnh hưởng đến mạng viễn thông, đòi hỏi mạng viễn thông phải có cấu trúc mở, linh hoạt, cung cấp nhiều loại dịch vụ khác nhau cho người sử dụng, hiệu quả khai thác cao, dễ phát triển... Trong quá trình phát triển, các động lực thúc đẩy sự tiến bộ của kỹ thuật viễn thông là :

- ✓ Công nghệ điện tử với xu hướng phát triển hướng tới sự tích hợp ngày càng cao của các vi mạch.
- ✓ Sự phát triển của kỹ thuật số.
- ✓ Sự kết hợp giữa truyền thông và tin học, các phần mềm hoạt động ngày càng hiệu quả.

Công nghệ truyền dẫn quang làm tăng khả năng tốc độ và chất lượng truyền tin, chi phí thấp ... cho phép mạng lưới thoả mãn tốt hơn các nhu cầu của khách hàng trong tương lai. Do vậy, dù đang chiếm ưu thế với số lượng thuê bao lớn, nhưng xDSL - hệ thống truy cập tốc độ cao qua đường dây điện thoại (cáp đồng) đang lộ rõ những hạn chế về mặt băng thông, độ ổn định cũng như khả năng cung cấp dịch vụ. Cạnh tranh giữa các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông trở nên mạnh mẽ, khốc liệt hơn bao giờ hết. Để giữ vững và tăng thị phần, mỗi nhà cung cấp dịch vụ viễn thông phải đưa ra được thêm nhiều lợi ích cho khách hàng thông qua các dịch vụ mới trên mạng hay các gói dịch vụ hấp dẫn. Triển khai hạ tầng truyền dẫn cáp quang, thay thế dần hệ thống truyền dẫn cáp đồng mới là chìa khóa giúp cho các nhà khai thác dịch vụ viễn thông tăng doanh thu, đảm bảo vị trí cạnh tranh trên thị trường.

Dưới đây sẽ phân tích một số nhu cầu liên quan đến xu thế phát triển mạng truy nhập băng rộng:

1.1. Các nhu cầu về băng thông truy nhập:

Bên cạnh dịch vụ truy nhập Internet tốc độ cao, khách hàng ngày nay đòi hỏi rất nhiều các dịch vụ giá trị gia tăng tiện ích khác như :

- IPTV/Triple Play
- Đa dịch vụ (y tế, giáo dục, ...)
- P2P (peer2peer)
- Truyền hình độ nét cao
- Kết nối tới Node B của mạng 3G...

Mỗi dịch vụ đều đòi hỏi tốc độ băng thông nhất định mới đảm bảo chất lượng dịch vụ:

Dịch vụ	Băng thông (Up/down)	
IP Telephony (VoIP)	0.2/0.2	Mbps
Broadband Internet	5/10	Mbps
Video phone	1/1	Mbps
Video Conference	4/4	Mbps
VPN	5/10	Mbps
Online Games	0.5/1	Mbps
SDTV	0.4/4	Mbps
HDTV	0.5/12	Mbps

Do đó, để khách hàng có thể sử dụng tốt được các dịch vụ thì việc tăng thêm băng thông truy cập là một tất yếu. Bảng dưới đây nêu rõ nhu cầu về băng rộng và dịch vụ tương ứng với một số đối tượng khách hàng :

+ Doanh nghiệp, ngân hàng, văn phòng đại diện :

STT	DỊCH VỤ	BĂNG THÔNG UP	BĂNG THÔNG DOWN
1	Điện thoại IP	10*0.2 Mbps	10*0.2 Mbps
2	Kết nối Internet tốc độ cao	10 Mbps	20 Mbps
3	Điện thoại hình ảnh	5 Mbps	5 Mbps
4	Hội nghị truyền hình	4 Mbps	4 Mbps
5	Dịch vụ P2P	5 Mbps	10 Mbps
6	HDTV	0,5 Mbps	12 Mbps
TỔNG CỘNG		26.5 Mbps	53 Mbps
Kiểu kết nối có thể đáp ứng		FE	

+ Hộ gia đình có doanh thu cao và các đại lý viễn thông:

STT	DỊCH VỤ	BĂNG THÔNG UP	BĂNG THÔNG DOWN
1	Điện thoại IP	0.2 Mbps	0.2 Mbps
2	Kết nối Internet tốc độ cao	5 Mbps	10 Mbps
3	Điện thoại hình ảnh	1 Mbps	1 Mbps
4	Game online	0.5 Mbps	1 Mbps
5	HDTV	0.5 Mbps	12 Mbps
TỔNG CỘNG		7.2 Mbps	24.2 Mbps
Kiểu kết nối có thể đáp ứng		FE, VDSL2	

+ Các cửa hàng, doanh nghiệp nhỏ:

STT	DỊCH VỤ	BĂNG THÔNG UP	BĂNG THÔNG DOWN
1	Điện thoại IP	3*0.2 Mbps	3*0.2 Mbps
2	Kết nối Internet tốc độ cao	5 Mbps	10 Mbps
3	Điện thoại hình ảnh	1 Mbps	1 Mbps
TỔNG CỘNG		6.6 Mbps	11.6 Mbps
Kiểu kết nối có thể đáp ứng		VDSL2, ADSL2+ với khoảng cách gần	

+ Hộ gia đình có doanh thu trung bình:

STT	DỊCH VỤ	BĂNG THÔNG UP	BĂNG THÔNG DOWN
1	Điện thoại IP	0.2 Mbps	0.2 Mbps
2	Kết nối Internet	1 Mbps	5 Mbps
3	Game online	0.5 Mbps	1 Mbps
4	SDTV	0.4 Mbps	4 Mbps
TỔNG CỘNG		2.1 Mbps	10.2 Mbps
Kiểu kết nối có thể đáp ứng		ADSL2+ với khoảng cách gần	

So sánh các nhu cầu trên với bảng phân tích tốc độ các công nghệ hiện tại, ta có thể thấy xu hướng sắp tới sẽ là sự phát triển của công nghệ FE và GPON:

Loại thuê bao	Bảng thông/ KC 500m	Bảng thông/ KC 1000m	Bảng thông/ KC 2000m	Bảng thông/ KC 3000m	Bảng thông (KC tối đa)
VDSL2	Down: 80 M Up: 30 M	Down: 50 M Up: 10 M	Down: 16 M Up: 1 M	N/A	
ADSL2+	Down: 24 M Up: ≥ 1 M	Down: 22 M Up: 1 M	Down: 16 M Up: 1 M	Down: 6 M Up: < 1 M	Down: 1,5 M Up: 0,6 M (5000m)
FE	Down: 100 M Up: 100 M	Down: 100 M Up: 100 M	Down: 100 M Up: 100 M	Down: 100 M Up: 100 M	Down: 100 M Up: 100 M (70km)
GPON (*)	Down: 2500M/n Up: 1250M/n	Down: 2500M/n Up: 1250M/n	Down: 2500M/n Up: 1250M/n	Down: 2500M/n Up: 1250M/n	Down: 2500M/n Up: 1250M/n (20km)

1.2. Xu thế duy trì lợi thế cạnh tranh của các ISP:

- Thị trường viễn thông, với mức độ cạnh tranh ngày càng trở nên mạnh mẽ đòi hỏi các nhà cung cấp dịch vụ phải luôn ứng dụng các công nghệ truy nhập mới nhằm giữ và phát triển thị phần: Tính đến năm 2009, trên thị trường Việt Nam có :
 - ✓ 07 nhà cung cấp mạng di động: Vinaphone, Mobifone, Viettel, EVN, Vietnammobile, S-phone, Gtel
 - ✓ 06 nhà cung cấp mạng cố định: VNPT, FPT, Viettel, EVN, SPT, VTC
 - ✓ Ngoài ra, còn có các nhà cung cấp truyền hình cáp cũng đang mở rộng sang dịch vụ băng rộng
- Xu hướng phát triển chủ yếu của thị trường hiện nay là :
 - ✓ Các mạng di động đang lấn át các mạng cố định bằng tính tiện dụng và chất lượng ngày càng cao.
 - ✓ Các nhà cung cấp mới có điều kiện triển khai ngay các công nghệ truy nhập quang, có tốc độ và tính ổn định cao hơn nhiều so với các công nghệ truy

nhập cũ.

- ✓ Các nhà cung cấp truyền thông đang cạnh tranh mạnh trong phân đoạn khách hàng lớn bằng các biện pháp nâng cấp tốc độ, giảm giá.

Do đó, để giữ vững và tăng thêm thị phần, các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông truyền thống phải tập trung vào khai thác thế mạnh của mình là khả năng cung cấp băng thông rộng lớn và ổn định, mà giải pháp căn bản là ứng dụng các công nghệ mạng truy nhập mới trên nền cáp quang.

1.3. Hiện trạng và xu hướng nâng cấp hệ thống mạng của VNPT:

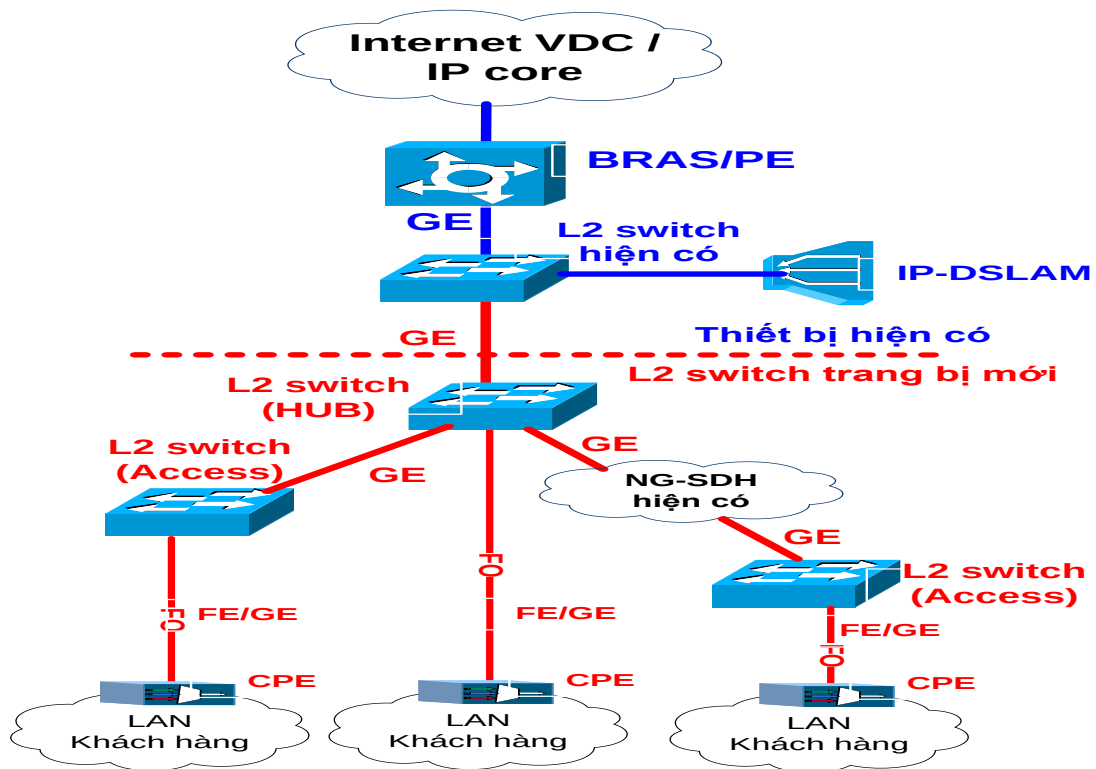
Với tư cách là nhà cung cấp dịch vụ băng rộng đầu tiên và luôn chiếm thị phần tối đa trên thị trường, hệ thống mạng của VNPT có ưu nhược điểm sau :

Ưu điểm :

- ✓ Hệ thống cơ sở hạ tầng mạng chuyển tải vững chắc cho phép VNPT đảm bảo được việc phát triển lâu dài, đảm bảo được việc chuyển tải lưu lượng nội tỉnh và liên tỉnh với băng thông và chất lượng cao :
- ✓ Đã và đang triển khai mạng IP/MPLS NGN Core với dung lượng khả năng các thiết bị rất lớn
- ✓ Đang triển khai mạng MANE tại tất cả các VNPT tỉnh, thành phố với dung lượng và công nghệ hiện đại, có trang bị các cổng GE, có thể cung cấp các kết nối đến 1 Gbps cho khách hàng.
- ✓ Mạng của VNPT có khả năng cung cấp đầy đủ các loại dịch vụ.

Nhược điểm :

- ✓ Mạng cáp đồng của VNPT đã triển khai từ lâu lạc hậu.
- ✓ Có nhiều điểm khoảng cách cáp xa do đó có những nơi không đáp ứng được yêu cầu băng thông của khách hàng.



Hình 1. Hiện trạng mạng VNPT

Để có thể theo kịp với xu hướng phát triển mới, bên cạnh việc khai thác tối đa những ưu thế của hệ thống mạng sẵn có, Tập đoàn VNPT coi ứng dụng mạng truy nhập quang là chiến lược phát triển sống còn trong những kế hoạch phát triển dài hạn trong tương lai.

CHƯƠNG 2: CÁC CÔNG NGHỆ TRIỂN KHAI FTTx

Các công nghệ truy nhập quang được ứng dụng trong mạng FTTx, tùy theo đặc tính của thiết bị giữa trạm trung tâm và tại nhà khách hàng, FTTx có thể phân thành hai hệ thống chính:

➔ Hệ thống phát triển trên nền công nghệ AON – công nghệ quang tích cực (Active Optical Network). Điển hình của hệ thống này là mạng Metronet đang phát triển tại các VNPT tỉnh thành

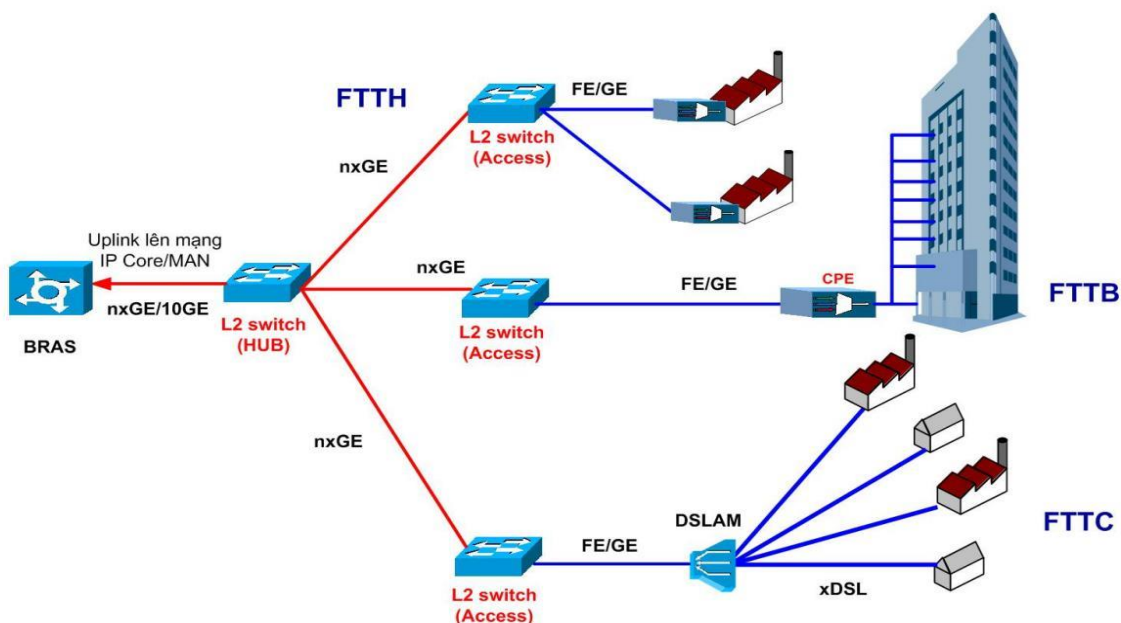
➔ Hệ thống phát triển trên nền công nghệ PON – công nghệ quang thụ động (passive optical network). Mô hình sẽ phát triển tại VNPT là xPON

2. Công nghệ AON - xPON:

2.1. Công nghệ AON:

Để phân phối và xử lý tín hiệu, tại các nút mạng AON sử dụng các thiết bị chuyển mạch có sử dụng nguồn điện như Ethernet Switch, multiplexer. Tín hiệu được chuyển mạch point to point và được hạn chế xung độ nhờ bộ nhớ đệm của các thiết bị chuyển mạch

- Mô hình mạng truy nhập quang FTTx trên nền AON



Hình 2. Mô hình mạng truy nhập quang FTTx trên nền AON

2.2. Ưu nhược điểm của công nghệ AON :

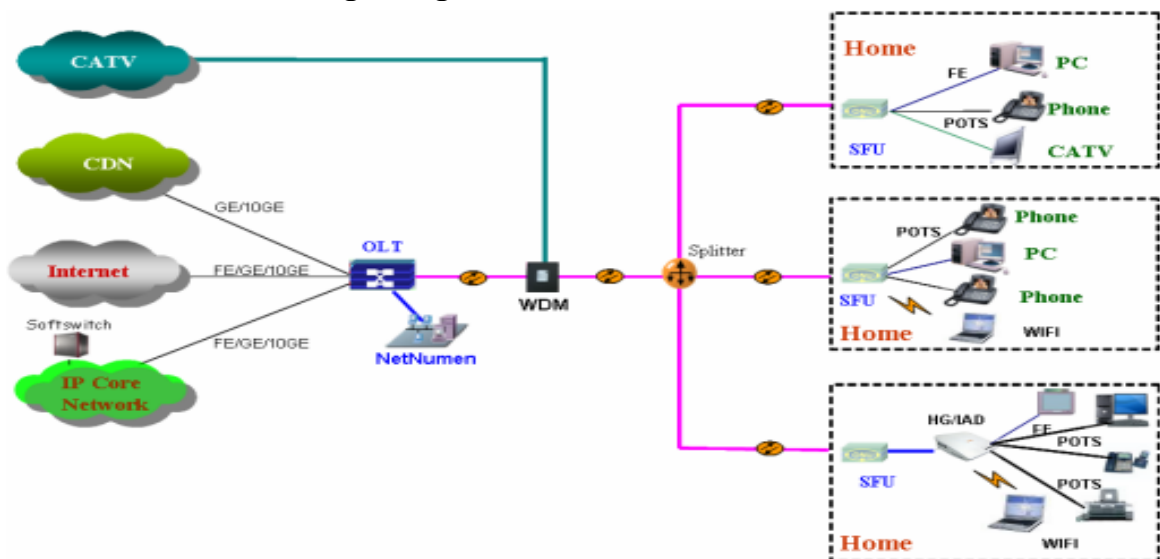
- Ưu điểm:

- ✓ Khoảng cách phục vụ có thể đáp ứng tối đa là 50km.
- ✓ Triển khai nhanh.
- ✓ Đáp ứng được hầu hết ở các điểm có nhu cầu
 - Nhược điểm:
- ✓ Tốn kém vì kết nối điểm - điểm cho từng khách hàng (P2P).
- ✓ Phải xây dựng tổng đài, trạm tập trung.
- ✓ Phải xây dựng hệ thống nguồn điện cho các thiết bị chuyển mạch.
- ✓ Các thiết bị chuyển mạch phải chuyển đổi tín hiệu quang thành điện để phân tích rồi chuyển đi nên hạn chế tốc độ truyền dẫn
 - Công nghệ AON áp dụng trong trường hợp: Nơi có mật độ thuê bao thấp.

2.3. Công nghệ xPON:

2.3.1. Định nghĩa mạng Quang thụ động - xPON là gì?

PON là viết tắt của Passive Optical Network nghĩa là mạng quang thụ động. Trong mạng quang thụ động không có bất kỳ thiết bị chủ động (thiết bị cần cung cấp nguồn nuôi) giữa trạm cuối và phía khách hàng mà chỉ có những thiết bị thụ động (thiết bị không cần nguồn nuôi) để điều khiển các tín hiệu từ trạm cuối đến khách hàng và ngược lại.



Hình 3. Mô hình mạng quang thụ động cơ bản

2.3.2. Tại sao lại sử dụng PON:

Ngày nay, càng ngày càng có nhiều những ứng dụng trên mạng cung cấp

các dịch vụ phục vụ nhu cầu làm việc, học tập, giải trí của con người. Có nhiều dịch vụ yêu cầu đường truyền mạng phải có băng thông rất lớn để truyền tải thông tin như: Truyền hình độ nét cao, Video theo yêu cầu, hội nghị truyền hình, điện thoại Internet...

Để đáp ứng được nhu cầu của các dịch vụ mạng này, các nhà cung cấp dịch vụ cần cải tiến hệ thống mạng truy nhập của họ để tăng băng thông, cải tiến độ tin cậy dịch vụ của các kết nối từ nhà cung cấp đến khách hàng.

Giải pháp kết nối quang trực tiếp đến khách hàng tỏ ra là giải pháp tối ưu cho việc cung cấp băng thông rộng trên mạng truy nhập vì đáp ứng được các yêu cầu trên. Có hai giải pháp kết nối trực tiếp quang đến khách hàng được sử dụng rộng rãi là giải pháp mạng quang tích cực và mạng quang thụ động.

Giải pháp quang tích cực sẽ cung cấp dịch vụ kết nối điểm điểm đến khách hàng nhờ sử dụng các thiết bị chủ động (thiết bị cần nguồn nuôi) để thực hiện việc chuyển mạch, định tuyến, chuyển đổi tín hiệu đến phía khách hàng và ngược lại.

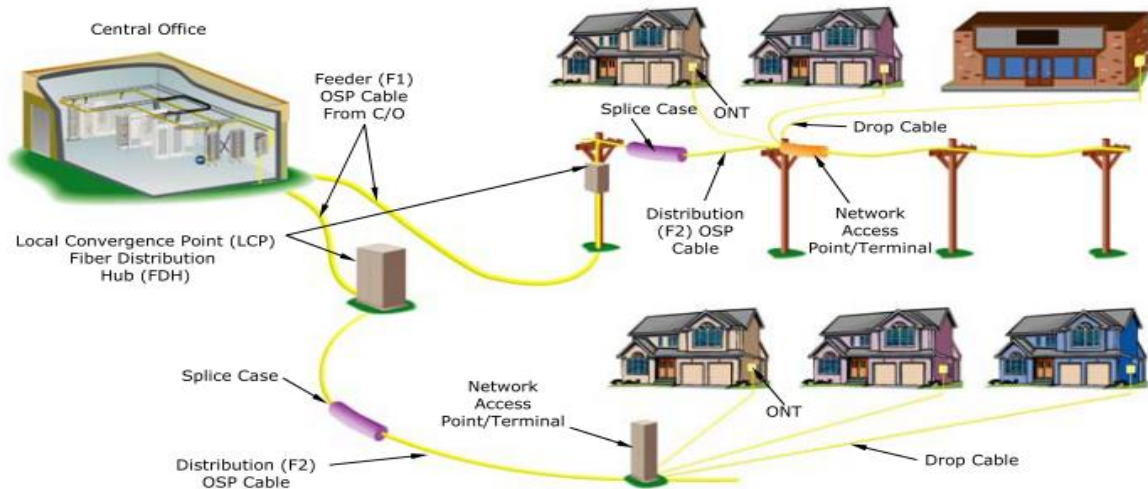
Giải pháp quang tích cực có một số nhược điểm như tổn cấp quang, độ ổn định kém, khó mở rộng bán kính từ tổng đài nhà cung cấp đến khách hàng.

Để cải tiến các nhược điểm trên, người ta chuyển sang sử dụng hệ thống quang thụ động (PON). Và nó có một số ưu điểm sau so với việc sử dụng mạng quang tích cực như sau:

- ✓ Do sử dụng splitter để tách tín hiệu, mạng quang thụ động không cung cấp kết nối sợi quang vật lý điểm - điểm từ tổng đài đến khách hàng mà sẽ sử dụng chung một sợi cáp từ tổng đài kéo đến vùng gần khách hàng, rồi từ đây dùng splitter tách tín hiệu quang để kéo đến khách hàng. Điều này làm giảm số lượng sợi quang phải kéo đi rất nhiều.

- ✓ Hơn nữa, việc thay thế các thiết bị chủ động bằng các thiết bị thụ động sẽ tiết kiệm chi phí cho nhà cung cấp dịch vụ vì không phải cung cấp nguồn và quản lý các thành phần chủ động trong mạng truy nhập. Thêm nữa, vì các thiết bị thụ động không cần nguồn nuôi và yêu cầu xử lý tín hiệu nên nó cũng ít hỏng hóc hay có ít lỗi hơn rất nhiều so với các thiết bị chủ động. Điều này làm giảm chi phí vận hành và bảo dưỡng cho các nhà cung cấp dịch vụ.

2.3.3. Mô hình hoạt động của mạng xPON



Hình 4. Mô hình triển khai PON đến khách hàng

Hình trên mô tả một mô hình hoạt động của mạng PON điển hình trong đó mạng cáp quang kết nối thiết bị chuyển mạch trong tổng đài với một số thuê bao dịch vụ. Các mạng viễn thông có thể giao tiếp với PON bao gồm chuyển mạch PSTN, IP Router, VoD Server, Switch, chuyển mạch ATM...

- Từ tổng đài, một sợi quang được chạy đến bộ chia công suất quang gần khu dân cư. Khu này có thể là: Tòa nhà lớn, tòa nhà văn phòng, công viên hoặc trường đại học... Splitter đặt ở đây có nhiệm vụ chia công suất quang ra làm N phần tách biệt để đưa vào N đầu ra đến thuê bao. Nếu P là công suất quang đến bộ Splitter thì công suất quang đến mỗi thuê bao sẽ là P/N .

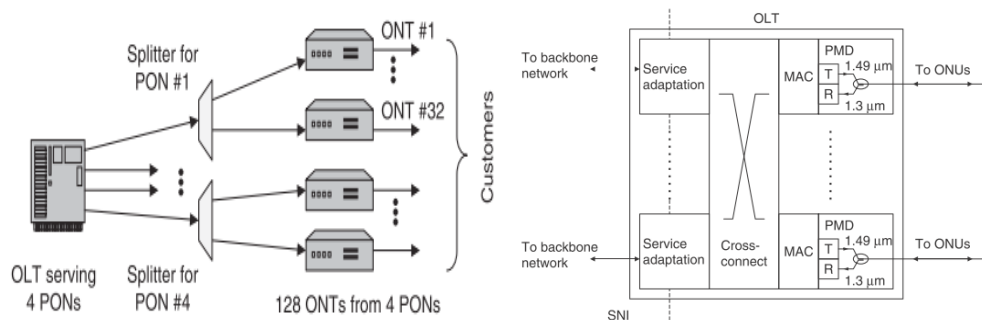
- Từ đầu ra của bộ chia, các sợi cáp đơn mode khác nhau sẽ được chạy đến nhà thuê bao. Bán kính có thể cung cấp từ trạm trung tâm đến thuê bao là 20 km. Trong mạng này, thiết bị tích cực (có nguồn điện nuôi) chỉ nằm ở trạm trung tâm và nhà thuê bao. Trên đường đi chỉ có các thiết bị thụ động.

Các thành phần tích cực bao gồm 1 OLT đặt ở Trạm trung tâm và 1 ONT hoặc ONU đặt ở cuối mạng. Như trong hình vẽ, 1 ONT được sử dụng khi sợi quang được kéo đến tận trong nhà thuê bao. Còn ONU được sử dụng khi sợi quang kết thúc đầu đó ngoài nhà thuê bao (trong tủ cáp hoặc gần 1 cụm nhà cửa, công ty). Kết nối từ ONU đến thuê bao có thể sử dụng đôi cáp đồng điện thoại hay cáp đồng trục...

Trong mạng PON, tất cả các dịch vụ cả hướng lên và hướng xuống đều được truyền trên cùng một sợi quang. Để các đầu cuối phân biệt được các dịch vụ này, người ta phải sử dụng công nghệ đa truy nhập phân chia theo bước sóng (WDMA). Đối với truyền dẫn hướng xuống, PON sử dụng bước sóng 1490 nm để truyền thoại và dữ liệu, 1550nm để truyền tín hiệu video. Đối với hướng lên, sử dụng bước sóng 1310nm cho thoại và dữ liệu

2.3.4. Các thành phần tích cực mạng xPON

2.3.4.1. OLT (Optical Line Terminal – Kết cuối đường quang):



Hình 5. Cấu trúc và chức năng hoạt động OLT

OLT là viết tắt của Optical Line Terminal (Kết cuối đường quang). OLT thường được đặt ở tổng đài và điều khiển luồng thông tin 2 hướng qua mạng phân phối quang. Một OLT có thể hỗ trợ khoảng cách truyền dẫn xa đến 20km. Đối với luồng thông tin hướng đến phía thuê bao, OLT có chức năng nhận tín hiệu thoại, dữ liệu, video... từ bên ngoài và truyền broadcast (quảng bá) vào tất cả các module ONT trên mạng phân phối quang. Trong hướng ngược lại từ phía khách hàng lên mạng OLT sẽ nhận rất nhiều loại dữ liệu và truyền ra mạng tương ứng.

Hình trên thể hiện một cấu trúc của TDM-PON OLT. Lớp vật lý định nghĩa các bộ truyền nhận quang. Lớp MAC lập lịch quyền sử dụng lớp vật lý để tránh việc ùn tắc khi nhiều ONT cùng truyền trên một sợi quang chung. Trong hệ thống PON, lớp MAC ở OLT phục vụ như là Master còn lớp MAC ở ONU đóng vai trò như client. OLT điều khiển thời gian bắt đầu và kết thúc mà một ONU được quyền truyền dữ liệu lên mạng.

Như trên hình vẽ, 1 OLT có thể chứa rất nhiều lớp MAC và lớp tương thích vật lý để nó có thể kết nối đến nhiều hệ thống PON. Ta có thể thực hiện đấu nối chéo trong OLT để chuyển mạch giữa nhiều hệ thống PON, ONUs và mạng trục. Lớp tương thích vật lý trong OLT sẽ thực hiện biên dịch giao thức trong mạng PON sang giao thức dùng ở mạng backbone và ngược lại. Giao tiếp giữa OLT và mạng backbone được gọi là giao tiếp mạng dịch vụ (SNI)



Hình 6. Một thiết bị OLT

2.3.4.2. ONT (Optical Network Terminal – Kết cuối mạng quang) :

ONT là viết tắt của Optical Network Terminal (Kết cuối mạng quang). Như hình trên, một ONT được đặt trực tiếp ở đầu khách hàng. Nhiệm vụ của nó để giao tiếp với mạng PON ở hướng lên và giao tiếp điện với thiết bị của khách hàng ở hướng xuống. Tùy thuộc vào nhu cầu sử dụng của thuê bao, ONT có thể

hỗ trợ rất nhiều dịch vụ viễn thông gồm: Ethernet, E1, T1, DS3, E3, ATM...

Trên thị trường có rất nhiều loại ONT để đáp ứng các nhu cầu sử dụng khác nhau của khách hàng. Kích cỡ của ONT có thể là cái hộp nhỏ đơn giản đến những thiết bị to, phức tạp phải bắt vào tủ Rack. Các thiết bị ONT phức tạp còn có thể tập trung và vận chuyển rất nhiều loại thông tin khác nhau từ phía khách hàng và gửi nó vào một sợi quang hướng lên trong mạng PON.

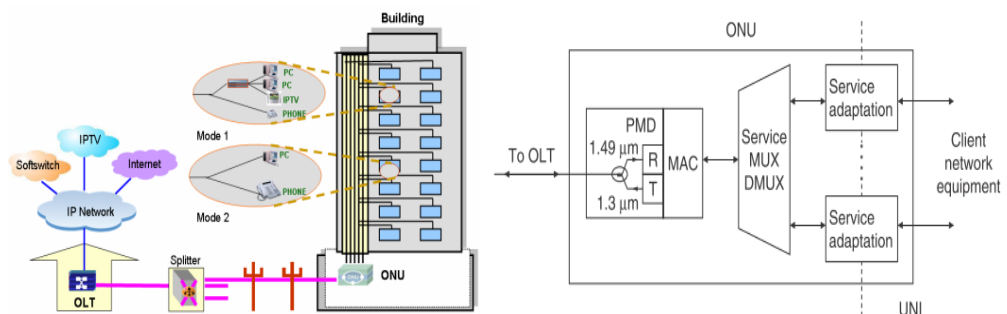
Cùng với OLT, ONT cho phép cấp phát băng thông động để cung cấp dịch vụ cho khách hàng một cách mềm dẻo, linh hoạt.



Hình 7. Một thiết bị ONT

2.3.4.3. ONU (Optical Network Unit -Thiết bị kết cuối mạng quang)

ONU là viết tắt của Optical Network Unit (Thiết bị kết cuối mạng quang) có chức năng giống ONT, nhưng ONT được đặt hẳn trong nhà của khách hàng còn ONU được đặt ở ngoài nhà khách hàng hay tại một điểm trung tâm để cung cấp dịch vụ cho các khách hàng khác nhau. Đầu vào của ONU là quang còn đầu ra để nối với khách hàng thường là giao diện khác là cáp xoắn hoặc cáp đồng trục. Ta có thể nhìn mô hình ở dưới để hiểu về ONU:



Hình 8. Cấu trúc và vị trí lắp đặt ONU

Một ONU kết nối đến OLT trong mạng PON thông qua lớp MAC và lớp tương thích vật lý. Lớp tương thích dịch vụ trong ONU sẽ biên dịch tín hiệu trong mạng của khách hàng thành tín hiệu PON và ngược lại, giao tiếp từ ONU đến mạng khách hàng là giao tiếp mạng người dùng (UNI). Phần ghép kênh, giải ghép kênh cung cấp chức năng ghép kênh cho những người dùng khác nhau. Bình thường có rất nhiều giao diện mạng, người dùng trong một ONU cho các kiểu dịch vụ khác nhau. Mỗi UNI có thể hỗ trợ các dạng tín hiệu khác nhau và yêu cầu các dịch vụ tương thích khác nhau.



Hình 9. Một thiết bị ONU

2.3.5. Các phần tử thụ động mạng xPON:

2.3.5.1. Splitter:



Hình 10. Splitter và vị trí trong FDH

Splitter là thiết bị để chia hoặc kết hợp công suất quang. Tín hiệu từ OLT đi đến Splitter sẽ được Splitter chia nhỏ công suất và đưa ra các đầu ra tương ứng. Số lần chia nhỏ công suất phụ thuộc vào số đầu ra của splitter. Bộ tách tín hiệu quang thường được đặt trong tủ phân phối quang (FDH) hoặc tổng đài (Central Office) tùy thuộc vào phương án thiết kế cho khách hàng.

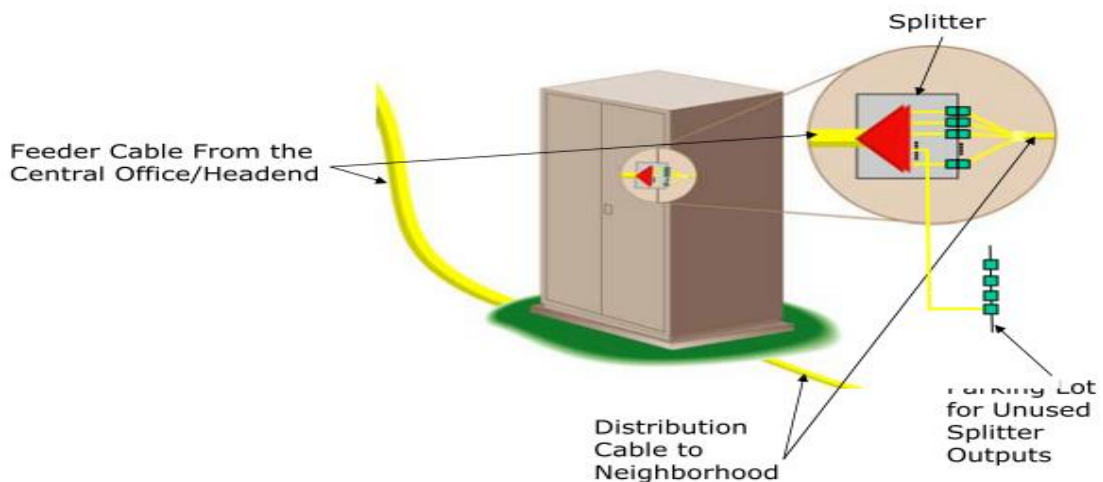
2.3.5.2. Tủ phân phối quang (FDH):



Hình 11. Cấu trúc và vị trí lắp đặt FDH

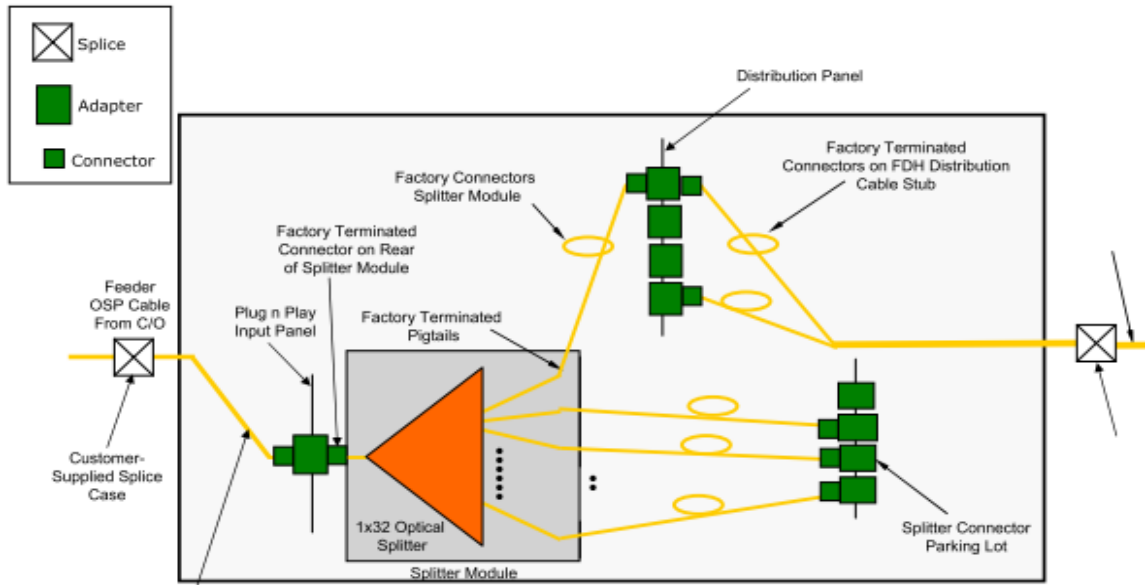
Tủ phân phối quang thường có dung lượng khá lớn có thể là trạm trung chuyển để đầu chéo các sợi quang tới và đi. Vị trí vật lý của tủ quang thường được lắp đặt ở bên đường như trên hình vẽ. Còn vị trí logic của tủ quang thường được đặt ở vị trí khá gần trung tâm để phân phối cáp cho một khu vực. Vị trí cụ thể ta có thể nhìn trên hình vẽ. Trong tủ quang FDH, ta có thể có 2 cách đầu nối sợi quang là: Dùng Connector hoặc hàn hồ quang.

Ta có thể đặt splitter trong tủ phân phối quang. Mô tả có thể được nhìn như hình dưới:



Hình 12. Sơ đồ đầu nối cáp vào Splitter trong FDH

Đường cáp gốc từ tổng đài đi vào tủ cáp được nối vào đầu vào của Connector, đầu ra của Connector này đã được nối sẵn với đầu vào của splitter. Các đầu ra của Splitter được đầu vào các cổng tương ứng trong tủ cáp để kết nối đến khách hàng. Ta có thể xem vị trí logic của hộp phân phối quang trong mạng PON như hình vẽ trên.



Hình 13. Sơ đồ chi tiết đầu nối splitter trong FDH

2.3.5.3. Điểm truy nhập mạng (NAP):



Hình 14. Điểm truy nhập mạng NAP

Network Access Point (Điểm truy cập mạng): Là những phân phối quang loại nhỏ thường được treo ở ngay ở gần trước nhà khách hàng hay một cụm khách hàng. Từ hộp truy nhập quang sẽ có các sợi cáp nhánh để kéo thẳng đến khách hàng.

2.3.5.4. Sợi cáp quang:

Về cơ bản có hai loại cáp được sử dụng trong hệ thống thông tin quang là sợi đa mode (truyền dẫn nhiều tia sáng với góc tới khác nhau qua sợi quang) và sợi đơn mode (chỉ có một tia sáng đi qua sợi quang). Trong hệ thống mạng quang thụ động, người ta thường sử dụng sợi đơn mode do có băng tần rộng hơn và khả năng truyền xa hơn. Đối với mô hình triển khai mạng quang thụ động trong thực tế, người ta phân biệt 3 loại sợi quang (cáp gốc, cáp cành và cáp ngọn).

✓ Cáp gốc (Feeder):

Đây là đoạn cáp từ tổng đài kéo đến các tủ đầu chéo (FDH). Cáp gốc thường to và có nhiều lõi quang bên trong.

✓ Cáp cành (Distribution cable):

Đối với mô hình, cáp cành là đoạn nối từ các đầu chéo (FDH) đến các hộp phân phối cáp (NAP). Cáp cành thường nhỏ và có ít lỗi hơn cáp gốc.

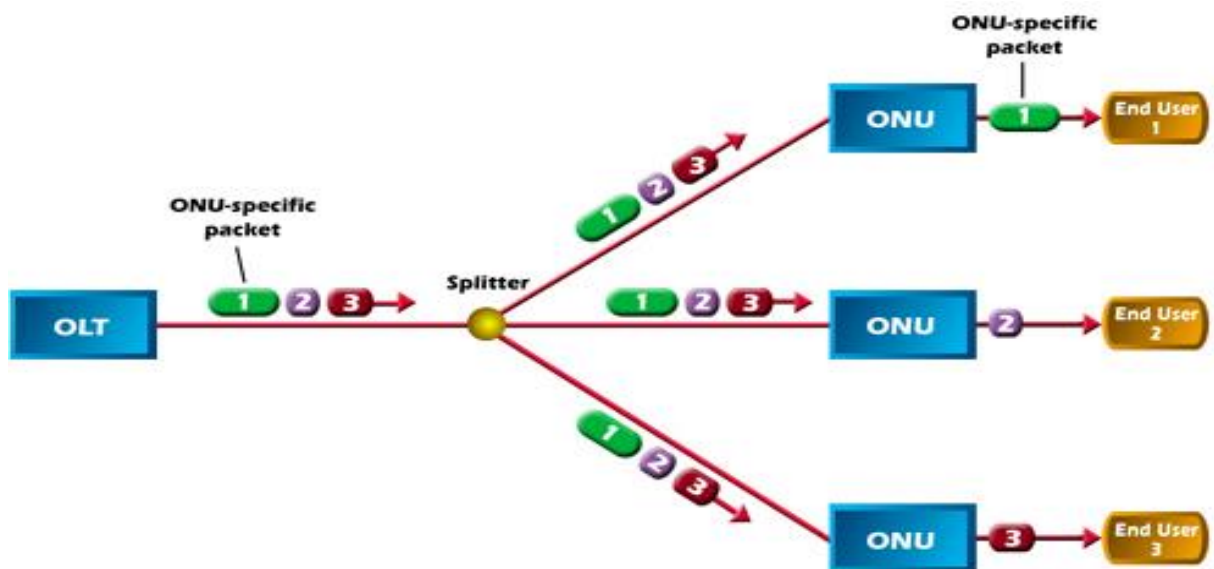
✓ Đoạn cáp nhánh (Drop cable):

Đoạn cáp nhánh là đoạn cáp từ điểm truy nhập quang đến nhà khách hàng. Đoạn cáp này có thể đi chìm hoặc kéo nối vào nhà khách hàng, tùy tình hình thực tế. Để kết nối vào nhà khách hàng, đoạn cáp này thường được hàn vào một sợi cáp pigtail để kết nối vào connector.

2.3.6. Các cơ chế hoạt động xPON:

2.3.6.1. Cơ chế truyền nhận lưu lượng trong mạng xPON:

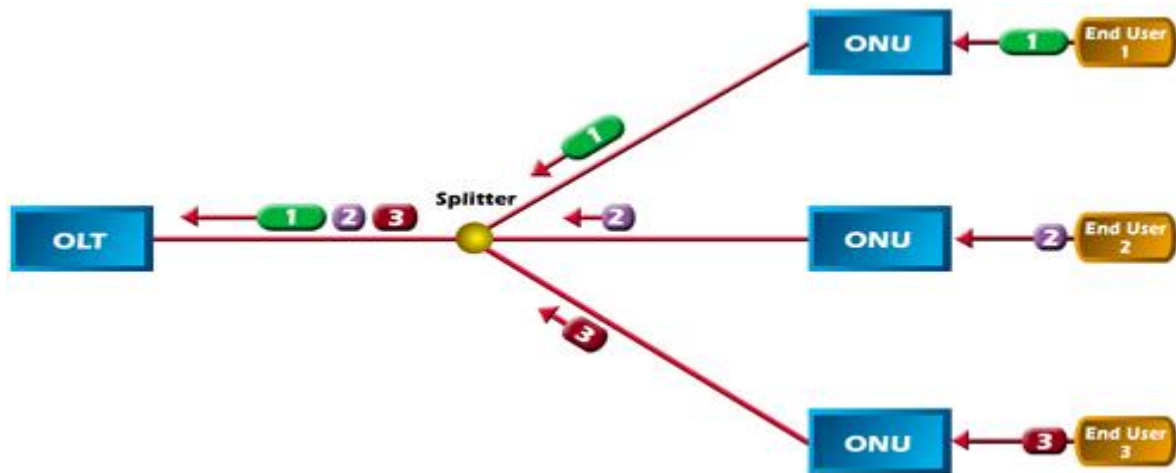
Cơ chế truyền lưu lượng hướng xuống (Từ OLT đến ONU):



Hình 15. Cơ chế truyền lưu lượng hướng xuống

Khi nhìn theo hướng xuống, việc truyền lưu lượng từ OLT đến ONT là theo kiểu truyền “quảng bá” tức là lưu lượng từ OLT sẽ được truyền đến tất cả các ONU và lọc tại lớp MAC của các ONU này. Trong mỗi gói tin được gửi từ OLT đến ONU có một phần tiêu đề xác định duy nhất địa chỉ đến của nó là thuộc về ONU-1, ONU-2 hay ONU-3. Phần tiêu đề này cũng có thể xác định gói tin thuộc về tất cả các ONU nếu nó chứa địa chỉ quảng bá, hay thuộc về một số ONU nếu nó chứa địa chỉ Multicast. Ở bộ tách ghép tín hiệu sẽ được chia nhỏ công suất làm 3 để chia ra 3 đường đến các ONU. Chú ý tín hiệu từ bộ tách/ghép đến các ONU mang thông tin giống hệt tín hiệu từ OLT đến bộ tách/ghép. Tại các ONU, sau khi đã nhận các lưu lượng từ OLT gửi đến, sẽ thực hiện lọc gói tin nào có địa chỉ gửi đến mình thì đưa ra đầu ra còn những gói tin nào không có địa chỉ gửi đến mình sẽ bị ONU hủy bỏ. Cơ chế hoạt động này khá giống với cơ chế truyền thông trong mạng LAN sử dụng Hub. Ví dụ như trên hình, ONU-1 nhận được 3 gói tin 1,2,3 nhưng nó chỉ chuyển tiếp gói tin 1 là gói có địa chỉ đến nó cho người sử dụng còn hủy bỏ hai gói tin 2 và 3.

Cơ chế truyền lưu lượng hướng lên:



Hình 16. Cơ chế truyền lưu lượng hướng lên

Đối với hướng lên, việc truyền lưu lượng phức tạp hơn. Nhìn từ phía ONU lên OLT mạng không còn là mạng quảng bá nữa mà là mạng điểm đến điểm, do gói tin từ ONU chỉ có thể đi lên OLT mà không thể truyền trực tiếp sang ONU khác. Khi truyền dữ liệu lên OLT, tất cả lưu lượng từ các ONU phải đi qua một đoạn cáp chung là đoạn từ OLT đến bộ tách/ghép. Nếu các dữ liệu từ ONU truyền đồng thời trên đoạn cáp dùng chung này sẽ gây ra sự ùn tắc và hỏng dữ liệu trên đoạn này. Ta cần phải có cơ chế điều khiển thời gian phát của các ONU một cách hợp lý để trong một thời điểm chỉ có 1 ONU phát tín hiệu lên mạng. Cơ chế này gọi là TDMA hay đa truy nhập phân chia theo thời gian. Cơ chế này có hai loại cơ bản là tĩnh và động:

Cơ chế đa truy nhập phân chia theo thời gian tĩnh: OLT sẽ cấp cho các ONU những khe thời gian tĩnh trong một chu kỳ thời gian của nó. Khi người sử dụng gửi gói tin lên các ONU, thông tin sẽ được lưu trong bộ nhớ đệm của ONU và chờ đến khe thời gian của mình, ONU sẽ thực hiện chuyển tiếp thông tin lên đường truyền đến OLT.

Đối với cơ chế truy nhập phân chia theo thời gian động: Các dữ liệu từ người dùng gửi đến ONU sẽ được ONU lưu trữ trong các hàng đợi của mình. OLT sẽ gửi các bản tin điều khiển giao tiếp với ONU để biết được tại thời điểm hiện tại ONU đang có bao nhiêu gói tin trong hàng đợi. Dựa vào thông tin về số lượng gói tin trong hàng đợi của ONU, OLT sẽ cấp cho ONU một khoảng thời gian chiếm giữ đường truyền để thực hiện truyền các gói tin trong hàng đợi của nó lên cho OLT.

Để điều khiển được chính xác khoảng thời gian cần thiết cấp cho ONU, OLT cũng cần thông tin khoảng cách từ OLT đến ONU bằng bao xa. Khoảng cách này sẽ được tính bằng thời gian gói tin đi từ OLT đến ONU và quay lại OLT. Việc tính khoảng cách này sẽ được nêu chi tiết trong phần tiếp theo.

2.3.7. Các chuẩn mạng PON

Các chuẩn mạng PON có thể chia thành 2 nhóm: Nhóm 1 bao gồm các chuẩn theo phương thức truy nhập TDMA PON như là B-PON (Broadband PON), E-PON (Ethernet PON), G-PON (Gigabit PON), nhóm 2 bao gồm chuẩn theo các phương thức truy nhập khác như WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing PON) và CDMA-PON (Code Division Multiple Access PON).

2.3.7.1. B-PON

Mạng thụ động băng rộng B-PON được chuẩn hóa trong chuỗi các khuyến nghị G.938 của ITU-T. Các khuyến nghị này đưa ra các tiêu chuẩn về các khối chức năng ONT và OLT, khuôn dạng và tốc độ khung của luồng dữ liệu hướng lên và hướng xuống, giao thức truy nhập hướng lên TDMA, các giao tiếp vật lý, các giao tiếp quản lý và điều khiển ONT và DBA.

Trong mạng B-PON, dữ liệu được đóng khung theo cấu trúc của các tế bào ATM. Một khung hướng xuống có tốc độ 155 Mbit/s (56 tế bào ATM có kích thước 53byte), hoặc 622 Mbit/s (4*56 tế bào ATM) và một tế bào quản lý vận hành bảo dưỡng lớp vật lý OAM (PLOAM – Physical Layer Operation Administration and Maintenance) được chèn vào cứ mỗi 28 tế bào trong kênh.

PLOAM có một bit để nhận dạng các tế bào PLOAM. Ngoài ra các tế bào PLOAM có khả năng lập trình được và chứa thông tin như là bảng thông hướng lên và các bản tin OAM.

Căn cứ và các thông tin về mã số nhận dạng kênh ảo và nhận dạng đường ảo (VPI/VCI) trong cấu trúc ATM, các ONT nhận biết và tách dữ liệu đường xuống của mình.

Cấu trúc khung hướng lên bao gồm 56 tế bào ATM (53byte). Mỗi một kênh (timeslot) gồm có một tế bào ATM/PLOAM và 24 bit từ mào đầu. Từ mào đầu mang thông tin về thời gian bảo vệ (guard time), mào đầu cho phép đồng bộ và khôi phục tín hiệu tại OLT, và thông tin nhận dạng điểm kết thúc của từ mào đầu. Chiều dài của từ mào đầu và các thông tin chứa trong đó được lập trình bởi OLT. Các ONT thực hiện gửi các tế bào PLOAM khi chúng nhận được yêu cầu từ OLT.

B-PON sử dụng giao thức DBA để cho phép OLT nhận biết lượng băng thông cần thiết cấp cho các ONT. OLT có thể giảm hoặc tăng băng thông cho các ONT dựa vào gửi các tế bào ATM rồi hoặc làm đầy tất cả hướng lên bởi dữ liệu của ONT.

OLT dừng định kỳ việc truyền hướng lên do vậy nó có khả năng mời bất kỳ ONT mới nào tham gia vào hoạt động hệ thống. Các ONT mới phát một bản tin phục hồi trong cửa sổ này với thời gian trễ ngẫu nhiên để tránh xung đột khi mà có nhiều ONT mới muốn tham gia.

OLT xác định khoảng cách tới mỗi ONT mới bằng việc gửi tới ONT một bản tin đo cự ly và xác định thời gian bao lâu để thu được bản tin phục hồi. Sau

đó OLT gửi tới ONT một giá trị trễ, giá trị này được sử dụng để xác định thời gian bảo vệ ứng với các ONT.

2.3.7.2. E-PON và Gbit/s PON

E-PON là giao thức mạng truy nhập đầy đủ dịch vụ FSAN (Full Service Access Network) TDMA PON thứ nhất được phát triển dựa trên khai thác các ưu điểm của công nghệ Ethernet ứng dụng trong thông tin quang. E-PON được chuẩn hóa bởi IEEE 802.3

Trong đó E-PON dữ liệu hướng xuống được đóng khung theo khuôn dạng Ethernet. Các khung E-PON 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.

ONU sử dụng giao thức điều khiển đa điểm 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 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 E-PON 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, nên 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 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 E-PON có thể đạt tới 1 Gbit/s.

Một chuẩn khác cũng cùng họ với E-PON là chuẩn Gbit/s Ethernet PON (IEEE 802.3av – Gbit/s PON). Chuẩn này là phát triển của E-PON tại tốc độ 10Gbit/s và được ứng dụng chủ yếu trong các mạng quảng bá video số.

Gbit/s PON cho phép phân phối nhiều dịch vụ đòi hỏi băng thông lớn, độ phân giải cao, đóng gói IP các luồng dữ liệu Video ngay cả khi hệ số phân chia OLT/ONT là 1:64 hoặc cao hơn.

2.3.7.3. G-PON

G-PON là giao thức FSAN TDMA PON thứ 2 được định nghĩa trong chuỗi khuyến nghị G.984 của ITU-T. G-PON được xây dựng trên trải nghiệm của B-PON và E-PON.

Mặc dù G-PON hỗ trợ truyền tải tin ATM, nhưng nó cũng đưa vào một cơ chế thích nghi tải tin mới mà được tối ưu hóa cho truyền tải các khung Ethernet được gọi là phương thức đóng gói G-PON (G-PON Encapsulation Method -

GEM). GEM là phương thức dựa trên thủ tục đóng khung chung trong khuyến nghị G.701 ngoại trừ việc GEM tối ưu hóa từ mào đầu để phục vụ cho ứng dụng của PON, cho phép sắp xếp các dữ liệu Ethernet vào tải tin GEM và hỗ trợ sắp xếp TDM.

G-PON sử dụng cấu trúc khung GTC (G-PON – Transmission Conversion) cho cả hai hướng xuống và hướng lên. Khung hướng xuống bắt đầu với một từ mào đầu PLOAM, tiếp sau đó là vùng tải tin GEM và/hoặc các tế bào ATM. PLOAM bao gồm có thông tin cấu trúc khung và sắp đặt các băng thông cho ONT gửi dữ liệu trong khung hướng lên tiếp theo.

Khung hướng lên bao gồm các nhóm khung gửi từ các ONT. Mỗi nhóm được bắt đầu với từ mào đầu các lớp vật lý mà có chức năng tương tự trong B-PON, nhưng cũng bao hàm tổng hợp các yêu cầu băng thông của các ONT. Ngoài ra, các tế bào trước PLOAM và các yêu cầu băng thông chi tiết hơn được gửi đi kèm với các nhóm hướng lên khi có yêu cầu từ OLT.

OLT gán các thời gian cho việc gửi dữ liệu hướng lên từ cho mỗi ONT.

2.3.7.4. WDM-PON

WDM-PON là mạng quang thụ động sử dụng phương thức đa ghép kênh phân chia theo bước sóng thay vì theo thời gian như trong phương thức TDMA. OLT sử dụng một bước sóng riêng rẽ để thông tin với mỗi ONT theo dạng điểm - điểm. Mỗi một ONU có một bộ lọc quang để lựa chọn bước sóng thích hợp với nó. OLT cũng có một bộ lọc cho mỗi ONU với các chức năng:

- ✓ Sử dụng các khối quang có thể lắp đặt tại chỗ lựa chọn các bước sóng ONU
- ✓ Dùng các laser điều chỉnh được
- ✓ Cắt phổ tín hiệu.
- ✓ Các phương thức thụ động mà theo đó OLT cung cấp tín hiệu sóng mang tới các ONU.
- ✓ Sử dụng tín hiệu hướng xuống để điều chỉnh bước sóng đầu ra của laser ONU.

WDM-PON có thể được sử dụng cho nhiều ứng dụng khác nhau như là FTTx, các ứng dụng VDSL và các điểm truy nhập vô tuyến từ xa. Các bộ thu WDM-PON sử dụng kỹ thuật lọc quang mang ống dẫn truyền sóng (Arrayed Waveguide Grating – AWG). Một AWG có thể được đặt ở môi trường trong nhà hoặc ngoài trời.

Ưu điểm chính của WDM-PON là nó có khả năng cung cấp các dịch vụ dữ liệu theo các cấu trúc khác nhau (DS1/E1/DS3, 10/100/1000Base Ethernet...) tùy theo yêu cầu về băng thông của khách hàng. Tuy nhiên, nhược điểm chính của WDM-PON là chi phí khá lớn cho các linh kiện quang để sản xuất bộ lọc ở những bước sóng khác nhau. WDM-PON cũng được triển khai kết hợp với các giao thức TDMA PON để cải thiện băng thông truyền tin.

2.3.7.5. CDMA-PON

Công nghệ đa truy nhập phân chia theo mã CDMA cũng có thể triển khai trong các ứng dụng PON. Cũng giống như WDM-PON, CDMA-PON cho

phép mỗi ONU sử dụng khuôn dạng và tốc độ dữ liệu khác nhau tương ứng với các nhu cầu của khách hàng. CDMA PON cũng có thể kết hợp với WDM để tăng dung lượng băng thông.

CDMA PON truyền tải các tín hiệu khách hàng với nhiều phổ tần truyền dẫn trải trên cùng một kênh thông tin. Các ký hiệu từ các tín hiệu khác nhau được mã hóa và nhận dạng thông qua bộ giải mã. Phần lớn công nghệ ứng dụng trong CDMA PON tuân theo phương thức trải phổ chuỗi trực tiếp. Trong phương thức này mỗi ký hiệu 0,1 (tương ứng với mỗi tín hiệu) được mã hóa thành chuỗi ký tự dài hơn và có tốc độ cao hơn.

Mỗi ONU sử dụng trị số chuỗi khác nhau cho ký tự của nó. Để khôi phục lại dữ liệu, OLT chia nhỏ tín hiệu quang thu được sau đó gửi tới các bộ lọc nhiễu xạ để tách lấy tín hiệu của mỗi ONU.

Ưu điểm chính của CDMA PON là cho phép truyền tải lưu lượng cao và có tính năng bảo mật nổi trội so với các chuẩn PON khác. Tuy nhiên, một trở ngại lớn trong CDMA-PON là các bộ khuếch đại quang đòi hỏi phải được thiết kế sao cho đảm bảo tương ứng với tỷ số tín hiệu/ tạp âm (S/N). Với hệ thống CDMA-PON không có bộ khuếch đại quang hệ số này có thể đạt 1:32 hoặc cao hơn.

Bên cạnh đó các bộ thu tín hiệu trong CDMA-PON là khá phức tạp và giá thành tương đối cao. Chính vì những nhược điểm này nên hiện tại CDMA-PON chưa được phát triển rộng rãi.

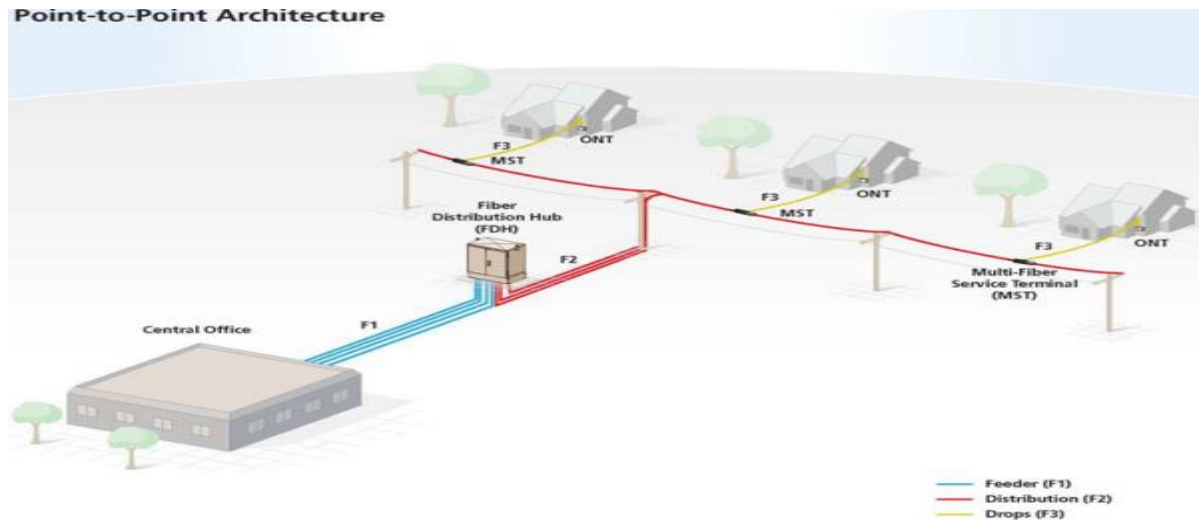
2.3.7.6. Kết luận:

Công nghệ PON ra đời mở ra một tiềm năng lớn cho triển khai các dịch vụ băng rộng, thay thế dần các hệ thống mạng truy nhập cáp đồng băng thông hẹp và chất lượng thấp. Các mạng PON sử dụng hệ thống thông tin quang có băng thông rộng tỷ lệ lỗi bit thấp (BER: 10^{-10} – 10^{-12}). Tuy nhiên, nó cũng có nhược điểm là giá thành xây dựng tương đối cao và không triển khai được tại những địa hình phức tạp. Có nhiều chuẩn PON khác nhau, do vậy trong thực tế tùy vào yêu cầu mà một nhà khai thác cần lựa chọn giải pháp cho phù hợp.

2.4. Các mô hình triển khai FTTx trên nền công nghệ xPON

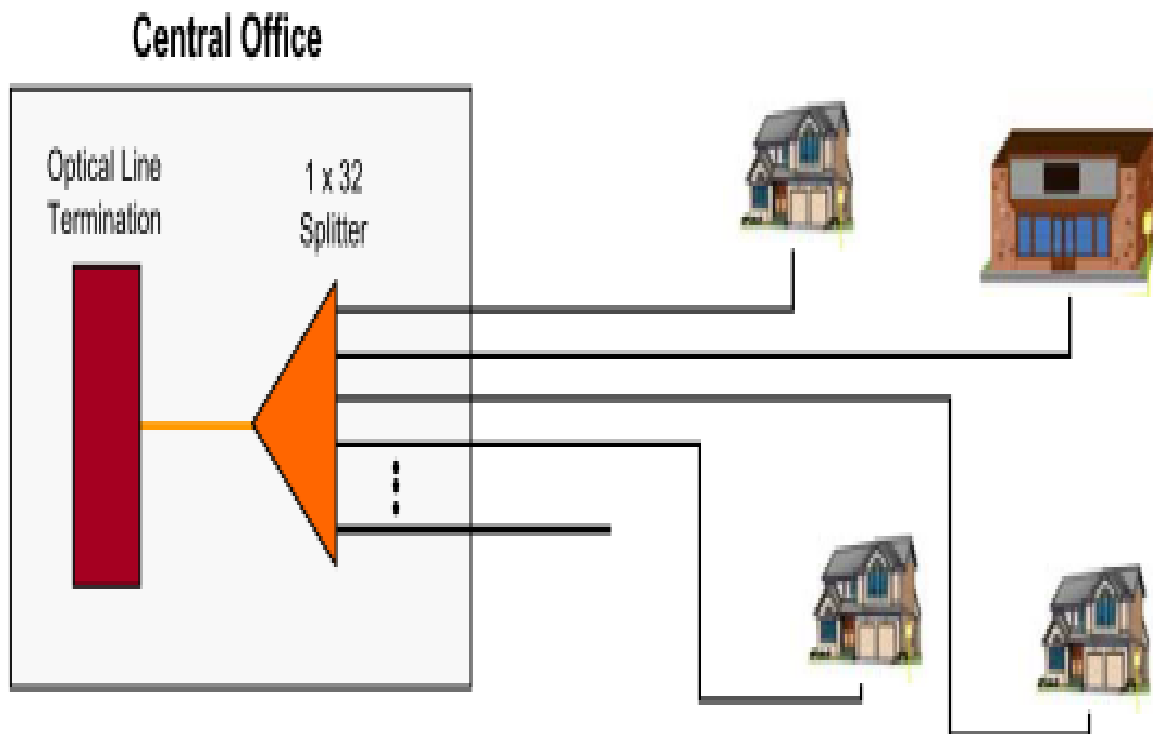
2.4.1. Kiến trúc điểm đến điểm với bộ tách/ghép đặt ở tổng đài:

Mô hình triển khai thực tế:



Hình 17. Kiến trúc vật lý kết nối điểm đến điểm

Với mô hình điểm đến điểm, OLT và splitter thường được đặt ở tổng đài (Central Office). Các sợi quang từ Splitter được kéo ra đầu nối qua các tủ phân phối cáp, hộp phân phối cáp để đến ONT của khách hàng. Với mô hình điểm đến điểm, chỉ có OLT và Splitter đặt ở tổng đài. Trên đường đi không có một splitter nào khác. Ta có thể thấy rõ hơn qua sơ đồ logic của mô hình này.



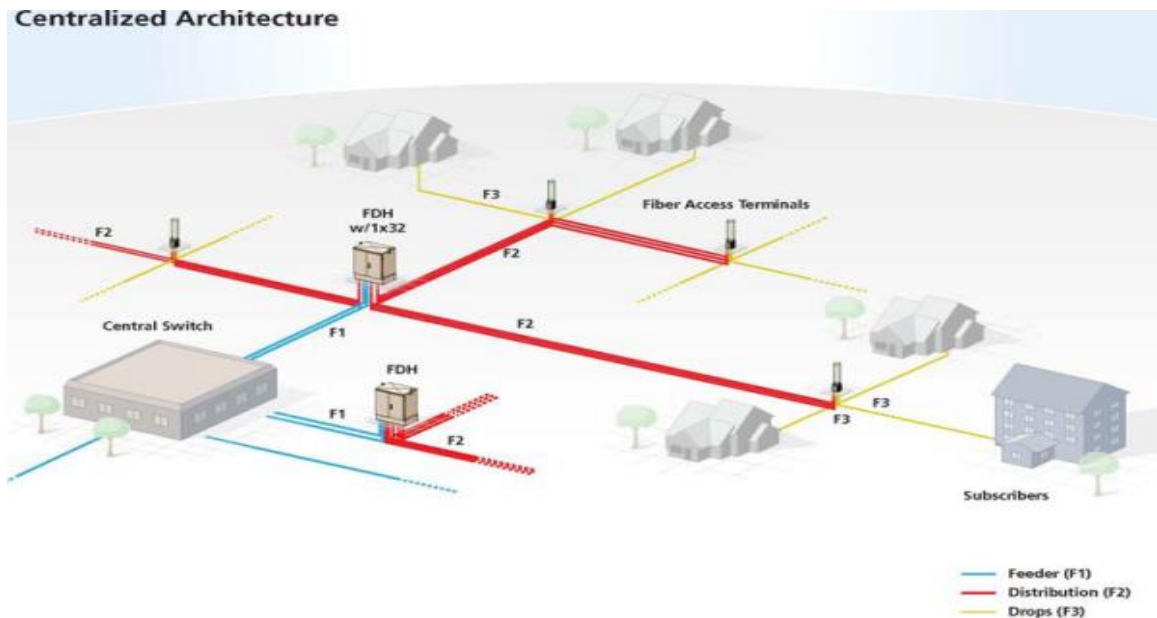
Hình 18. Kiến trúc logic kết nối điểm đến điểm

Mô hình này có một số ưu điểm là các nhà cung cấp dịch vụ có thể cung cấp băng thông tối đa và mềm dẻo hơn trong việc điều khiển mạng. Tất cả các công việc xử lý sự cố đều được thực hiện tại tổng đài hoặc nhà khách hàng, không phải xử lý ở đoạn giữa. Nhưng nó có nhược điểm lớn là tốn nhiều cáp quang và có nhiều sợi cáp quang nối thẳng đến tổng đài. Điều này không mong

muốn vì sẽ làm phức tạp tổng đài và tăng chi phí kéo cáp quang nên mô hình này thường ít được triển khai.

2.4.2. Bộ tách/ghép đặt tập trung ở tủ phân phối cáp:

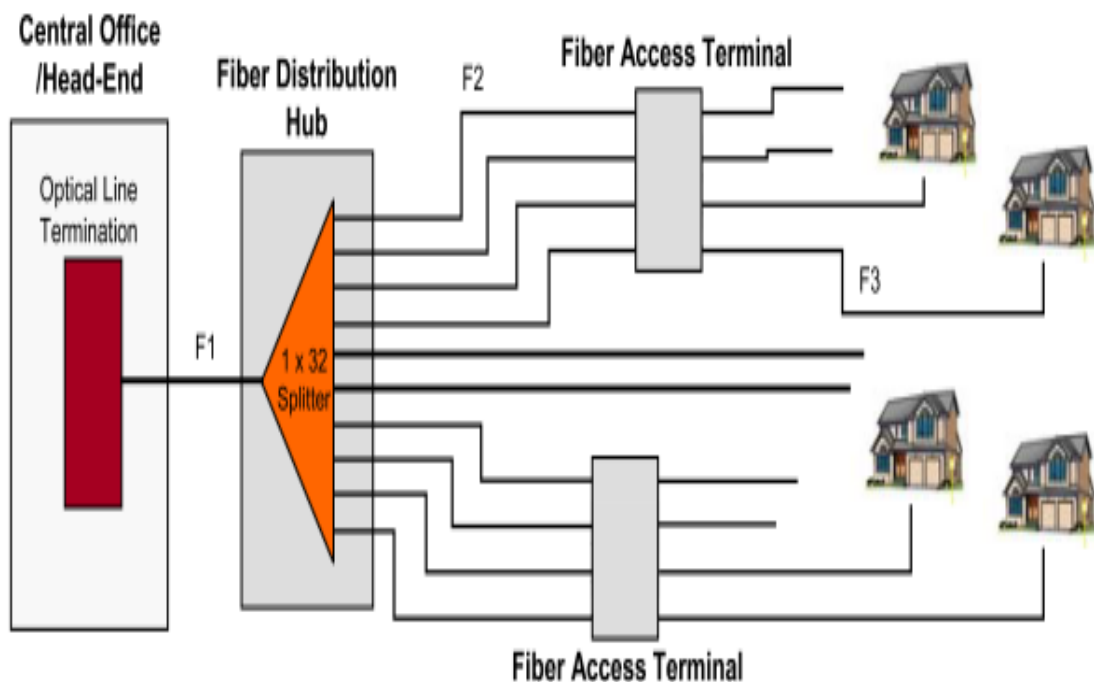
Mô hình triển khai thực tế:



Hình 19. Kiến trúc vật lý bộ tách/ghép đặt tập trung

Với mô hình này, OLT được đặt ở tổng đài còn các splitter được đặt tập trung trong các tủ phân phối cáp. Các tín hiệu tách ra được truyền qua các hộp phân phối cáp và đến ONT đặt ở nhà khách hàng.

Ta có thể thấy rõ hơn trên mô hình logic dưới đây:

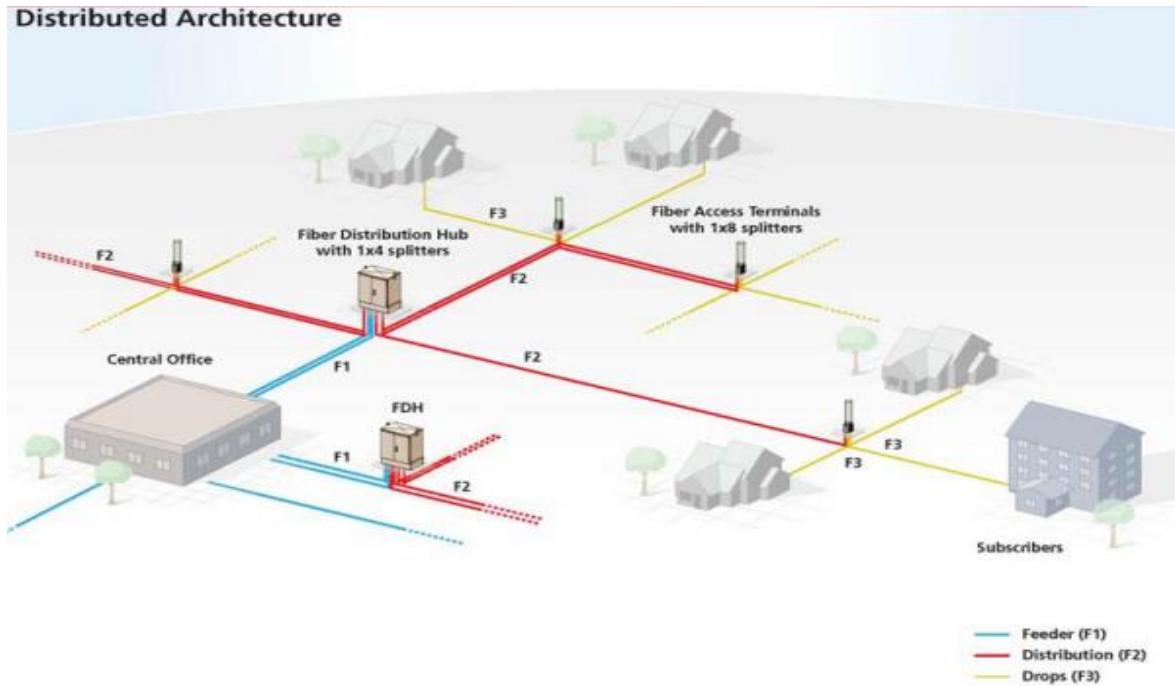


Hình 20. Kiến trúc logic bộ tách/ghép đặt tập trung

Với việc thực hiện các chức năng tách tín hiệu quang tập trung tại các tủ cáp FDH, ta có thể tận dụng tối đa khả năng của OLT và tập trung hơn trong việc xử lý sự cố mạng. Thường có 3 điểm để xử lý sự cố mạng trong mô hình này là tổng đài, tủ phân phối quang và nhà khách hàng. Mô hình này tiết kiệm cáp quang hơn mô hình trên và chỉ cần ít sợi quang nối đến tổng đài.

2.4.3. Bộ tách/ghép đặt phân tán ở hộp đầu cáp:

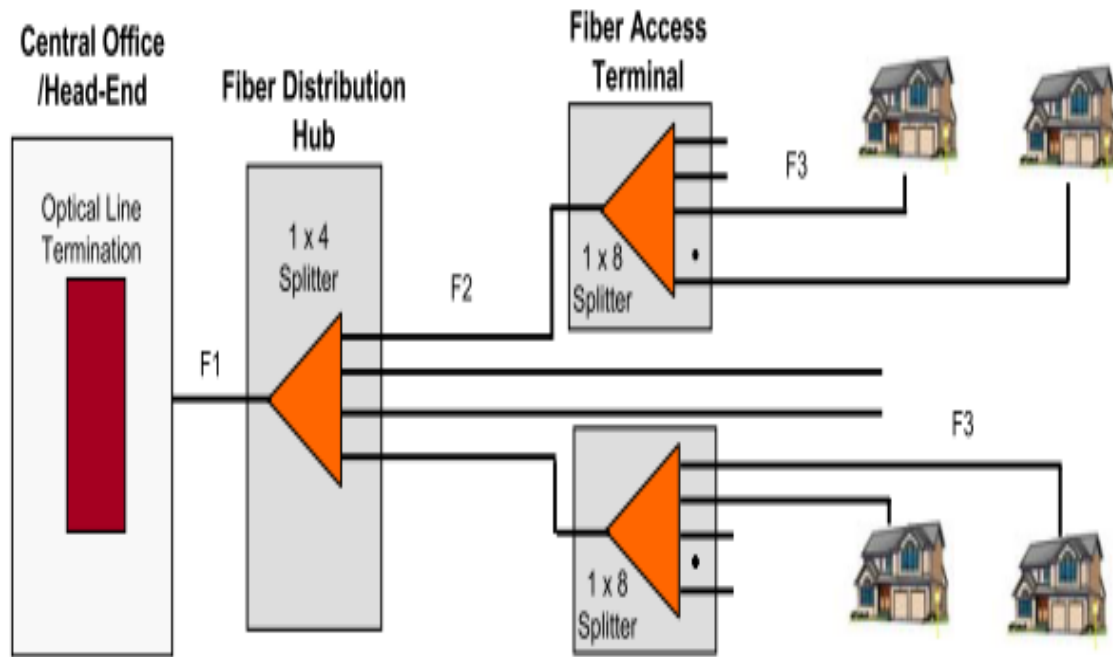
Mô hình triển khai thực tế:



Hình 21. Kiến trúc vật lý bộ tách/ghép đặt phân tán

Với mô hình này, OLT được đặt ở tổng đài. Các splitter không chỉ được đặt ở các tủ phân phối cáp mà còn được đặt ở các hộp phân phối cáp đến đầu khách hàng.

Ta có thể xem cụ thể hơn trong mô hình logic như dưới đây:



Hình 22. Kiến trúc logic bộ tách/ghép đặt phân tán

Mô hình này có ưu điểm rất lớn là tiết kiệm được cáp quang tối đa nhưng cũng có một số nhược điểm như sử dụng cổng PON của OLT không hiệu quả và khó khăn trong xử lý sự cố vì bây giờ khi một đường truyền có vấn đề, các cán bộ kỹ thuật không những phải kiểm tra ở tổng đài, ở tủ phân phối cáp, ở đầu khách hàng mà còn cả ở các hộp phân phối cáp nữa.

CHƯƠNG 3: FTTH – TRIỂN KHAI LẮP ĐẶT, CẤU HÌNH THIẾT BỊ

3. Khái niệm về FTTx:

FTTx là viết tắt của cụm từ “Fiber to the x” bao gồm FTTH (fiber to the Home), FTTB (fiber to the buiding), FTTN (fiber to the node), FTTC (fiber to the cabinet).

Nói theo nghĩa đen FTTx là việc dẫn đường truyền cáp quang tới một điểm, điểm đó có thể là hộ gia đình (home), tòa nhà (building) điểm (node), tủ (cabinet), thực chất FTTx là hệ thống cung cấp Internet qua đường truyền cáp quang tới các điểm nói trên:

➔ FTTH (Fiber to the Home): cáp quang đến nhà thuê bao. Kéo cáp quang trực tiếp đến nhà thuê bao.

➔ FTTB (Fiber to the Building): cáp quang đến tòa nhà. Kéo cáp quang đến tòa nhà, trong tòa nhà có thể dùng cáp đồng, cáp đồng trục hoặc bằng cáp quang.

➔ FTTC (Fiber to the Curb): Kéo cáp quang đến khu vực hay một cụm thuê bao và kết cuối tại vị trí thích hợp (thông thường trên lề đường) để từ đây có thể phục vụ cho một cụm hay một khu vực thuê bao (bán kính phục vụ thường dưới 300m). Kết nối từ điểm này tới khách hàng bằng cáp đồng hoặc cáp quang trong trường hợp chất lượng cáp đồng không đáp ứng theo yêu cầu của khách hàng.

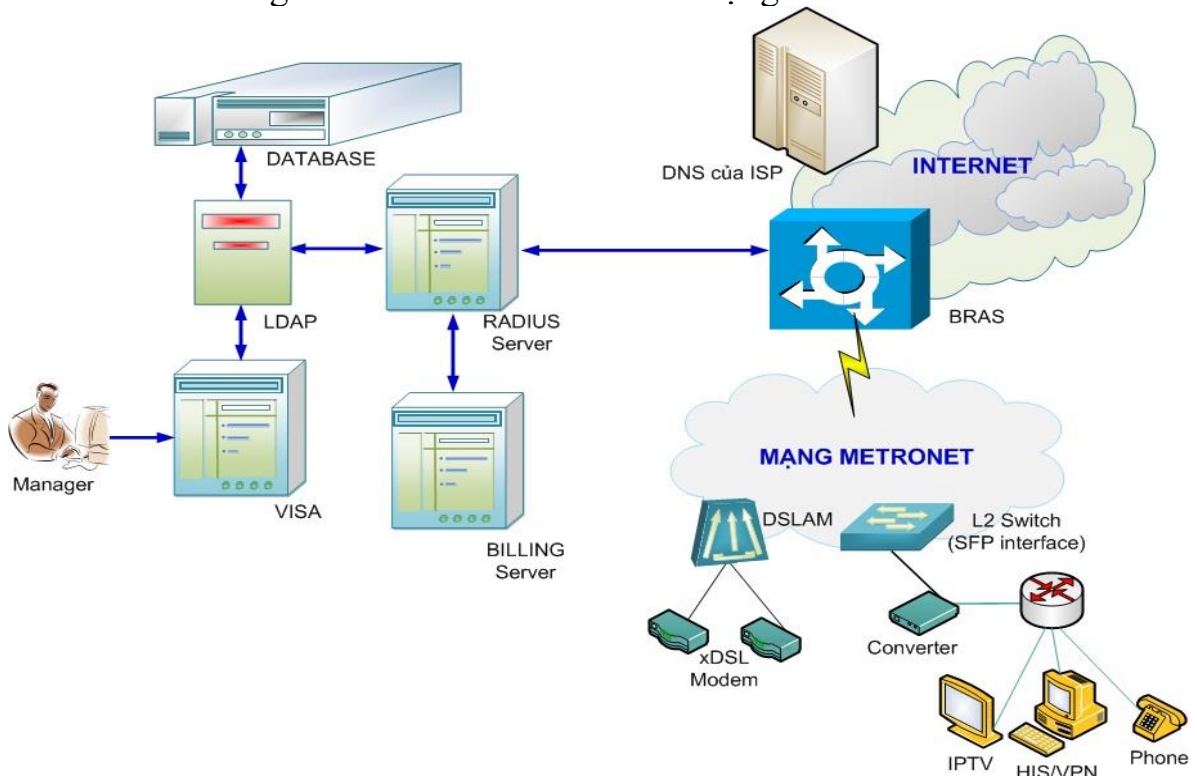
➔ FTTN (Fiber to the Node): Mô hình này còn được gọi là FTTCab (Fiber to the Cabinet); cáp quang được kéo đến các Cabinet, tại các Cabinet đặt các thiết bị truy nhập; bán kính phục vụ dưới 1500m, cho khoảng vài trăm thuê bao. Nếu bán kính phục vụ dưới 300m, thì gọi là FTTC

3.1. Quá trình xác thực cấp quyền và tính cước.

Nguyên tắc chung của việc xác thực tính cước trên đường FTTx

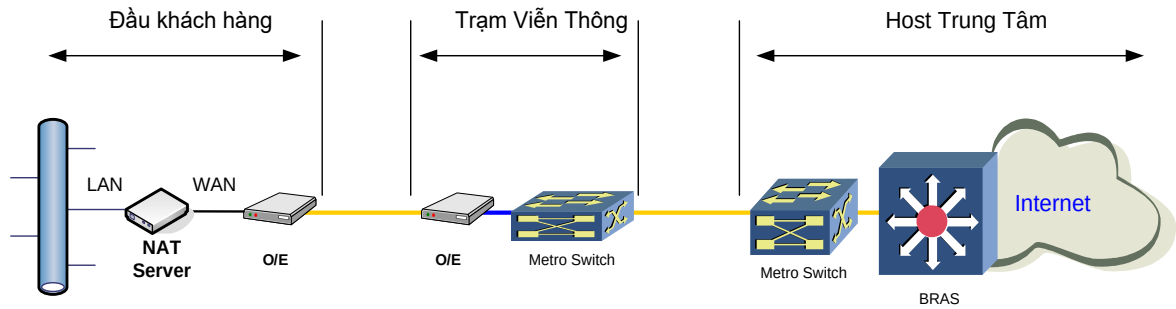
- Khi một user muốn vào mạng nó sẽ gửi một bản tin yêu cầu được kết nối đến BRAS. Bản tin này đi ngang qua DSLAM sẽ được DSLAM chuyển tiếp mà không can thiệp vào hoặc có can thiệp vào thay đổi một số thông số tùy theo yêu cầu cấu hình (ví dụ thay đổi địa chỉ MAC của modem).
- Khi đến BRAS (lúc này BRAS là một PPPoE server, còn modem là PPPoE client), tại đây (BRAS) sẽ đọc bản tin yêu cầu thiết lập kết nối mà modem đã gửi lên, Nó sẽ lấy các tham số trong đó có 2 tham số chính dùng để xác thực là username và password. Các thông số này (username, password) sẽ được BRAS chuyển đến RADIUS server để làm nhiệm vụ AAA (“authentication, authorization and accounting”- xác thực, phân quyền, tính cước). Lúc này BRAS đóng vai trò là RADIUS client để giao tiếp với RADIUS server.
- RADIUS server sẽ kiểm tra trong Cơ sở dữ liệu của mình các thông số liên quan đến khách hàng khi đăng ký dịch vụ. Nếu các thông số username, password không có hoặc sai, hoặc nợ cước thì hoặc một profile mặc định được chuyển hoặc một thông báo từ chối truy cập được chuyển tới Radius client, việc truy nhập mạng không được chấp nhận.

- Nếu các thông số đúng thì RADIUS server sẽ gửi một thông báo cho BRAS biết là cho phép thiết lập PPP session, đồng thời sẽ cấp phát cho modem một địa chỉ public để ra Internet. Thông báo này bao gồm một danh sách các cặp đặc tính- giá trị mô tả các thông số được sử dụng cho phiên làm việc, ví dụ thông báo điển hình bao gồm: kiểu dịch vụ, kiểu giao thức, địa chỉ gán cho người dùng (IP động hoặc tĩnh), danh sách truy cập được áp dụng hay một định tuyến tĩnh được cài đặt trong bảng định tuyến của máy chủ truy cập. Thông tin cấu hình trong Radius server sẽ xác định những gì sẽ được cài đặt trên máy chủ truy cập.
- Sau đó BRAS sẽ gửi bản tin thiết lập PPP tunnel xuống modem có kèm theo địa chỉ IP, đồng thời nó cũng sẽ gửi các trường start time, stop time, ...cho RADIUS để bắt đầu đếm lưu lượng của user. Một việc không thể thiếu đó là BRAS sẽ làm việc như một router biên (Edge router) để định tuyến địa chỉ này ra internet theo chính sách của ISP.
- Sau khi user kết nối thành công ra Internet, RADIUS server sẽ được kết nối với Billing server để tính cước từ lưu lượng ra thành tiền.



Hình 23. Sơ đồ cơ chế xác thực

3.2. Mô hình đầu nối thiết bị FTTH:



Hình 24. Mô hình đầu nối thiết bị FTTH

Từ BRAS của công ty viễn thông sẽ được nối qua 1 Switch metro trung tâm để nối đến các Switch metro access ở các tổng đài. Nếu Switch ở lớp truy nhập có sẵn module quang, ta có thể cắm 1 SFP vào module đó và cắm thẳng sợi quang vào SFP. Đầu khách hàng cần 1 converter O/E để chuyển đổi từ quang sang cổng Ethernet và nối vào mạng LAN khách hàng.

Nếu trên Switch metro access không có module quang, ta phải sử dụng thêm 1 converter O/E ở tổng đài để chuyển đổi tín hiệu điện ethernet từ Metro Switch đưa ra sang tín hiệu quang truyền xuống khách hàng. Tại khách hàng cũng cần 1 Converter O/E để chuyển đổi từ tín hiệu quang sang tín hiệu điện.

Vì các nhà cung cấp dịch vụ FTTH thường chỉ cấp cho khách hàng 1 địa chỉ IP public, để nhiều người có thể cùng sử dụng IP public đó truy nhập Internet, ở đầu khách hàng cần có thêm 1 thiết bị làm chức năng NAT server để chuyển đổi những địa chỉ IP dùng riêng của mỗi máy trong mạng LAN khách hàng thành địa chỉ IP public của nhà cung cấp dịch vụ để đi ra ngoài Internet. Trong phần này ta sẽ tìm hiểu cách cấu hình của Converter O/E, các NAT Server: TP LINK TL-WR542G, RRAS trên Windows Server 2003, Internet Connection Sharing trên Windows XP

3.3. Các thành phần thiết bị trong mô hình FTTH

3.3.1. Bộ chuyển đổi quang – điện:

3.3.1.1. Giới thiệu:

Converter quang điện AMP Fast Ethernet media converter là thiết bị chuyển đổi tín hiệu điện chuẩn 10/100 Base-TX sang tín hiệu quang 100 Base-FX. FE converter được cài đặt rất dễ dàng và là ý tưởng cho việc mở rộng mạng Ethernet thông qua cáp quang trong mạng Small office/Home office (SOHO), Fiber-to-the-Business (FTTB), Fiber-to-the-Home (FTTH) và các chi nhánh của các doanh nghiệp. Media converter cho phép mở rộng khoảng cách của mạng 10/100Base TX Ethernet lên đến 2 km nếu sử dụng cáp quang đa mode và lên đến 30 km nếu sử dụng cáp quang đơn mode.

Media converter cũng bao gồm là một WDM (Wavelength Division Multiplexing) converter, tức là có các chức năng giống như một converter chuẩn nhưng công nghệ WDM cho phép kết hợp việc truyền và nhận tín hiệu trên một

sợi cáp đơn. Người ta sử dụng 1 cặp WDM converter (sử dụng bước sóng 1310 và 1550 nm) ở hai đầu của sợi cáp quang đơn để truyền tín hiệu.



Hình 25. Converter AMP – Tyco Electronics

➤ *Tín hiệu đèn hiển thị:*

- ✓ Đèn led 100: Chỉ thị cáp mạng chuẩn 100Mbps
- ✓ Đèn PWR: Chỉ thị nguồn cấp
- ✓ LK/ACT: Chỉ thị kết nối (link) và hoạt động (action)
- ✓ FDX/COL: Chỉ thị kết nối quang

3.3.1.2. Các đặc tính cơ bản của Converter quang điện

- ✓ Tương thích hoàn toàn với chuẩn 10Base-T, 100Base-T và 100Base-FX.
- ✓ Phù hợp với cả truyền dẫn quang đơn mode và đa mode.
- ✓ Sử dụng bộ nối SC, ST hoặc MT-RJ cho 100Base-FX.
- ✓ Hỗ trợ full-duplex và half-duplex.
- ✓ Hỗ trợ hiệu chỉnh auto-polarity trên port RJ-45.
- ✓ Sử dụng đèn LED chỉ thị để giám sát và theo dõi.
- ✓ Cho phép tự động học tới 1000 địa chỉ MAC.
- ✓ Hỗ trợ back-pressure và flow control.
- ✓ Hỗ trợ Link loss forwarding cho các tín hiệu truyền lỗi.
- ✓ Kết nối cáp quang lên tới 2 km (đa mode) hoặc 30 km (đơn mode). Công nghệ WDM chỉ sử dụng duy nhất cáp đơn mode.

3.3.1.3. Cài đặt Converter quang điện

Media converter sử dụng nguồn điện một chiều 9V và dòng 0,7mA, khe cắm đầu Adapter ở mặt sau của converter.

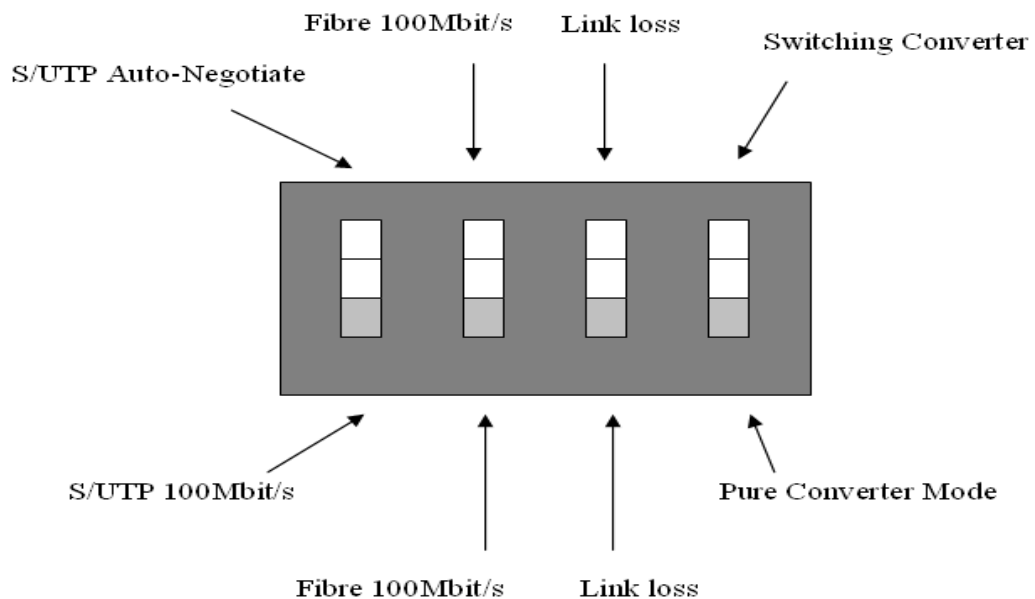
- ✓ Cổng RJ-45 có thể dùng cáp UTP hoặc STP để kết nối với hệ thống thiết bị đầu cuối như Switch, Hub, Router, máy tính,... tuy nhiên khoảng cách cáp không quá 100m.
- ✓ Kết nối quang cho truyền dẫn đa mode thì sử dụng cáp quang đa mode 62.5/125 micron. Cho phép kết nối 2 converter có khoảng cách lên đến 2 km.
- ✓ Kết nối quang cho truyền dẫn đơn mode thì sử dụng cáp quang đơn mode 8/125 hoặc 9/125 micron. Cho phép kết nối 2 converter có khoảng cách lên đến 30 km.

- ✓ Converter quang điện có thể được lắp đặt trong rack-mountable 19" như hình sau:



Hình 26. Converter Rack-mountable 19"

❖ Cài đặt DIP-Switch



Hình 27. Cài đặt mặc định DIP Switch

- ✓ S/UTP Auto-negotiation: Khi DIP-Switch 1 ở vị trí OFF (up), converter sẽ thử tự động thương lượng với thiết bị đầu xa. Nếu thiết bị đầu xa không hỗ trợ Auto-negotiation thì converter sẽ dò 100Mbit/s hoặc 10Mbit/s và hoạt động ở chế độ half duplex.
- ✓ 100M Full-duplex: Khi DIP-Switch 1 ở vị trí ON (down).
- ✓ Fiber Full-duplex: Khi DIP-Switch 2 ở vị trí OFF, cổng quang sẽ được cấu hình ở chế độ 100Mbit/s full-duplex.
- ✓ Fiber Half-duplex: Khi DIP-Switch 2 ở vị trí ON.

- ✓ Link Loss Forwarding Disable: Khi DIP-Switch 3 ở vị trí OFF.
- ✓ Link Loss Forwarding Enable: Khi DIP-Switch 3 ở vị trí ON.
- ✓ Switch converter mode: Khi DIP-Switch 4 ở vị trí OFF, converter sẽ hoạt động ở chế độ store and forward. Trong chế độ này, tất cả các frame không hợp lệ sẽ bị converter từ chối.
- ✓ Pure converter mode: Khi DIP-Switch 4 ở vị trí ON, converter sẽ truyền dữ liệu ngay khi nó nhận được và dữ liệu sẽ được truyền đi nhanh hơn. Khi hoạt động ở tốc độ 100M nên để ở chế độ này.

3.3.1.4. Một số loại converter quang điện

Hầu hết các loại converter quang điện của các hãng khác nhau đều có kiểu dáng và cách thức cấu hình tương tự nhau, rất dễ dàng cho cài đặt và sử dụng.



Hình 28. Các loại Media converter của Signamax



Hình 29. Gigabit Ethernet và WDM Fast Ethernet TP-link converter

3.3.2. Khái niệm về Router:

Router là thiết bị mạng lớp 3 của mô hình OSI (Network Layer). Router kết nối hai hay nhiều mạng IP với nhau. Các máy tính trên mạng phải "nhận thức" được sự tham gia của một router, nhưng đối với các mạng IP thì một trong

những quy tắc của IP là mọi máy tính kết nối mạng đều có thể giao tiếp được với router.

Ưu điểm của Router: Về mặt vật lý, Router có thể kết nối với các loại mạng khác lại với nhau, từ những Ethernet cục bộ tốc độ cao cho đến đường dây điện thoại đường dài có tốc độ chậm.

Nhược điểm của Router: Router chậm hơn Bridge vì chúng đòi hỏi nhiều tính toán hơn để tìm ra cách dẫn đường cho các gói tin, đặc biệt khi các mạng kết nối với nhau không cùng tốc độ. Một mạng hoạt động nhanh có thể phát các gói tin nhanh hơn nhiều so với một mạng chậm và có thể gây ra sự nghẽn mạng. Do đó, Router có thể yêu cầu máy tính gửi các gói tin đến chậm hơn. Một vấn đề khác là các Router có đặc điểm chuyên biệt theo giao thức - tức là, cách một máy tính kết nối mạng giao tiếp với một router IP thì sẽ khác biệt với cách nó giao tiếp với một router Novell hay DECnet. Hiện nay vấn đề này được giải quyết bởi một mạng biết đường dẫn của mọi loại mạng được biết đến. Tất cả các router thương mại đều có thể xử lý nhiều loại giao thức, thường với chi phí phụ thêm cho mỗi giao thức

3.3.3. Giới thiệu Router Cisco.

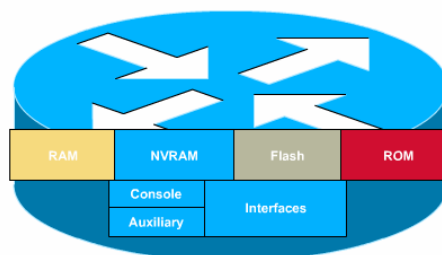
3.3.3.1. Sơ lược về bộ định tuyến

Bộ định tuyến Cisco bao gồm nhiều nền tảng phần cứng khác nhau được thiết kế xây dựng cho phù hợp với nhu cầu và mục đích sử dụng của các giải pháp khác nhau.

Các chức năng xử lý hoạt động của bộ định tuyến Cisco dựa trên nền tảng cốt lõi là hệ điều hành IOS.

Tùy theo các nhu cầu cụ thể mà một bộ định tuyến Cisco sẽ cần một IOS có các tính năng phù hợp. IOS có nhiều phiên bản khác nhau, một số loại phần cứng mới được phát triển chỉ có thể được hỗ trợ bởi các IOS phiên bản mới nhất.

Các thành phần cấu thành bộ định tuyến



Hình 30. Các thành phần của bộ định tuyến Cisco

- ✓ RAM: Giữ bảng định tuyến, ARP Cache, fast-Switching cache, packet buffer, và là nơi chạy các file cấu hình cho bộ định tuyến. Đây chính là nơi lưu giữ file Running-Config, chứa cấu hình đang hoạt động của Router. Khi ngừng cấp nguồn cho bộ định tuyến, bộ nhớ này sẽ tự động

giải phóng. Tất cả các thông tin trong file Running-Config sẽ bị mất hoàn toàn.

- ✓ NVRAM: non-volatile RAM, là nơi giữ startup/backup configure, không bị mất thông tin khi mất nguồn vào. File Startup-Config được lưu trong này để đảm bảo khi khởi động lại, cấu hình của bộ định tuyến sẽ được tự động đưa về trạng thái đã lưu giữ trong file. Vì vậy, phải thường xuyên lưu file Running-Config thành file Startup-Config.
- ✓ Flash: Là ROM có khả năng xoá, và ghi được. Là nơi chứa hệ điều hành IOS của bộ định tuyến. Khi khởi động, bộ định tuyến sẽ tự đọc ROM để nạp IOS trước khi nạp file Startup-Config trong NVRAM.
- ✓ ROM: Chứa các chương trình tự động kiểm tra.
- ✓ Cổng Console: Được sử dụng để cấu hình trực tiếp bộ định tuyến. Tốc độ dữ liệu dùng cho cấu hình bằng máy tính qua cổng COM là 9600b/s. Giao diện ra của cổng này là RJ45 female.
- ✓ Cổng AUX: Được sử dụng để quản lý và cấu hình cho bộ định tuyến thông qua modem dự phòng cho cổng Console. Giao diện ra của cổng này cũng là RJ45 female.
- ✓ Các giao diện:
 - Cổng Ethernet / FastEthernet
 - Cổng Serial
 - Cổng ASYNC

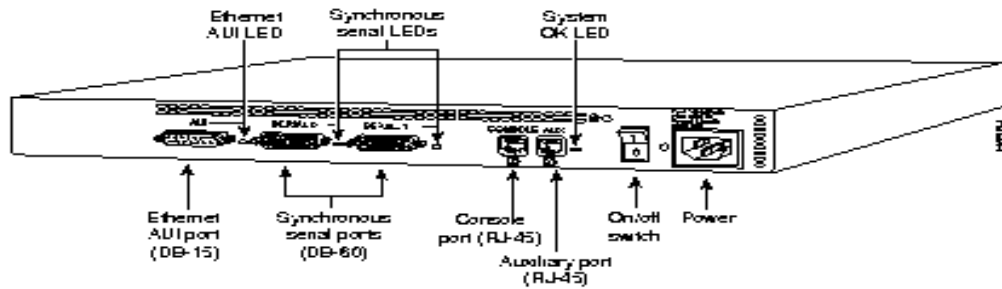
3.3.3.2. Một số tính năng ưu việt của bộ định tuyến Cisco

- ✓ Có khả năng tích hợp nhiều chức năng xử lý trên cùng một sản phẩm với việc sử dụng các module chức năng thích hợp và IOS thích hợp.
- ✓ Dễ dàng trong việc nâng cấp bộ định tuyến Cisco cả về phần mềm lẫn phần cứng do đó dễ dàng đáp ứng các nhu cầu thay đổi, mở rộng mạng, đáp ứng các nhu cầu phát triển và ứng dụng công nghệ mới.
- ✓ Tương thích và dễ dàng mở rộng cho các nhu cầu về đa dịch vụ ngày càng gia tăng trên.
- ✓ Tính bền vững, an toàn và bảo mật.

3.3.3.3. Một số bộ định tuyến Cisco thông dụng

■ Bộ định tuyến Cisco 2509

- 01 cổng console, 01 AUX
- 02 cổng serial tốc độ tới 2Mbps: kết nối leased-line, X.25, Frame Relay...
- 01 Ethernet tốc độ 10Mbps giao diện AUI: cần thiết có đầu chuyển RJ45/AUI khi kết nối vào các mạng Switch/hub thông thường.



Hình 31. Bộ định tuyến Cisco 2501

- 01 cổng Async cho phép kết nối đến 08 modem V34/V90. Sử dụng một cáp kết nối Octal để kết nối các modem đến bộ định tuyến.

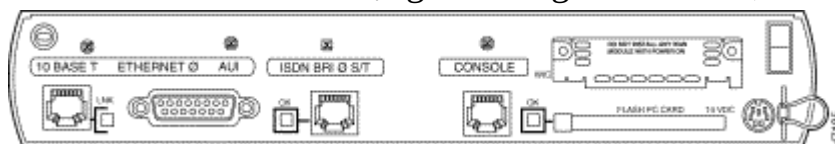
■ Bộ định tuyến Cisco 2501

- 01 cổng console, 01 AUX
- 02 cổng serial tốc độ tới 2Mbps: kết nối leased-line, X.25, Frame Relay...
- 01 Ethernet tốc độ 10Mbps giao diện AUI: cần thiết có đầu chuyển RJ45/AUI khi kết nối vào các mạng Switch/hub thông thường

Cisco đã ngừng sản xuất các bộ định tuyến Cisco dòng 2500.

■ Bộ định tuyến Cisco 1601

- 01 cổng console
- 01 cổng serial tốc độ tới 2Mbps: kết nối leased-line, X.25, Frame Relay...
- 01 Ethernet tốc độ 10Mbps giao diện AUI và RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 01 serial slot: có thể sử dụng cho cổng Serial thứ 2, card ISDN BRI



Hình 32. Bộ định tuyến Cisco 1603

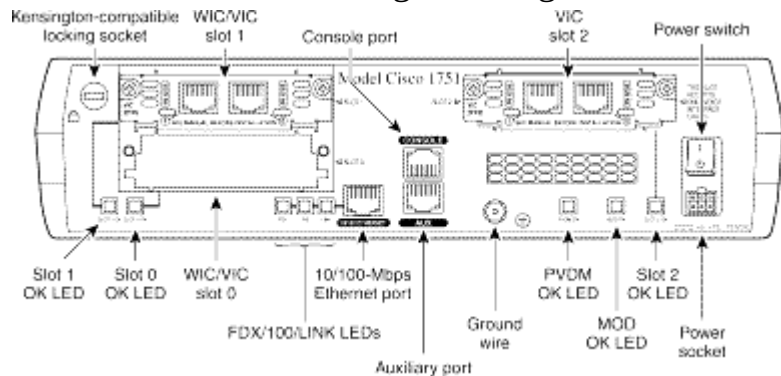
■ Bộ định tuyến Cisco 1603

- 01 cổng console
- 01 cổng ISDN BRI giao diện S/T: kết nối ISDN tốc độ 2B+D, khi sử dụng ở Việt nam cần có thêm một bộ tiếp hợp NT1 để đấu nối vào mạng ISDN.
- 01 Ethernet tốc độ 10Mbps giao diện AUI và RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 01 serial slot: có thể sử dụng cho cổng Serial, card ISDN BRI

■ Bộ định tuyến Cisco 1721

- 01 cổng console, 01 AUX

- 01 FastEthernet tốc độ 10/100Mbps giao diện RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 02 WAN slot: có thể sử dụng cho cổng Serial, card ISDN BRI...



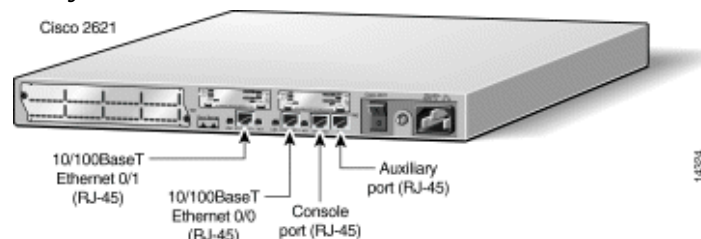
Hình 33. Bộ định tuyến Cisco 1751

■ Bộ định tuyến Cisco 1751

- 01 cổng console, 01 AUX
- 01 FastEthernet tốc độ 10/100Mbps giao diện RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 02 WAN slot: có thể sử dụng cho cổng Serial, card ISDN BRI...
- 01 Voice slot: chỉ cho phép cắm các card voice

■ Bộ định tuyến Cisco 2600

- 01 cổng console, 01AUX
- 01 Ethernet tốc độ 10Mbps giao diện RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 02 serial slot: có thể sử dụng cho cổng Serial, card ISDN BRI, card voice...
- 01 network module slot: có thể sử dụng module Async, Sync/Async, Channelized E1, PRI ...



Hình 34. Bộ định tuyến Cisco 2621

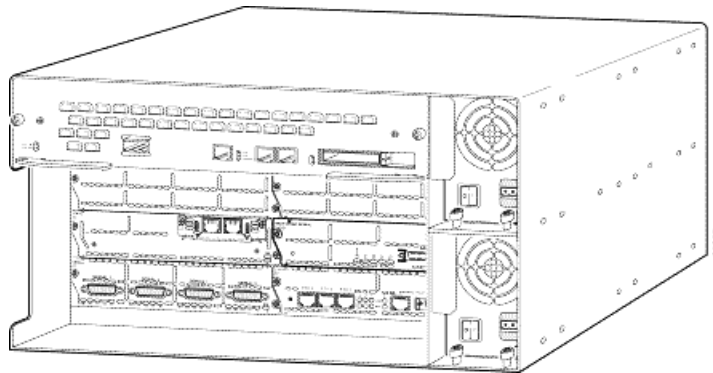
■ Bộ định tuyến Cisco 2621

- 01 cổng console, 01AUX
- 02 FastEthernet tốc độ 10/100Mbps giao diện RJ48 (Female Socket for RJ45 connector)
- 02 serial slot: có thể sử dụng cho cổng Serial, card ISDN BRI, card voice...

- 01 network module slot: có thể sử dụng module Async, Sync/Async, Channelized E1, PRI ...

■ Bộ định tuyến 3620

- 01 cổng console, 01AUX
- PCMCIA slot
- 02 network module slot: có thể sử dụng module Async, Sync/Async, Channelized E1, PRI, Ethernet/FastEthernet, Voice, VPN ...
- Khi kết nối với mạng LAN cần thiết có một Network module có cổng Ethernet/FastEthernet



Hình 35. Bộ định tuyến Cisco 3661

■ Bộ định tuyến 3661

- 01 cổng console, 01AUX
- PCMCIA slot
- 01 FastEthernet tốc độ 100Mbps
- 06 network module slot: có thể sử dụng module Async, Sync/Async, Channelized E1, PRI, Ethernet/FastEthernet, Voice, VPN ...
- 02 module nguồn, hỗ trợ và dự phòng lẫn nhau, đảm bảo về mặt cung cấp nguồn điện cho bộ định tuyến. Có thể thay thế module nguồn mà không cần phải tắt điện toàn bộ bộ định tuyến.

Các bộ định tuyến Cisco thông dụng được giới thiệu ở phần trước hầu hết là có kiến trúc module trừ bộ định tuyến 2500 đã không được tiếp tục sản xuất.

Ngoài các bộ định tuyến có kiến trúc module đã được biết, còn có các bộ định tuyến khác:

- ✓ 1600: 1601, 1602, 1603, 1604, 1605
- ✓ 1700: 1710, 1720, 1721, 1750, 1751, 1760
- ✓ 1800: 1801, 1802, 1803, 1811, 1812, 1841.
- ✓ 2600: 2610, 2160XM, 2611, 2611XM, 2612, 2613, 2620, 2620XM, 2621, 2621XM, 2650, 2650XM, 2651, 2651XM, 2691
- ✓ 2800:

- ✓ 3600: 3620, 3631, 3640, 3661, 3662
- ✓ 3700: 3725, 3745
- ✓ 4500:
- ✓ 7xxx:
- ✓ ...

3.3.4. Modem Quang HTSV P5V1

3.3.4.1. Mô tả sản phẩm



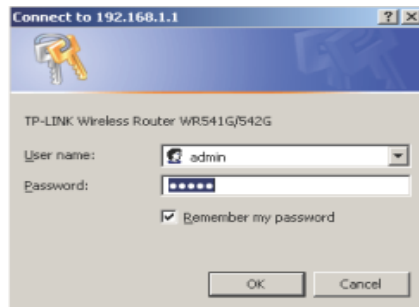
Hình 36. Modem quang HTSV P5V1

Tên đèn	Trạng thái	Ý nghĩa
PWR	Tắt	Bạn chưa cắm nguồn vào modem
	Sáng	Bạn đã cắm nguồn vào modem
SYS	Sáng	Modem đang khởi động hoặc có thể có lỗi
	Nháy	Modem đang hoạt động bình thường
	Tắt	Modem có lỗi phần cứng
WLAN	Tắt	Không có thiết bị wireless kết nối đến modem
	Nháy	Chức năng wireless được bật
WAN, 1-4	Tắt	Không có thiết bị nối vào cổng tương ứng của modem
	Sáng	Có thiết bị nối vào cổng tương ứng của modem nhưng không hoạt động
	Nháy	Có một thiết bị đang hoạt động nối vào cổng tương ứng của modem

3.3.4.2. Cấu hình truy nhập Internet

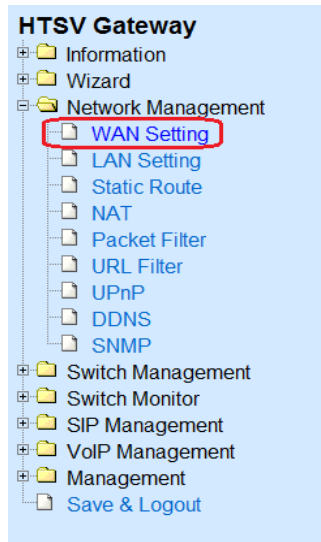
Bước 1: Truy nhập vào modem

Gõ vào địa chỉ <http://192.168.1.1> để truy nhập vào modem. Màn hình dưới đây xuất hiện, nhập admin cho cả username và password để vào giao diện điều khiển.



Bước 2: Cấu hình WAN:

- Cấu hình sử dụng Static IP:
- Cấu hình Sử dụng DHCP.
- Cấu hình sử dụng PPPoE: sử dụng User/Pass để cấu hình



Network Management

• WAN Setting

NAT / Bridge Mode

Mode 1:2 WAN & 3 LAN

After you switch between Bridge and NAT mode, please clear up your ARP table by using the "arp -d"

WAN Port IP Assignment ☒ Static IP ☐ DHCP ☐ PPPoE

Host Name .

IP Address

Subnet Mask

Default Gateway

Static IP MTU bytes

Static IP MRU bytes

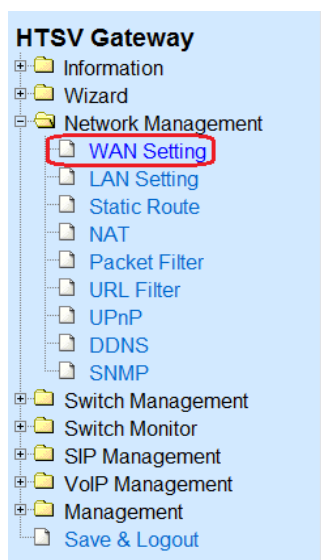
Primary DNS Server

Secondary DNS Server

Ping from WAN ☒ Allowed

Submit

Reset



Network Management

• WAN Setting

NAT / Bridge Mode

Mode 1:2 WAN & 3 LAN

After you switch between Bridge and NAT mode, please clear up your ARP table by using the "arp -d"

WAN Port IP Assignment ☐ Static IP ☒ DHCP ☐ PPPoE

Host Name .

DHCP MTU bytes

DHCP MRU bytes

Set DNS server ☒ Manually ☐ Automatically

Primary DNS Server

Secondary DNS Server

Ping from WAN ☒ Allowed

Submit

Reset

HTSV Gateway

- Information
- Wizard
- Network Management
 - WAN Setting**
 - LAN Setting
 - Static Route
 - NAT
 - Packet Filter
 - URL Filter
 - UPnP
 - DDNS
 - SNMP
- Switch Management
- Switch Monitor
- SIP Management
- VoIP Management
- Management
- Save & Logout

Network Management

- **WAN Setting**

NAT / Bridge Mode Mode 1:2 WAN & 3 LAN

After you switch between Bridge and NAT mode, please clear up your ARP table by using the "**arp -d**"

WAN Port IP Assignment

☐ Static IP
☐ DHCP
☒ PPPoE

Host Name .

PPPoE Username

PPPoE Password

Max Idle Time seconds.

PPPoE MTU bytes

PPPoE MRU bytes

Set DNS server ☒ Manually ☐ Automatically

Primary DNS Server

Secondary DNS Server

Ping from WAN ☒ Allowed

Submit

Reset

Bước 3: Cấu hình Lan

HTSV Gateway

- Information
- Wizard
- Network Management
 - WAN Setting
 - LAN Setting**
 - Static Route
 - NAT
 - Packet Filter
 - URL Filter
 - UPnP
 - DDNS
 - SNMP
- Switch Management
 - Port Configuration
 - Bandwidth Control
 - Configure VLAN
 - IGMP Control
- Switch Monitor
- SIP Management
- VoIP Management
- Management
- Save & Logout

Network Management

- **LAN Settings**

LAN IP Address

Subnet Mask

DNS Proxy ☒ Enable

• **DHCP Server Settings**

DHCP Server ☒ Enable

Assigned DHCP IP Address Start IP: 192.168.0.

End IP: 192.168.0.

DHCP IP Lease Time seconds (60..864000)

Submit

Reset

• **DHCP Static Map**

MAC	IP	Description	Action
			Insert Change
00:1F:38:A6:7A:72	192.168.0.100	PC OF MINH	Edit Delete

• **DHCP Client List**

Type	Hostname	MAC	IP	Expire Time
------	----------	-----	----	-------------

Bước 4: Cấu hình NAT

HTSV Gateway

- Information
- Wizard
- Network Management
 - WAN Setting
 - LAN Setting
 - Static Route
 - NAT
 - Packet Filter
 - URL Filter
 - UPnP
 - DDNS
 - SNMP
- Switch Management
 - Port Configuration
 - Bandwidth Control
 - Configure VLAN
 - IGMP Control
- Switch Monitor
- SIP Management
- VoIP Management
- Management
 - Save & Logout

Network Management

- NAT Setting**

Network Address Translation ☒ Enable

DMZ ☒ Enable

DMZ LAN IP

DDOS Protection ☐ Enable

Submit **Reset**
- Virtual Server Mapping**

Enable	WAN Port	Protocol	LAN IP	LAN Port	Action
☐		TCP			Insert Change
Enable	3389	TCP	192.168.0.100	3389	Edit Delete
- Port Trigger**

Enable	Trigger Port	Trigger Type	Public Port	Public Type	Action
☐		TCP		TCP	Insert Change

3.3.5. Switch/Hub

3.3.5.1. Hub



Hình 37. Một thiết bị Hub

Hub được coi là một Repeater có nhiều cổng. Một Hub có từ 4 đến 24 cổng và có thể còn nhiều hơn. Trong phần lớn các trường hợp, Hub được sử dụng trong các mạng 10BASE-T hay 100BASE-T. Khi cấu hình mạng là hình sao (Star topology), Hub đóng vai trò là trung tâm của mạng. Với một Hub, khi thông tin vào từ một cổng thì sẽ được đưa đến tất cả các cổng còn lại.

Hub có 2 loại là Active Hub và Smart Hub. Active Hub là loại Hub được dùng phổ biến, cần được cấp nguồn khi hoạt động, được sử dụng để khuếch đại tín hiệu đến và cho tín hiệu ra những cổng còn lại, đảm bảo mức tín hiệu cần thiết. Smart Hub (Intelligent Hub) có chức năng tương tự như Active Hub, nhưng có tích hợp thêm chip có khả năng tự động dò lỗi - rất hữu ích trong trường hợp dò tìm và phát hiện lỗi trong mạng.

3.3.5.2. Switch



Hình 38. Một thiết bị Switch

Switch đôi khi được mô tả như là một Bridge có nhiều cổng. Trong khi một Bridge chỉ có 2 cổng để liên kết được 2 segment mạng với nhau, thì Switch lại có khả năng kết nối được nhiều segment lại với nhau tùy thuộc vào số cổng (port) trên Switch. Cũng giống như Bridge, Switch cũng "học" thông tin của mạng thông qua các gói tin (packet) mà nó nhận được từ các máy trong mạng. Switch sử dụng các thông tin này để xây dựng lên bảng Switch, bảng này cung cấp thông tin giúp các gói thông tin đến đúng địa chỉ.

Ngày nay, trong các giao tiếp dữ liệu, Switch thường có 2 chức năng chính là chuyển các khung dữ liệu từ nguồn đến đích, và xây dựng các bảng Switch. Switch hoạt động ở tốc độ cao hơn nhiều so với Repeater và có thể cung cấp nhiều chức năng hơn như khả năng tạo mạng LAN ảo (VLAN).

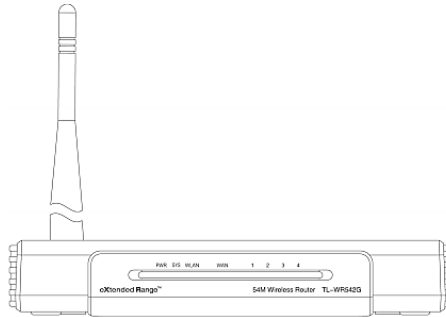
3.4. Cấu hình Modem hỗ trợ FTTH và trên Windows Server:

3.4.1. Cấu hình TP LINK TL-WR542G:

3.4.1.1. Mô tả sản phẩm:

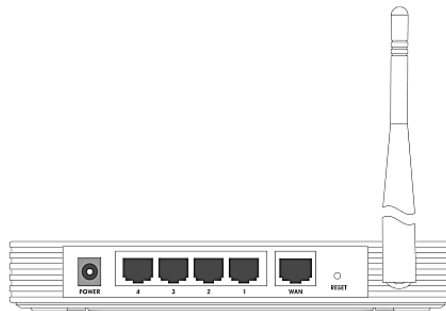


Mặt trước của sản phẩm



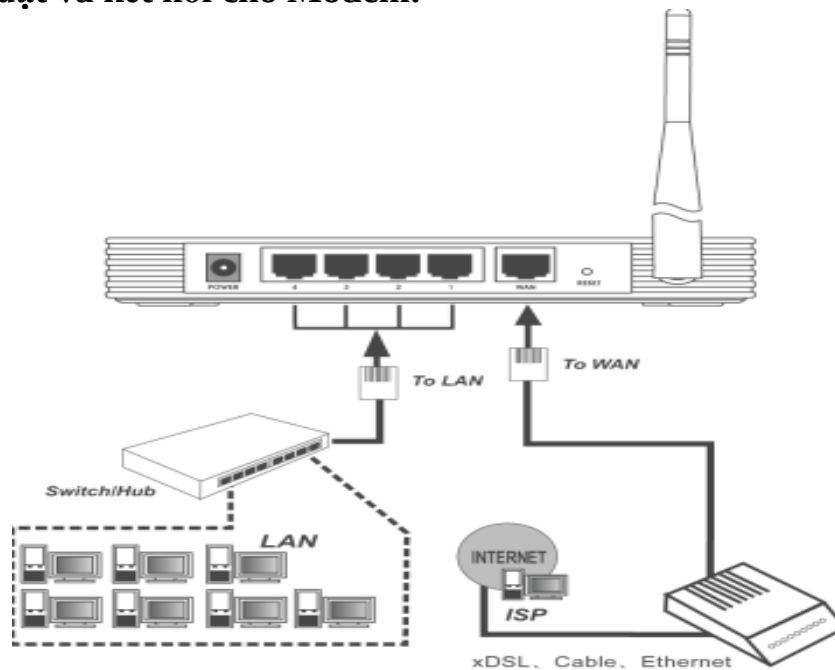
Tên đèn	Trạng thái	Ý nghĩa
PWR	Tắt	Bạn chưa cắm nguồn vào modem
	Sáng	Bạn đã cắm nguồn vào modem
SYS	Sáng	Modem đang khởi động hoặc có thể có lỗi
	Nháy	Modem đang hoạt động bình thường
	Tắt	Modem có lỗi phần cứng
WLAN	Tắt	Không có thiết bị wireless kết nối đến modem
	Nháy	Chức năng wireless được bật
WAN , 1-4	Tắt	Không có thiết bị nối vào cổng tương ứng của modem
	Sáng	Có thiết bị nối vào cổng tương ứng của modem nhưng không hoạt động
	Nháy	Có một thiết bị đang hoạt động nối vào cổng tương ứng của modem

Mặt sau của sản phẩm



Tên cổng	Ý nghĩa
POWER	Ổ cắm nguồn 9V
1-4	4 cổng kết nối LAN
WAN	Cổng kết nối WAN
RESET	Nút này để reset lại modem

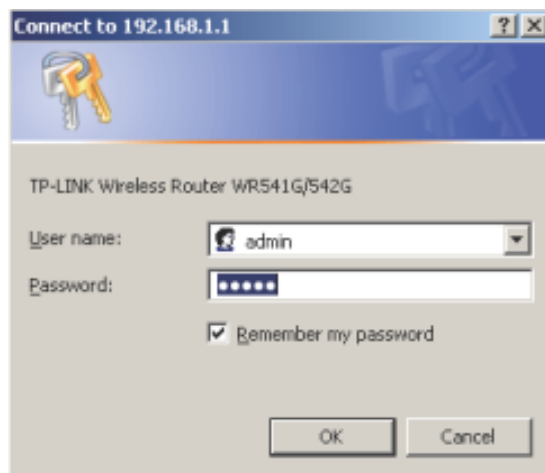
3.4.1.2. Lắp đặt và kết nối cho Modem:



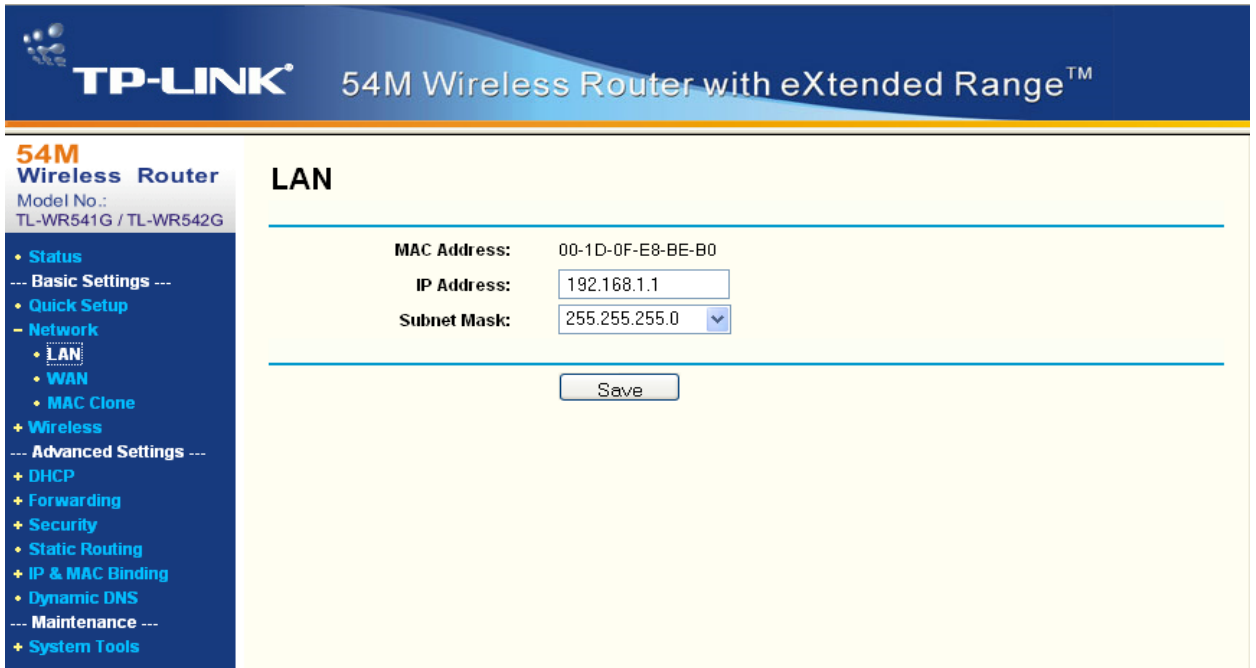
3.4.1.3. Cấu hình Modem

✓ Bước 1: Truy nhập vào modem

Đánh vào địa chỉ <http://192.168.1.1> để truy nhập vào modem. Màn hình dưới đây xuất hiện, đánh admin cho cả username và password để vào giao diện điều khiển.



✓ Bước 2: Trong phần Network/ LAN, kiểm tra lại địa chỉ IP là 192.168.1.1, subnet mask: 255.255.255.0.



54M Wireless Router
Model No.: TL-WR541G / TL-WR542G

- Status
- Basic Settings ---
- Quick Setup
- Network
 - LAN**
 - WAN
 - MAC Clone
- Wireless
- Advanced Settings ---
- DHCP
- Forwarding
- Security
- Static Routing
- IP & MAC Binding
- Dynamic DNS
- Maintenance ---
- System Tools

LAN

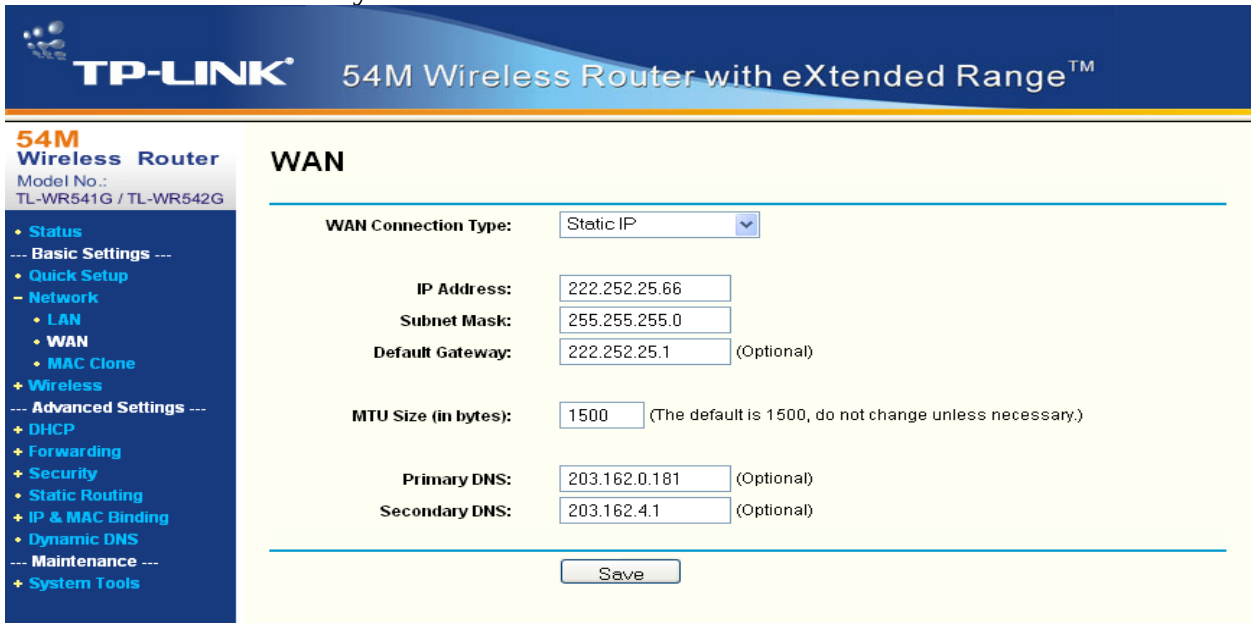
MAC Address: 00-1D-0F-E8-BE-B0

IP Address:

Subnet Mask:

✓ Bước 3: Trong phần Network/ WAN, chọn:

- WAN connection type: Static IP
- IP address: Địa chỉ IP do bưu điện cấp
- Subnet Mask: Mặt nạ mạng do bưu điện cung cấp
- Default Gateway: Do bưu điện cấp
- MTU Size: Để mặc định là 1500 byte
- Primary DNS: 203.62.0.181
- Secondary DNS: 203.162.4.1



54M Wireless Router
Model No.: TL-WR541G / TL-WR542G

- Status
- Basic Settings ---
- Quick Setup
- Network
 - LAN
 - WAN**
 - MAC Clone
- Wireless
- Advanced Settings ---
- DHCP
- Forwarding
- Security
- Static Routing
- IP & MAC Binding
- Dynamic DNS
- Maintenance ---
- System Tools

WAN

WAN Connection Type:

IP Address:

Subnet Mask:

Default Gateway: (Optional)

MTU Size (in bytes): (The default is 1500, do not change unless necessary.)

Primary DNS: (Optional)

Secondary DNS: (Optional)

✓ Bước 4: Trong phần Wireless/ Wireless Settings, chọn:

- SSID: WIFI_VDC
- Region: Viet Nam
- Channel: 6

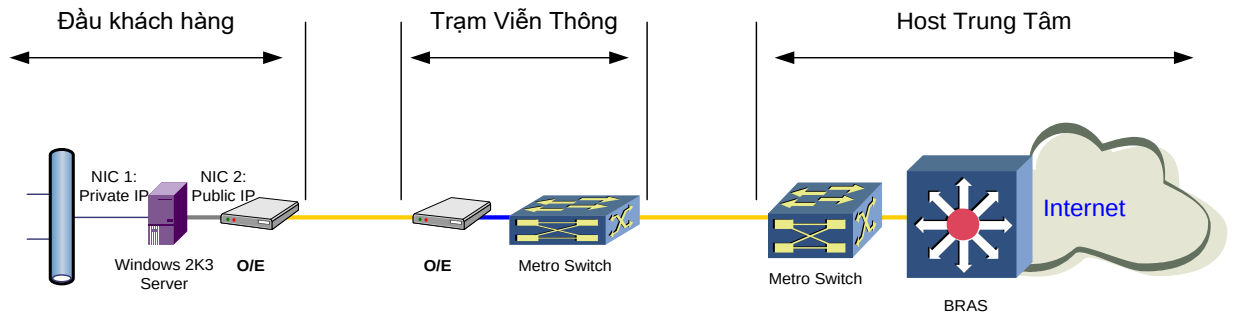
- Mode: 54 Mbps (802.11g)
- Đánh dấu vào phần: Enable Wireless Router Radio
- Đánh dấu vào phần: Enable SSID Broadcast
- Đánh dấu vào ô: Enable Wireless Security
- Security Type: WEP
- Security Option: Automatic
- WEP Key Format: Hexadecimal
- Key Selected:
 - **Key1:** Chọn password để cho máy tính truy nhập vào mạng wireless
 - Key Type: 64 bit

Wireless Settings

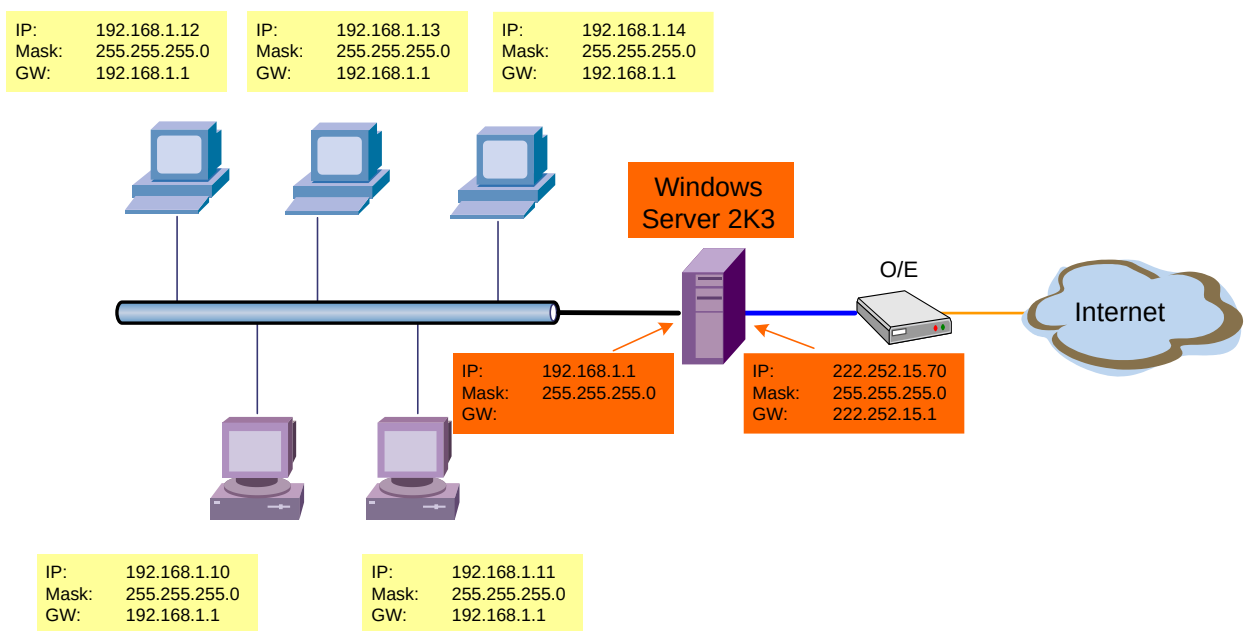
SSID:	WIFLVDC	
Region:	Viet Nam	
Warning:	Ensure you select a correct country to conform local law. Incorrect settings may cause interference.	
Channel:	6	
Mode:	54Mbps (802.11g)	
☒ Enable Wireless Router Radio ☒ Enable SSID Broadcast ☐ Enable Bridges		
☒ Enable Wireless Security		
Security Type:	WEP	
Security Option:	Automatic	
WEP Key Format:	Hexadecimal	
Key Selected	WEP Key	Key Type
Key 1: ☒	a1b2c3d4ef	64bit
Key 2: ☐		Disabled
Key 3: ☐		Disabled
Key 4: ☐		Disabled
Save		

3.5. Cấu hình NAT sử dụng RRAS trên Windows Server 2K3:

3.5.1. Mô hình đấu nối với công ty viễn thông:



✿ Mô hình đầu nối các thiết bị tại khách hàng



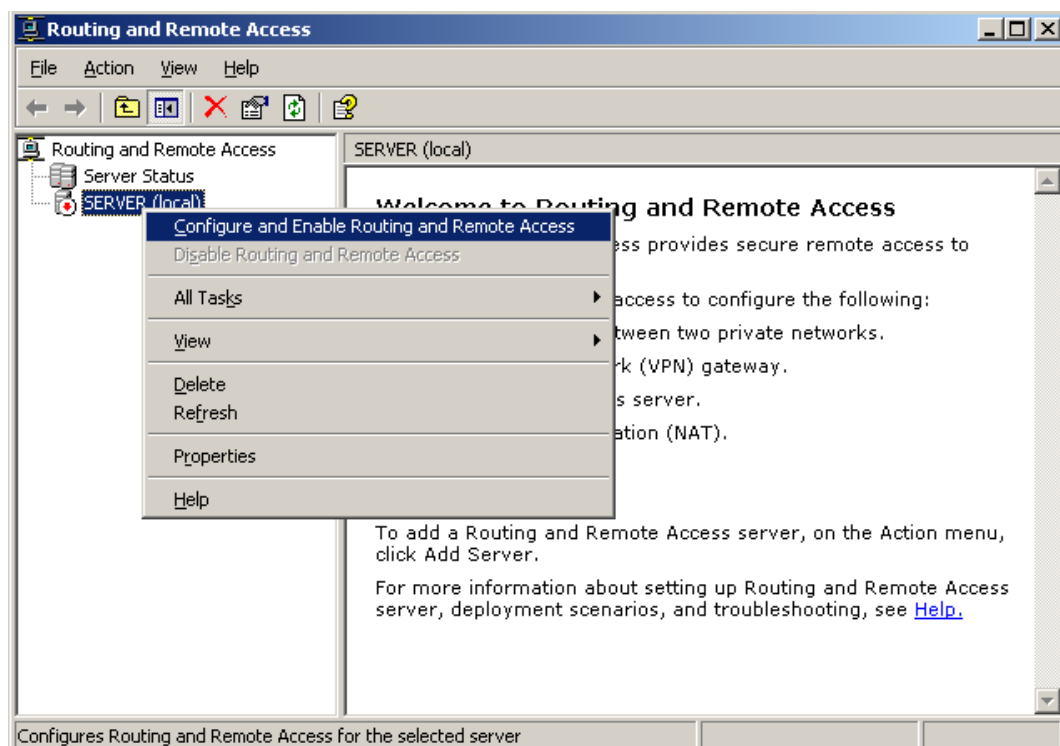
✚ Bước 1:

Trên Windows Server, vào Control Panel/ Administrative Tools/ Routing and Remote Access:

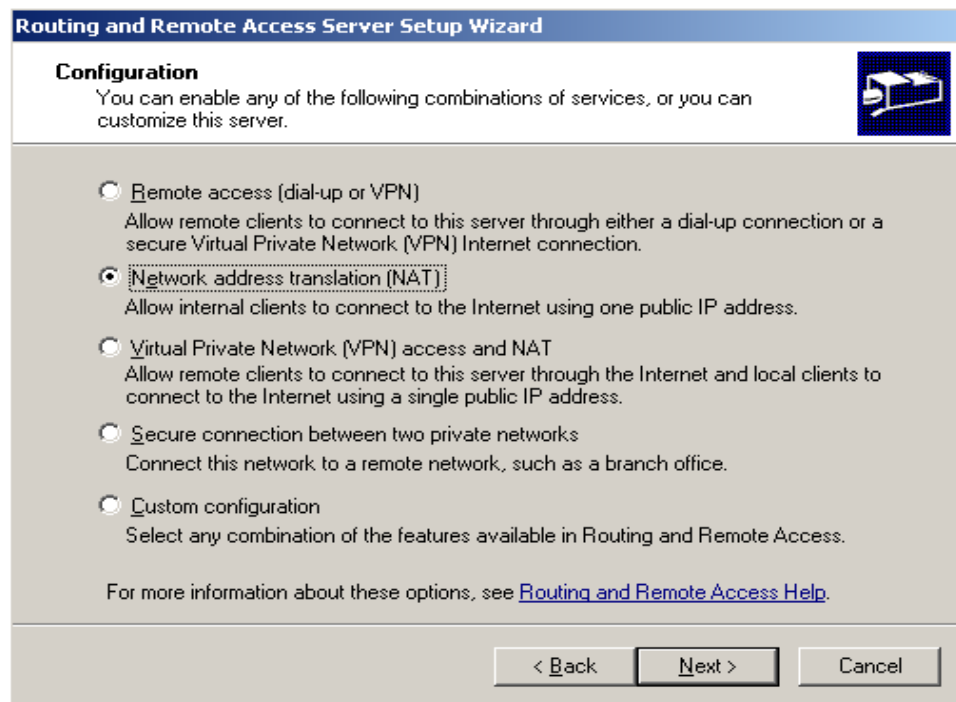
Name ^	Size	Type	Date Modified	Attri
Certification Authority	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Cluster Administrator	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:03 PM	A
Component Services	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:01 PM	A
Computer Management	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:20 PM	A
Configure Your Server Wizard	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Data Sources (ODBC)	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Distributed File System	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Event Viewer	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Licensing	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Local Security Policy	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Manage Your Server	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Microsoft .NET Framework 1....	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:02 PM	A
Microsoft .NET Framework 1....	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:02 PM	A
Network Load Balancing Mana...	2 KB	Shortcut	4/22/2009 9:59 PM	A
Performance	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A
Remote Desktops	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:01 PM	A
Routing and Remote Access	2 KB	Shortcut	6/4/2009 2:09 PM	A
Services	2 KB	Shortcut	4/22/2009 10:05 PM	A

Bước 2:

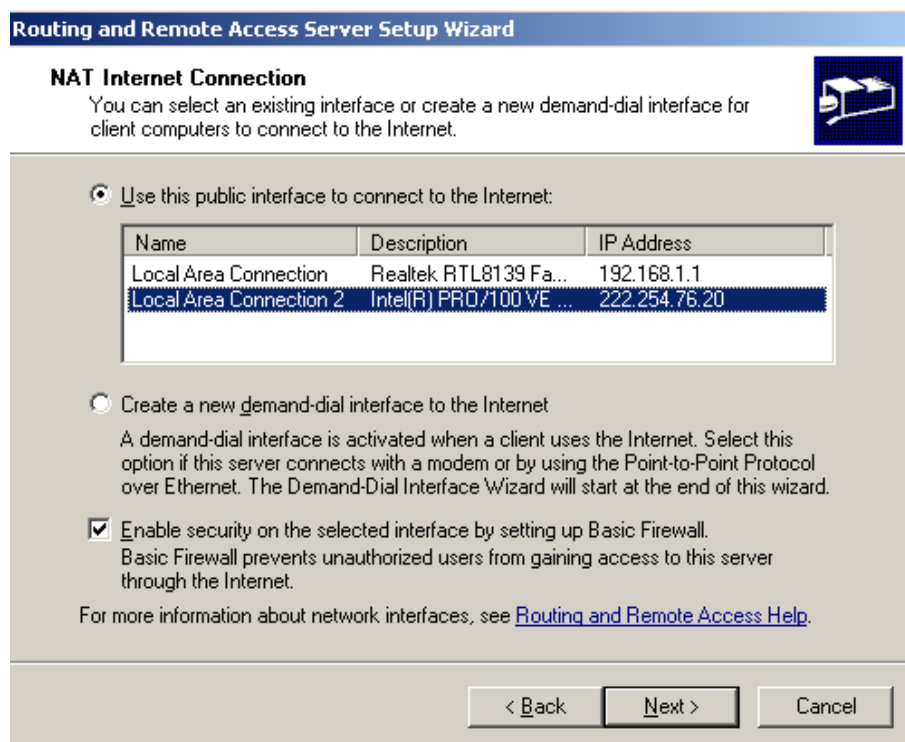
Trong màn hình Routing and Remote Access, kích chuột phải vào SERVER, chọn Configure and Enable Routing and Remote Access.



Bước 3: Trong màn hình Routing and Remote Access wizard/ Configuration, đánh dấu vào nút Network address Translation (NAT):



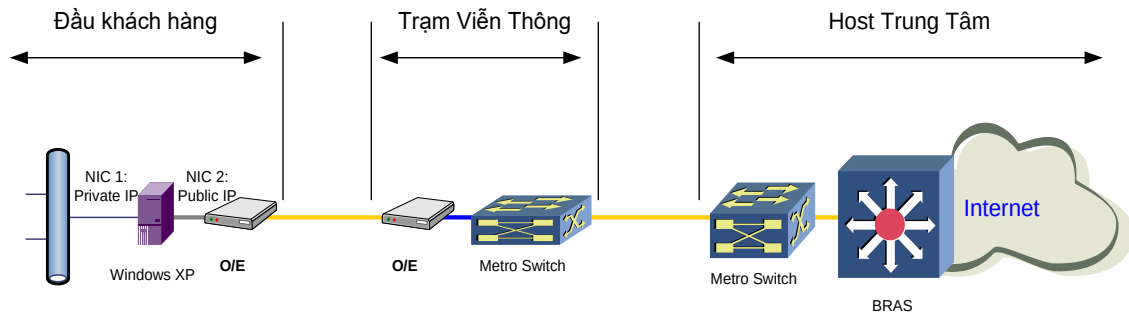
- ✚ Bước 4: Trong phần NAT Internet Connection, chọn card mạng public là card mạng nối vào converter quang O/E.



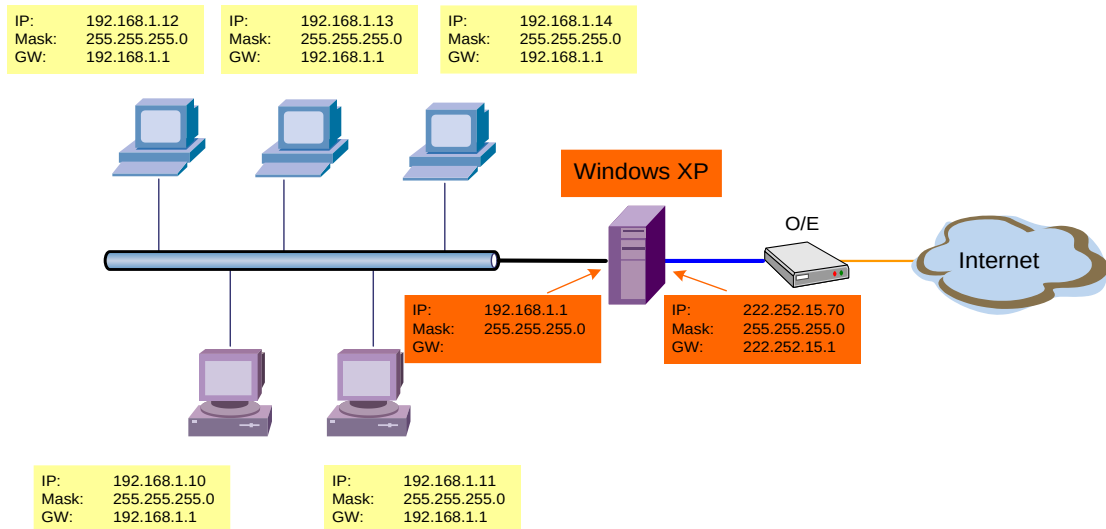
- ✚ Bước 5: Trong phần Completing the Routing and Remote Access Server Setup Wizard, ta sẽ xem lại cấu hình NAT vừa làm từ đầu đến giờ. Kiểm tra lại, nếu mọi thứ đã đúng, chọn Finish để hoàn thành công việc.

3.6. Cấu hình NAT sử dụng Internet Connection Sharing trên WindowsXP:

3.6.1. Mô hình đấu nối với công ty viễn thông:



✓ Mô hình đấu nối các thiết bị tại khách hàng:



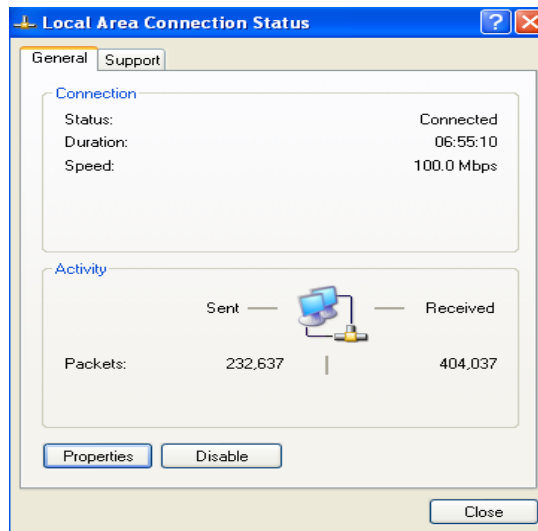
✓ Mô tả đấu nối:

- Sử dụng 1 máy tính cài Windows XP để làm máy chủ chia sẻ mạng
- Máy tính này sử dụng 2 card mạng, 1 kết nối vào Switch mạng LAN khách hàng, 1 kết nối với converter quang điện.
- Card mạng kết nối vào LAN đóng vai trò là gateway của các máy tính trong mạng nên các máy tính trong mạng sẽ chọn IP của card này làm Default Gateway.
- Card mạng kết nối vào converter sẽ kết nối ra Internet nên sẽ gán địa chỉ IP public.

3.6.2. Các bước thực hiện:

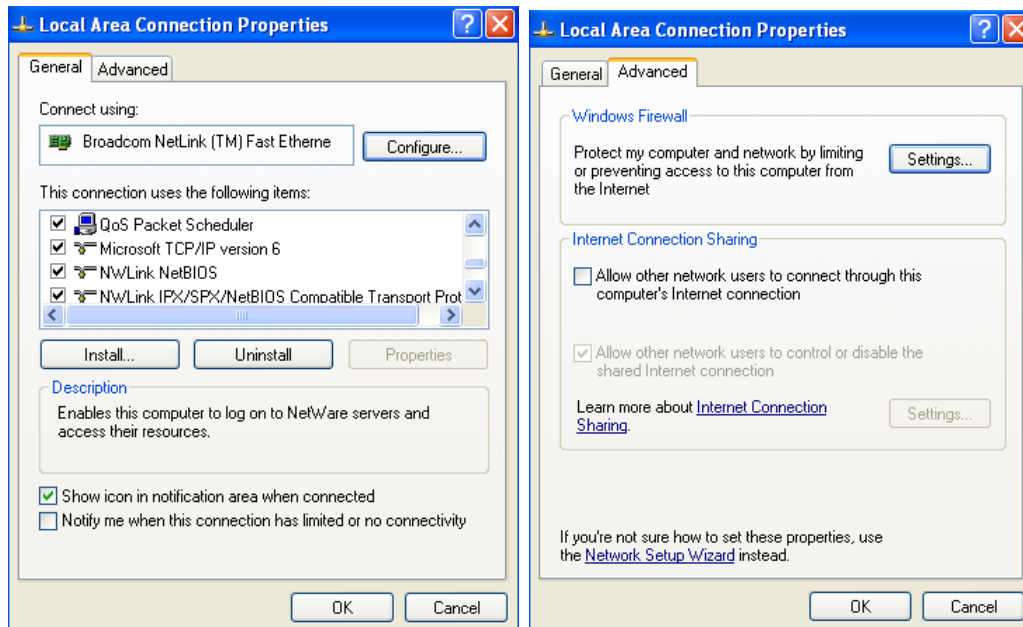
🔑 Bước 1:

Kích chuột vào Start/ Connect to/ Show all connection. Kích đúp chuột trái vào kết nối mạng ra converter O/E.



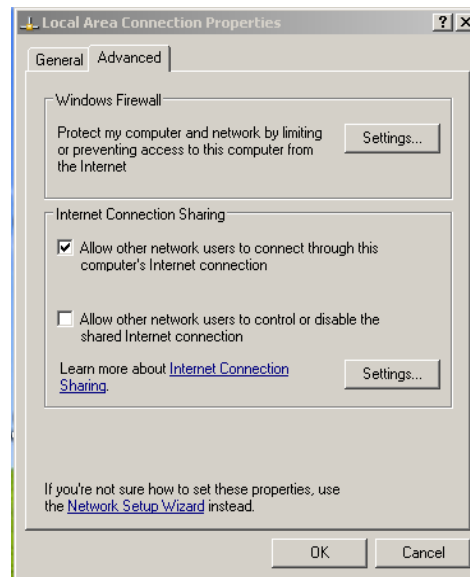
☞ Bước 2:

Kích chuột trái vào Properties rồi chọn phần Advanced:



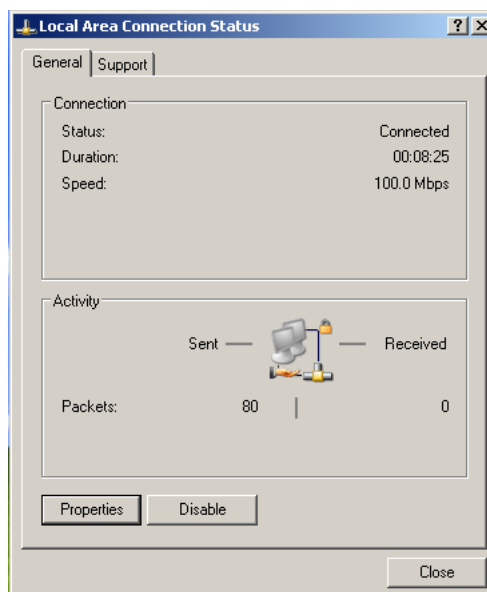
☞ Bước 3:

Trong phần Advanced, đánh dấu vào Allow other network users to connect through this computer's Internet connection.



✎ Bước 4:

Sau khi cấu hình xong ta sẽ thấy trên bảng trạng thái của kết nối có hình bàn tay đỡ 2 máy tính thể hiện kết nối này đã được chia sẻ để các thành viên khác cùng dùng.

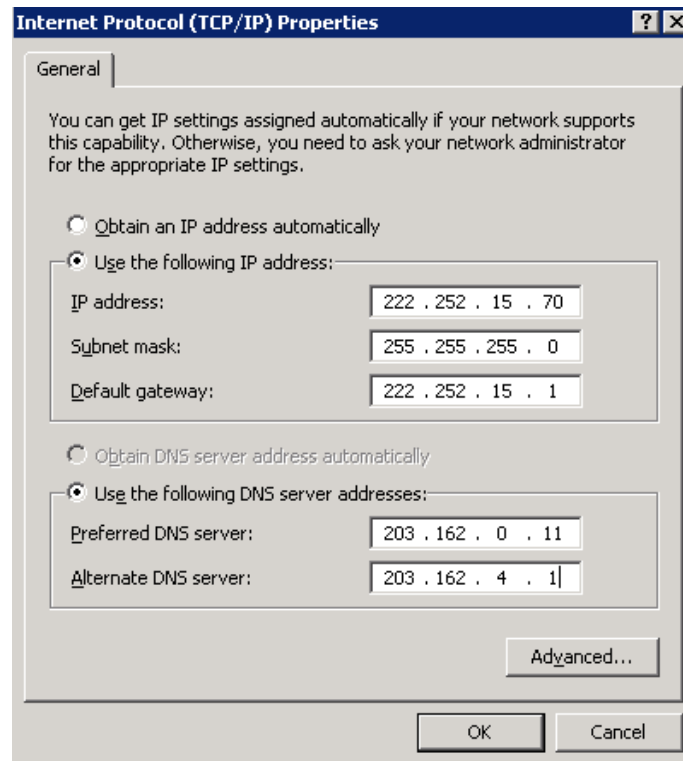


✎ Bước 5:

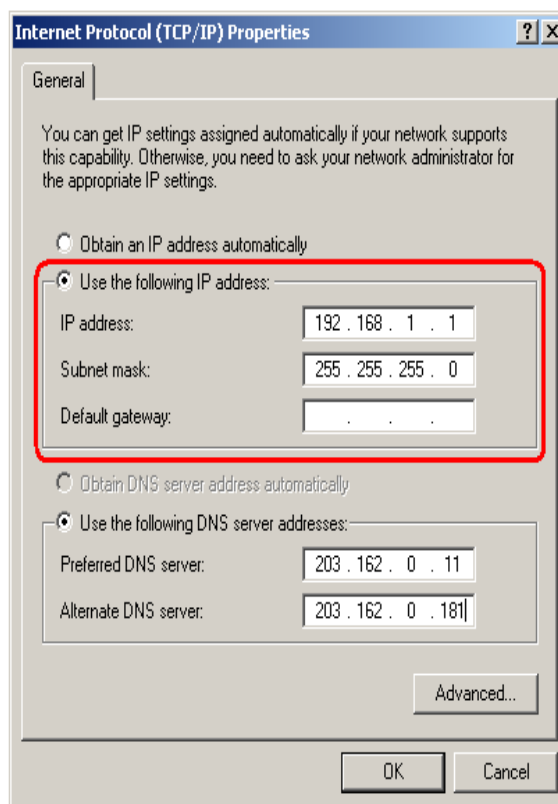
Thiết lập địa chỉ IP cho card kết nối Internet. Ví dụ ta được bưu điện cấp 1 địa chỉ IP ngoài như sau:

- IP address: 222.252.15.70
- Subnet Mask: 255.255.255.0
- Gateway: 222.252.15.1

Ta có thể cấu hình như dưới đây:



- ☞ Bước 6: Cấu hình địa chỉ IP cho card mạng nối với LAN khách hàng
Giả sử khách hàng muốn sử dụng dải địa chỉ IP: 192.168.1.x



3.7. Cấu hình Router Cisco

3.7.1. Mô tả thiết bị:



3.7.2. Cấu hình sử dụng Internet:

- ✓ Cấu hình sử dụng Static IP.
- ✓ Cấu hình sử dụng PPPoE: Username/Password.

#Cấu hình bảo mật truy nhập#

```
Router>enable
Router#config t
Router(config)#hostname FTTH
FTTH(config)#line console 0
FTTH(config-line)#password cisco
FTTH(config-line)#login
FTTH(config)#line vty 0 4
FTTH(config-line)#password cisco
FTTH(config-line)#login
FTTH(config-line)#exit
FTTH(config)#enable secret cisco
FTTH(config)#service password-encryption
```

#Cấu hình cổng Fa0/0#

```
FTTH(config)#interface fa0/0
FTTH(config-if)#description "Connect to ISP"
FTTH(config-if)#ip add 113.160.16.2 255.255.255.252
FTTH(config-if)#ip nat outside
FTTH(config-if)#duplex auto
FTTH(config-if)#no shutdown
FTTH(config-if)#exit
```

#Cấu hình bảo mật truy nhập#

```
Router>enable
Router#config t
Router(config)#hostname FTTH
FTTH(config)#line console 0
FTTH(config-line)#password cisco
FTTH(config-line)#login
FTTH(config)#line vty 0 4
FTTH(config-line)#password cisco
FTTH(config-line)#login
FTTH(config-line)#exit
FTTH(config)#enable secret cisco
FTTH(config)#service password-encryption
```

#Cấu hình cổng Fa0/0#

```
FTTH(config)#interface fa0/0
FTTH(config-if)#description "Connect to ISP"
FTTH(config-if)#ppoe enable
FTTH(config-if)#ppoe-client dial-pool-number 1
FTTH(config-if)#duplex auto
FTTH(config-if)#no shutdown
FTTH(config-if)#exit
```

#Cấu hình cổng Fa0/1#

```
FTTH(Config)#interface FastEthernet0/1
```

#Cấu hình cổng Fa0/1#

```
FTTH(Config)#interface FastEthernet0/1
FTTH(Config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
FTTH(config-if)#ip nat inside
FTTH(Config-if)#duplex auto
FTTH(Config-if)#no shutdown
FTTH(Config-if)#exit
```

#Cấu hình DHCP#

```
FTTH(Config)#ip dhcp pool FTTH_line
FTTH(dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0
FTTH(dhcp-config)#dns-server 203.162.0.181 203.210.0.11
FTTH(dhcp-config)#default-router 192.168.1.1
FTTH(dhcp-config)#exit
```

#Cấu hình định tuyến#

```
FTTH(config)#ip http authentication local
FTTH(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 113.160.16.1
FTTH(config)#ip nat inside source list 101 interface FastEthernet0/0 overload
FTTH(config)#access-list 101 permit ip 192.168.1.0 0.0.0.0 255 any
```

```
FTTH(Config-if)#ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
FTTH(Config-if)#ip nat inside
FTTH(Config-if)#ip tcp adjust-mss 1452
FTTH(Config-if)#duplex auto
FTTH(Config-if)#no shutdown
FTTH(Config-if)#exit
```

#Cấu hình Dialer#

```
FTTH(config)#interface Dialer1
FTTH(config-if)#ip address negotiated
FTTH(config-if)#ip nat outside
FTTH(config-if)#encapsulation ppp
FTTH(config-if)#ip tcp adjust-mss 1452
FTTH(config-if)#dialer pool 1
FTTH(config-if)#ppp authentication pap callin
FTTH(config-if)#ppp pap sent-username <username> password <password>
```

#Định tuyến#

```
FTTH(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 Dialer1
FTTH(config)#ip nat inside source list 101 interface Dialer1 overload
FTTH(config)#access-list 101 permit ip 192.168.0.0 0.0.0.255 any
FTTH(config)#access-list 102 deny ip any any
FTTH(config)#access-list 102 deny ip 192.168.1.0 0.0.0.255 any
FTTH(config)#dialer-list 1 protocol ip permit
```

3.7.3. Kiểm tra, chạy thử

3.7.3.1. Lệnh ping và ý nghĩa của các thông số trả về

C:\Users\Pham Ngoc Diep>ping 203.162.130.180

Pinging 203.162.130.180 with 32 bytes of data:

Reply from 203.162.130.180: bytes=32 time<1ms TTL=127

Reply from 203.162.130.180: bytes=32 time<1ms TTL=127

Reply from 203.162.130.180: bytes=32 time<1ms TTL=127

Reply from 203.162.130.180: bytes=32 time<1ms TTL=127

- ✓ *Thứ nhất byte = 32.* Nghĩa là gói tin ping đến host có kích thước là 32 byte
- ✓ *Thứ hai time <1ms* có nghĩa là khi bạn gửi lệnh ping đi để kiểm tra xem host đó có đang hoạt động không và host mà bạn ping đến đang hoạt động nên nó có trả lời về và thời gian trả lời từ host bạn ping đến là :1ms. Vì nó không phải đi qua các route nên thời gian nhỏ.
- ✓ *Thứ ba TTL* là Time To Live có nghĩa là thời gian sống của gói tin. Mỗi khi gói tin đi qua một route nó sẽ bị giảm đi một đơn vị. Khi giá trị của TTL giảm đến bằng 0 mà gói tin vẫn chưa đến địa chỉ cần đến nó sẽ bị hủy. Giá trị ban đầu của TTL là 128. Do 2 host của bạn trong cùng một mạng LAN nên TTL của bạn vẫn là 128.

3.7.3.2. Lệnh tracert và ý nghĩa các thông số

C:\Users\Pham Ngoc Diep>tracert ngoisao.net

Tracing route to ngoisao.net [118.69.251.3]

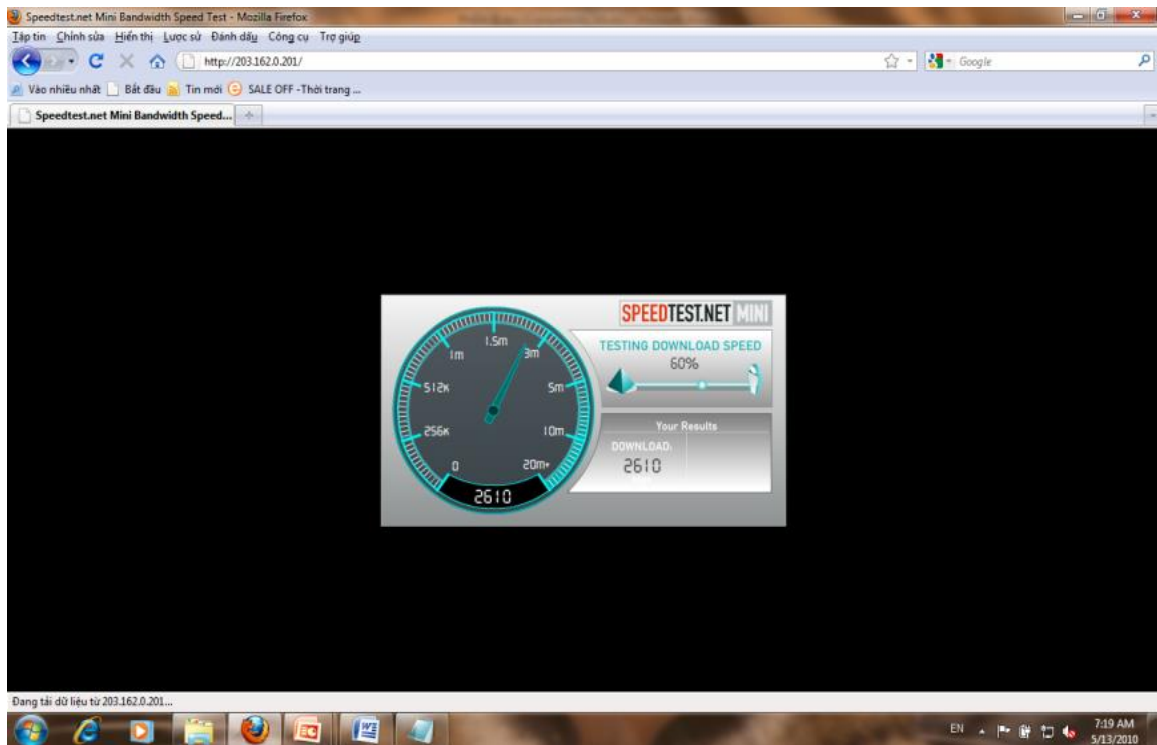
over a maximum of 30 hops:

1	<1 ms	<1 ms	<1 ms	192.168.92.1
2	1 ms	1 ms	1 ms	ktm.vnn.vn [203.162.175.193]
3	1 ms	1 ms	1 ms	ktm.vnn.vn [203.162.175.130]
4	1 ms	1 ms	1 ms	static.vdc.vn [123.30.63.61]
5	1 ms	1 ms	1 ms	static.vdc.vn [123.30.63.94]
6	1 ms	1 ms	1 ms	203.162.248.62
7	24 ms	24 ms	24 ms	210.245.15.142
8	23 ms	23 ms	23 ms	118.69.253.234
9	27 ms	23 ms	26 ms	118.69.253.86
10	24 ms	24 ms	24 ms	118.69.241.133
11	23 ms	23 ms	23 ms	118.69.251.3

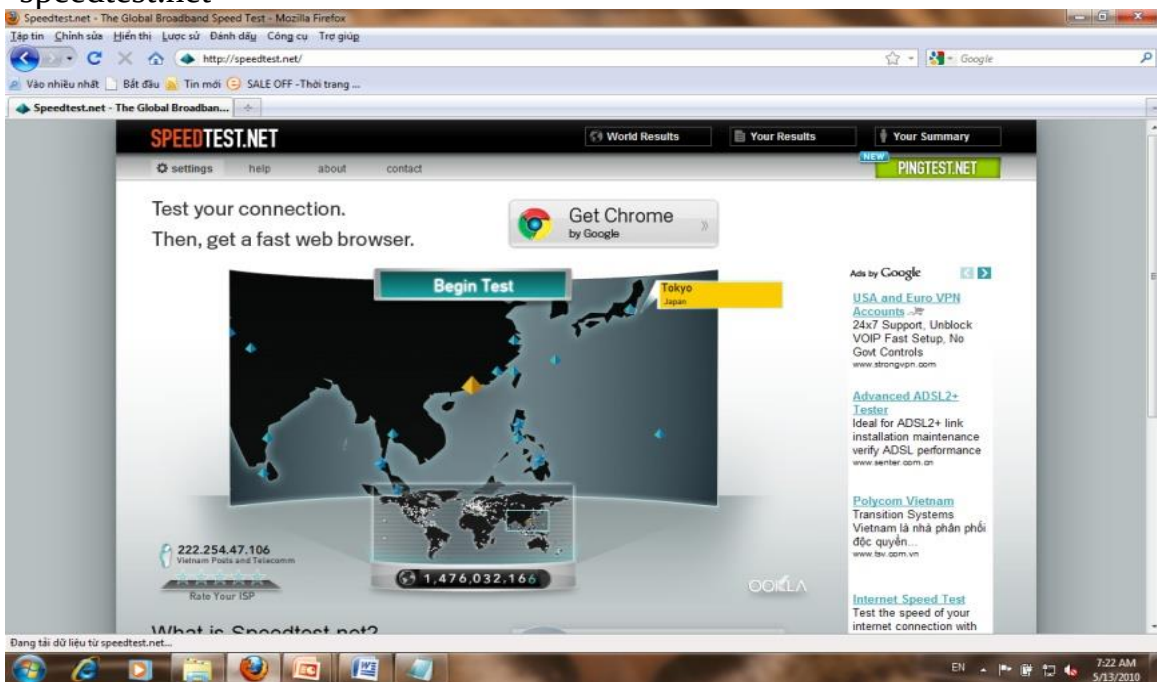
Trace complete.

C:\Users\Pham Ngoc Diep>

- ✓ Ta tracert đến trang web : ngoisao.net biết được IP web:118.69.251.3
- ✓ Biết được đường đi đến website ngoisao.net qua bao nhiêu hop và thời gian để đi qua được hop đó.
- ✓ Kiểm tra tốc độ:
- Kiểm tra tốc độ trong nước: Đăng nhập web: 203.162.0.210



- Kiểm tra tốc độ đi quốc tế theo một hướng cụ thể: Đăng nhập web: speedtest.net





CHƯƠNG 4: ĐO KIỂM CHẤT LƯỢNG - PHÂN TÍCH XỬ LÝ LỖI

4. Đo kiểm – phân tích

4.1. Các yếu tố gây suy hao tín hiệu

4.1.1. Suy hao sợi quang

Khi xử lý đường cáp quang, một trong những yếu tố để xác định nguyên nhân gây lỗi là mức suy hao.

Suy hao sợi quang là sự suy giảm tín hiệu trong quá trình truyền dẫn trong sợi quang, đơn vị tính là dB/km. Có nhiều yếu tố gây ra suy hao sợi quang như suy hao do bản chất sợi quang, do chế tạo sợi, do phản xạ, suy hao do uốn cong, do mối hàn, do bộ nối.

4.1.2. Suy hao trên tuyến quang

Mỗi loại sợi quang có chuẩn suy hao riêng.

S TT	Loại sợi quang	Bước sóng (nm)	Mức suy hao cho phép (dB/km)
1	Single Mode	1550	0.2
2	Single Mode	1310	0.35
3	Multi Mode	1300	1
4	Multi Mode	850	3

4.1.3. Suy hao tại mối hàn

Suy hao 0.05 dB cho 1 mối hàn hồ quang

Suy hao 0.1 dB cho 1 mối hàn cơ khí

4.1.4. Suy hao tại cặp kết nối – connector

Suy hao 0.2 – 0.5 dB cho 1 cặp ghép nối connector

Suy hao 3.5 dB cho 1 tới 2 bộ chia quang (3 dB chia quang và thêm suy hao 0.5 dB).

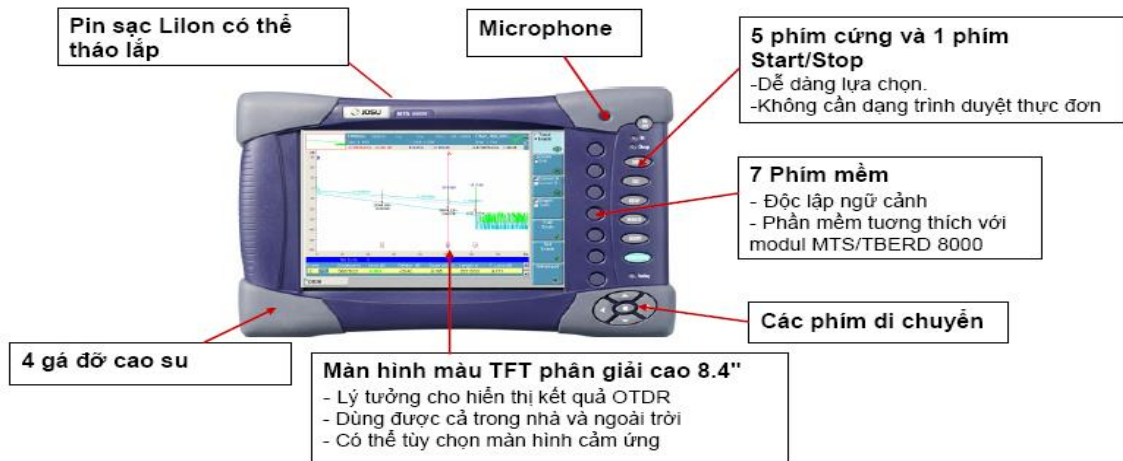
4.2. Giới thiệu các loại máy đo quang

4.2.1. Đo tuyến quang sử dụng máy OTDR

4.2.1.1. Cấu tạo, chức năng của OTDR

OTDR (Optical Time Domain Reflectometer - Máy đo thời gian phản xạ quang) được sử dụng để xác định đặc điểm của khoảng tuyến sợi quang, thường là các đoạn sợi quang được kết nối với nhau bằng mối hàn và bằng Connector.

OTDR có cấu tạo như hình sau:



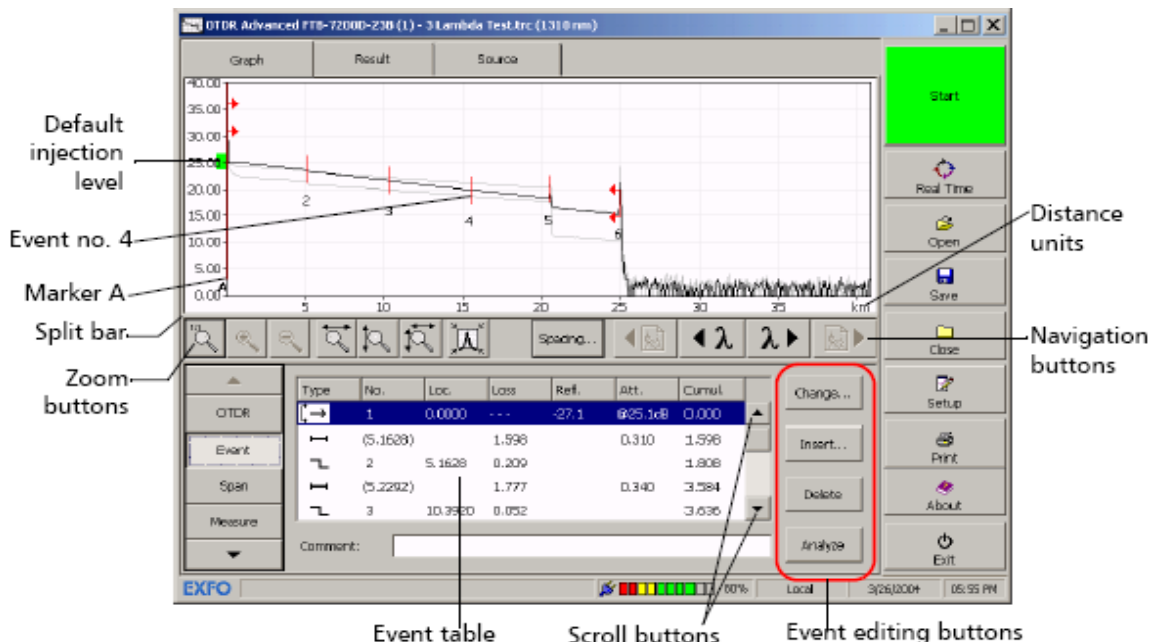
Hình 39. Giao diện máy OTDR

Máy OTDR có chức năng:

- ✓ Đo chiều dài tuyến và suy hao liên kết
- ✓ Phát hiện các sự kiện suy hao và phản xạ
- ✓ Đo khoảng cách tới các sự kiện
- ✓ Đo tốc độ thay đổi suy hao trên sợi quang
- ✓ OTDR có cấu tạo dạng module cho phép dễ dàng thay đổi các module khác nhau.

4.2.1.2. Đọc kết quả đo với máy OTDR

Khi hoàn tất quá trình đo, kết quả đo hiển thị trên cả đồ thị và bảng sự kiện (Event table). Ta có thể đọc kết quả dựa vào đồ thị hoặc bảng sự kiện.



Hình 40. Giao diện hiển thị kết quả đo

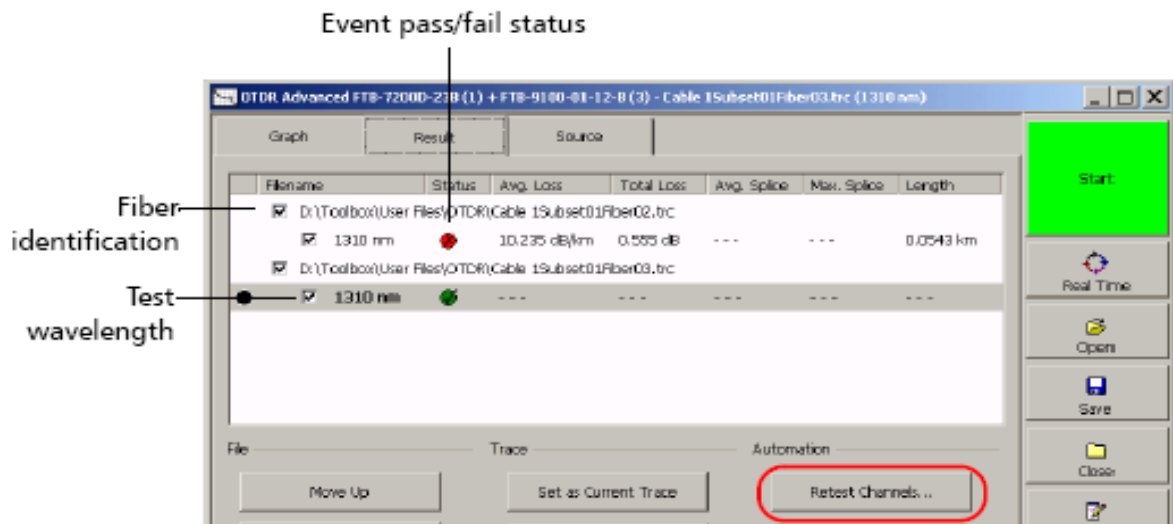
Bảng sự kiện liệt kê tất cả các sự kiện phát hiện trên sợi quang. Một sự kiện có thể được định nghĩa như là điểm ở đó có sự thay đổi trong đặc tính truyền dẫn của ánh sáng mà OTDR có thể đo được. Các sự kiện có thể gồm các

tồn hao do truyền dẫn, mỗi hàn, các connector hoặc đứt. Nếu sự kiện không trong ngưỡng thì nó là lỗi.

Ý nghĩa của các cột thông số trong bảng sự kiện:

- Type: Ký hiệu được dùng để mô tả các sự kiện khác nhau. Mô tả chi tiết các ký hiệu, xem trong phần “Mô tả các loại sự kiện”.
- No.: Số sự kiện (một số tuần tự được gán bởi chương trình đo OTDR) hoặc trong ngoặc đơn chỉ độ dài của một đoạn sợi quang (khoảng cách giữa hai sự kiện) .
- Loc.: Vị trí, khoảng cách giữa OTDR và sự kiện hoặc giữa sự kiện và điểm bắt đầu của sợi quang .
- Loss: Tồn hao tính bằng dB cho mỗi sự kiện (được tính bởi ứng dụng).
- Refl: Giá trị phản xạ đo ở mỗi sự kiện phản xạ dọc theo sợi quang.
- Att.: Suy hao (tồn hao /khoảng cách) đo cho mỗi đoạn sợi.
- Cumul.: Tồn hao tích lũy từ điểm bắt đầu cho đến điểm kết thúc.

Muốn xem chi tiết một sự kiện nào đó, ta bấm chọn sự kiện, tiếp đó bấm Start (hình *Giao diện hiển thị kết quả đo*). Bảng chi tiết sự kiện sẽ xuất hiện (hình dưới). Bảng này có mục Status, nếu Status màu đỏ thì đó là sự kiện lỗi, nếu Status màu xanh thì đó là sự kiện bình thường.



Hình 41. Bảng chi tiết sự kiện

4.2.1.3. Mô tả các loại sự kiện (Type):

- ◆ Điểm bắt đầu sợi quang

Đây là sự kiện đánh dấu bắt đầu của khoảng sợi quang. Theo mặc định điểm bắt đầu đặt trên sự kiện đầu tiên của sợi quang đã đo. Có thể lấy một sự kiện khác để bắt đầu khoảng mà muốn tập trung phân tích

- ◆ Điểm kết thúc sợi quang

Đây là sự kiện đánh dấu kết thúc khoảng sợi quang. Theo mặc định điểm kết thúc đặt trên sự kiện cuối cùng của sợi quang đã đo và được gọi là sự kiện cuối của sợi. cũng có thể lấy một sự kiện khác để kết thúc khoảng mà muốn tập trung phân tích

◆ Sợi liên tục ---

Sự kiện này chỉ ra rằng chọn khoảng cách đo ngắn hơn độ dài sợi quang. Điểm cuối sợi quang không phát hiện được bởi vì quá trình phân tích kết thúc trước khi tìm ra điểm cuối sợi quang. Do đó phạm vi khoảng cách sự thu nhận cần phải tăng lên một giá trị lớn hơn độ dài sợi quang

Không có tổn hao hoặc phản xạ xác định cho sự kiện này

◆ Điểm cuối phân tích —

Sự kiện này chỉ ra rằng độ rộng xung không cung cấp đủ dải động để đi đến cuối sợi quang. Phân tích kết thúc trước tìm ra cuối sợi quang do tỉ số tín hiệu trên nhiễu quá thấp. Do đó độ rộng xung cần phải tăng sao cho tín hiệu tìm ra cuối sợi quang với một tỉ số tín hiệu trên nhiễu đủ lớn.

Không có tổn hao hoặc phản xạ xác định cho sự kiện này

◆ Sự kiện không phản xạ ↘

Đây là sự kiện được đặc trưng bởi sự giảm đột ngột trong mức tín hiệu tán xạ ngược Rayleigh. Nó xuất hiện như một sự không liên tục trong độ dốc xuống của đồ thị.

Sự kiện này thường gây ra bởi mối hàn, uốn cong vĩ mô, hoặc uốn cong vi mô trên sợi quang.

Một giá trị tổn hao được xác định cho sự kiện không phản xạ. Không có phản xạ xác định cho loại sự kiện này.

Nếu thiết lập ngưỡng, chương trình sẽ chỉ ra lỗi không phản xạ trong bảng sự kiện bất cứ một giá trị nào vượt qua ngưỡng tổn hao.

Trong hình *Giao diện hiển thị kết quả đo*, sự kiện không phản xạ là sự kiện số 2 (No. 2)

◆ Sự kiện phản xạ ↗

Lỗi phản xạ xuất hiện như sườn xung nhọn trong đồ thị. Chúng gây ra bởi gián đoạn đột ngột trong chỉ số phản xạ.

Lỗi phản xạ có thể chỉ ra sự có mặt của các connector, các mối hàn cơ khí, mối hàn nóng chảy chất lượng kém hoặc gãy.

Một giá trị tổn hao và phản xạ được xác định cho sự kiện này

Khi sườn xung phản xạ ở mức quá lớn, đỉnh của nó có thể bị xén do sự bão hòa

Nếu thiết lập ngưỡng, chương trình sẽ chỉ ra lỗi phản xạ trong bảng sự kiện bất cứ một giá trị nào vượt qua ngưỡng phản xạ

Trong hình *Giao diện hiển thị kết quả đo* không có sự kiện phản xạ.

◆ Lỗi dương ↵

Đây là sự kiện chỉ ra một mối hàn với độ lớn rõ rệt, do kết nối hai đoạn sợi quang có đặc điểm tán xạ lùi khác nhau

Một giá trị tổn hao được xác định cho sự kiện này. Tổn hao không chỉ ra đúng tổn hao thật của sự kiện

Tổn hao thật của sự kiện đo được bằng thực hiện đo hai hướng và phân tích hai hướng

◆ Mức phát →

Đây là sự kiện chỉ ra mức tín hiệu phóng vào sợi quang.

Trong hình *Giao diện hiển thị kết quả đo* mức phát là sự kiện số 1.

◆ Đoạn sợi quang ⇄

Đây là ký hiệu biểu thị một đoạn sợi quang không có sự kiện nào

Tổng tất cả các đoạn sợi bằng độ dài tổng cộng sợi quang.

Một giá trị tổn hao được xác định cho sự kiện đoạn sợi quang. Không có phản xạ xác định cho sự kiện này

Suy hao nhận được bằng chia tổn hao trên độ dài sợi quang

4.2.2. Các thiết bị quang cầm tay (Máy đo công suất, máy phát nguồn quang, máy chèn suy hao)

Khi kiểm tra tuyến quang thông thường, các kỹ thuật viên thường sử dụng các thiết bị quang cầm tay như máy đo công suất – OLP, máy phát nguồn quang – OLS và máy chèn suy hao – OPA.



Hình 42. Các thiết bị quang cầm tay

◆ Máy đo công suất (OLP – Optical Laser Power): OLP được sử dụng để đo công suất tại một điểm bất kỳ trên tuyến quang.

OLP hiển thị kết quả đo công suất với đơn vị là dB hoặc mW.

- ◆ Máy phát nguồn quang (OLS – Optical Laser Source): OLS được sử dụng để phát nguồn vào tuyến quang.

OLS – 55 có thể phát nguồn quang tại 4 bước sóng: 850nm, 1310nm, 1490nm và 1550nm.

- ◆ Máy chèn suy hao (OLA – Optical Level Attenuator): OLA được sử dụng để chèn suy hao nhằm thu được mức công suất mong muốn.

Với máy OLA – 55, mức suy hao có thể chèn từ 2 – 60dB.

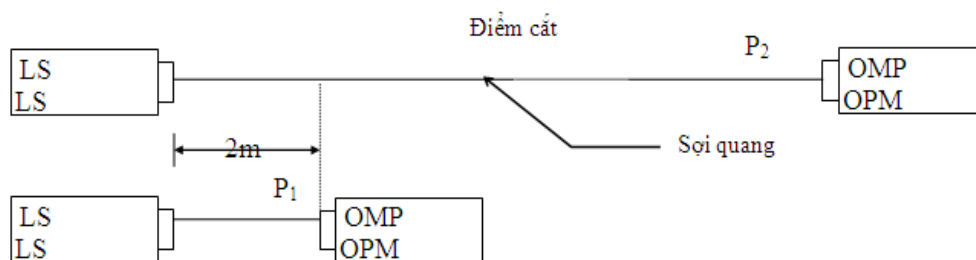
4.3. Các phương pháp đo tuyến quang

4.3.1. Đo tuyến quang dùng máy đo công suất

Để đo suy hao sợi quang theo phương pháp này cần có một nguồn quang có công suất phát ổn định và máy đo công suất quang có độ nhạy cao.

Nguyên lý đo: Đo mức công suất quang ở hai đầu sợi để tính ra suy hao của sợi. Có hai phương pháp đo là phương pháp cắt sợi và phương pháp xen thêm.

4.3.2. Phương pháp cắt sợi (cut - back - method)



Hình 43. Đo suy hao theo phương pháp cắt sợi

- ✓ LS: Nguồn quang (Light source)
- ✓ OPM : Máy đo công suất quang (Optical Power Meter)

Nối hai đầu sợi quang cần đo vào nguồn quang (LS) và máy đo công suất quang (OPM) như hình trên. Tiến trình đo qua các bước như sau :

- ☞ Cho nguồn quang hoạt động, đo và ghi nhận mức công suất quang ở đầu xa L_2 : P_2 .
- ☞ Cắt sợi quang ở đầu gần nguồn quang L_1 (2m).
- ☞ Nối máy đo công suất quang vào đoạn L_1 , đo và ghi nhận mức công suất quang ở đầu gần: P_1 .

Tính suy hao của sợi theo công thức:

$$A(\text{dB}) = 10 \lg \frac{P_1(\text{mW})}{P_2(\text{mW})} \quad \text{nếu } P_1 \text{ và } P_2 \text{ đo bằng mW}$$

$$A(dB) = P_1(dBm) - P_2(dBm) \quad \text{nếu } P_1 \text{ và } P_2 \text{ đo bằng dBm}$$

Suy hao trung bình của sợi:

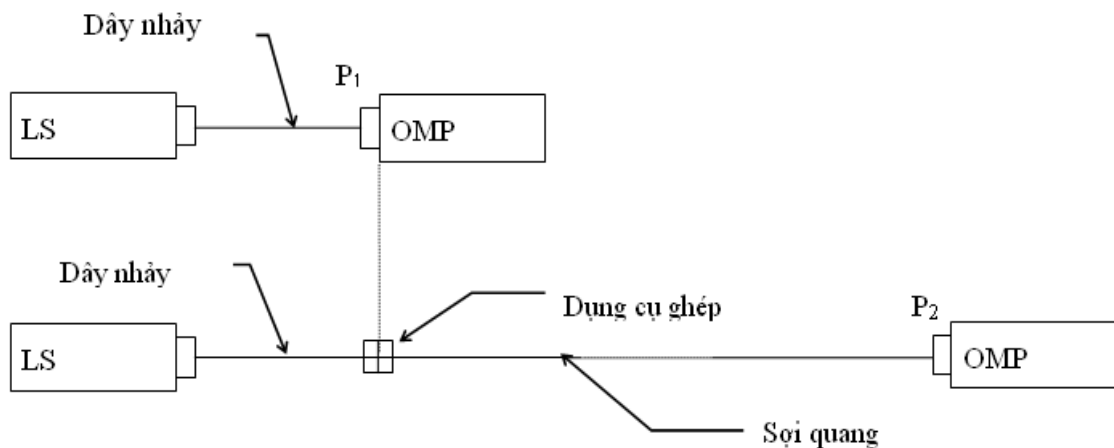
$$\alpha(dB / Km) = \frac{A(dB)}{L(Km)} \quad L = L_2 - L_1$$

Suy hao ghép ở hai đầu sợi quang đều có mặt trong cả hai lần đo công suất đầu gần và đầu xa nên chúng tự khử nhau trong cách tính suy hao nêu trên.

Ưu điểm: Phương pháp đo cắt sợi cho kết quả đo chính xác và đã được ITU -T chấp nhận là một phương pháp tham khảo để đo suy hao sợi quang (RTM : Reference Test Method).

Nhược điểm: Nhược điểm của phương pháp này là sợi quang bị cắt đi một đoạn (2m) sau mỗi lần đo nên không thích hợp với các sợi quang đã lắp đặt và gắn sẵn khớp nối ở đầu sợi. Có thể tránh việc cắt sợi quang khi đo bằng phương pháp thứ hai.

4.3.3. Phương pháp xen thêm (Insertion loss method)



Hình 44. Đo suy hao theo phương pháp xen thêm suy hao

Sợi quang cần đo được nối với dây nhảy của nguồn quang thông qua một dụng cụ nối lắp ráp được (hình trên). Nếu sợi quang đã lắp đặt mà chưa gắn với khớp nối ở đầu sợi thì dụng cụ ghép là một ống nối đàn hồi, nếu đã có khớp nối ở đầu sợi quang thì dụng cụ ghép là khớp nối. Trình tự đo cũng tương tự như ở phương pháp cắt sợi, nhưng trường hợp này có thể đo công suất quang ở đầu gần trước :

- ✓ Đo công suất đoạn dây nhảy, đọc giá trị P1.
- ✓ Đầu nối sợi quang cần đo vào dây nhảy của nguồn thông qua dụng cụ ghép thích hợp, đo công suất quang ở và đọc giá trị P2.
- ✓ Tính suy hao tổng cộng và suy hao trung bình như trong phương pháp cắt sợi.

Độ suy hao tổng cộng A của phương pháp này bao gồm cả suy hao của sợi quang và dụng cụ nối. Có thể tính suy hao riêng của sợi bằng cách trừ bớt suy

hao của dụng cụ nối (ước tính). Trên thực tế thường cần đo suy hao toàn tuyến bao gồm cả khớp nối ở hai đầu nên phương pháp này tỏ ra thích hợp hơn. Đây là phương pháp luân phiên (ATM: Alternate test method) có trong thư tục FOTP - 53 của EIA.

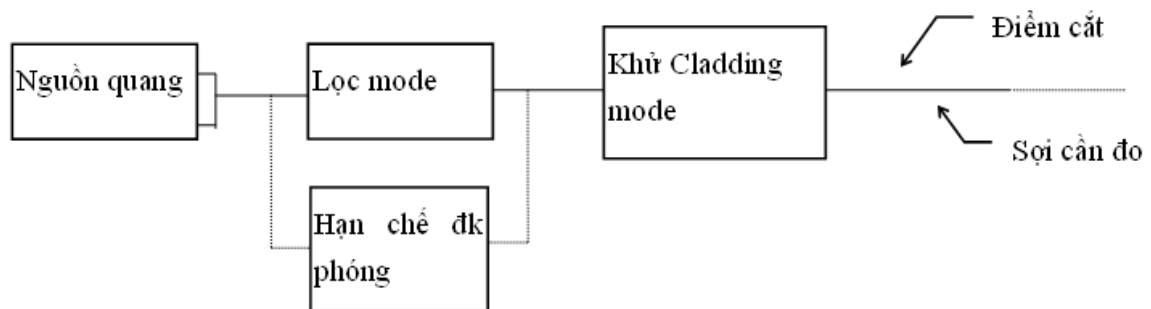
4.3.4. Đo suy hao bằng máy đo OTDR theo phương pháp tán xạ ngược (Backscattering)

Ý tưởng của phương pháp này là phóng các xung ánh sáng vào các sợi quang rồi thu nhận và phân tích các xung phản xạ, tán xạ ngược theo thời gian để đánh giá đặc tính truyền dẫn của sợi quang.

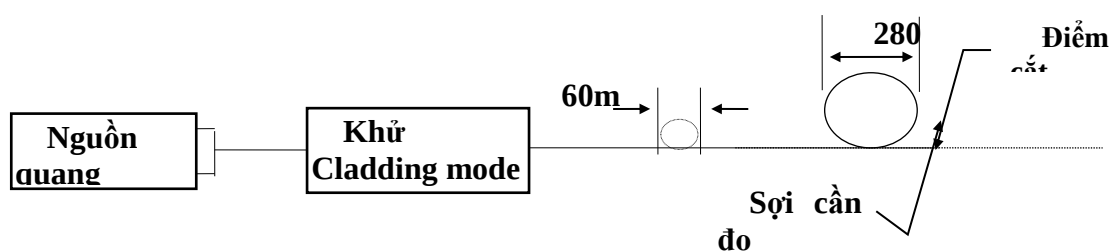
Nguyên lý này được áp dụng trong máy đo OTDR do Barnosky và Jensen đưa ra lần đầu vào năm 1976.

Kỹ thuật này cho phép xác định suy hao sợi quang, suy hao môi hàn, chỗ sợi bị đứt... chỉ ở tại một đầu sợi mà không cần phải cắt sợi.

Bố trí dụng cụ đo: Để tránh ảnh hưởng của đoạn sợi quang ngắn cần bố trí các dụng cụ để đo suy hao như hình 65, hình 66:



Hình 45. Sơ đồ đo sợi đa mode



Hình 46. Đo sợi đơn mode

Ngoài ra, tính chất truyền dẫn của sợi quang theo hai chiều có thể khác nhau (do ánh sáng đi qua các điểm nối có thông số của hai sợi chênh lệch). Nếu dùng hai máy đo công suất đặt ở hai đầu sợi thì sai số cần chỉnh giữa hai máy đo này cũng ảnh hưởng đến kết quả đo. Có thể giảm sai số đo bằng cách đo suy hao theo hai chiều rồi tính suy hao trung bình:

$$\text{Suy hao đo từ A đến B: } A_1 \text{ (dB)} = P_1 \text{ (dBm)} - P_2 \text{ (dBm)}$$

$$\text{Suy hao đo từ B đến A: } A_2 \text{ (dB)} = P_3 \text{ (dBm)} - P_4 \text{ (dBm)}$$

Suy hao trung bình theo hai chiều: $A = \frac{A_1 + A_2}{2}$

Muốn loại trừ suy hao của khớp nối ở hai đầu sợi quang thì cách đo phức tạp hơn, đôi khi không cần thiết.

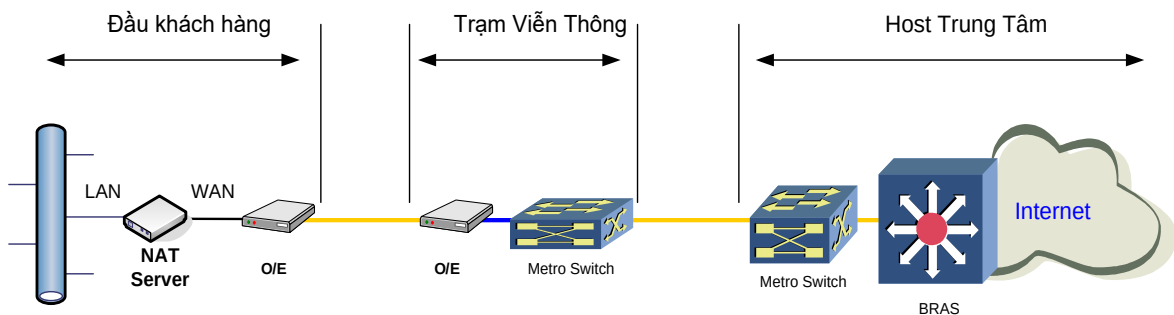
Phổ suy hao (spectral attenuation) của sợi quang cũng được đo theo phương pháp hai điểm. Lần lượt thay đổi bước sóng phát của nguồn quang, đo công suất quang ở đầu và cuối sợi để tính suy hao ứng mỗi bước sóng. Cuối cùng vẽ đặc tuyến suy hao theo bước sóng ánh sáng truyền trong sợi.

4.4. Phân tích xử lý lỗi đường truyền

4.4.1. Phân loại sự cố:

Có rất nhiều nguyên nhân dẫn đến việc khách hàng không truy nhập được vào mạng Internet. Để xác định nguyên nhân, mức độ ảnh hưởng của sự cố, phân cấp và tìm ra hướng khắc phục sự cố một cách nhanh nhất, người ta thường phân chia các sự cố theo hướng sau:

- Sự cố phía nhà cung cấp dịch vụ
- Sự cố liên quan đến truyền dẫn từ ISP đến khách hàng
- Các sự cố phía khách hàng



Hình 47. Phân loại sự cố FTTH theo cấp độ sử dụng

4.4.2. Các sự cố, các lỗi phía nhà cung cấp dịch vụ (ISP):

Đây thường là các sự cố nghiêm trọng, ảnh hưởng đến một số lượng khách hàng trong một phạm vi địa lý nhất định. Việc xác định và xử lý sự cố nhiều khi mất rất nhiều thời gian và phải do những về các kỹ sư chuyên gia tin học giỏi, có kinh nghiệm mới thực hiện được. Có thể liệt kê một số sự cố như sau:

- Lỗi cấu hình, treo cổng, treo thiết bị Router, Switch, Metro Switch, OLT, BRAS...
- Sự cố nguồn điện, đứt cáp đường trục hoặc cáp quốc tế.
- Lỗi hệ thống máy chủ cung cấp dịch vụ và quản lý mạng FTTH
- Lỗi cài đặt sai các thông số VLAN, profile tốc độ upload, download...
- Virus xâm nhập hệ thống

4.4.3. Các sự cố liên quan đến truyền dẫn từ ISP đến khách hàng:

Các sự cố này thông thường là các sự cố liên quan đến:

- Đứt cáp quang từ tổng đài đến nhà khách hàng
- Khoảng cách kéo cáp giữa ISP và khách hàng xa hơn giới hạn cho phép dẫn đến suy hao tín hiệu...
- Chất lượng cáp quang không tốt do có nhiều mối hàn, khoảng cách cáp quá xa, có nhiều chỗ bị gập...

4.4.4. Các sự cố phía khách hàng:

Nhìn chung, tất cả các nguyên nhân dù có nguồn gốc ở đâu thì khách hàng - người sử dụng dịch vụ - luôn luôn là “nạn nhân” do tình trạng sử dụng dịch vụ của khách hàng bị gián đoạn. Việc khắc phục sự cố một cách nhanh chóng và tin cậy sẽ là một yếu tố nâng cao uy tín dịch vụ đối với khách hàng.

Thông thường, các sự cố cũng được phân loại theo các nguyên nhân như sau:

- ✓ Các nguyên nhân hoàn toàn khách quan phía khách hàng như hỏng máy tính, thiết bị HUB, Access Point, Switch, Converter..., nguồn điện cung cấp cho hệ thống thiết bị truy nhập FTTH không đạt tiêu chuẩn cho phép.
- ✓ Lỗi hệ điều hành, trình duyệt Web, thư điện tử, spam thư, firewall, virus...
- ✓ Khách hàng không biết cách cài đặt và sử dụng Web, mail, ...
- ✓ Cài đặt, cấu hình sai các thiết bị như HUB, Switch,
- ✓ Đấu nối sai, chưa đúng chuẩn các thiết bị như HUB, Switch, AP...

4.4.5. Phán đoán và xử lý lỗi phía khách hàng:



Hình 48. Converter AMP – Tyco Electronics

- ⬆ Đèn led 100 : Chỉ thị cáp mạng chuẩn 100Mbps
- ⬆ Đèn PWR : Chỉ thị nguồn cấp
- ⬆ LK/ACT bên trái: Chỉ thị kết nối cổng Ethernet đang hoạt động
- ⬆ LK/ACT bên phải: Chỉ thị kết nối giao diện quang đang hoạt động
- ⬆ FDX/COL bên trái: Chỉ thị kết nối Ethernet
- ⬆ FDX/COL bên phải: Chỉ thị kết nối quang

Trạng thái 1: Đèn chỉ thị kết nối Fast Ethernet (Đèn LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên trái) không sáng:

- ✓ Nguyên nhân:

Do giao diện Fast Ethernet từ converter đến mạng LAN khách hàng có lỗi.

✓ Hướng khắc phục:

- Kiểm tra dây cáp mạng (Đầu RJ45, Dây cáp xoắn UTP ..)
- Kiểm tra đầu tiếp xúc tại cổng FastEthernet xem có bị Oxi hoá không
- Kiểm tra cấu hình Interface giao tiếp trên router, hay NAT server xem có bị shutdown hay không

Trạng thái 2: Đèn chỉ thị kết nối quang (Đèn LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên phải).

✓ Nguyên nhân:

Trên cổng RX của converter không thu được tín hiệu quang. Điều này thường do đứt cáp quang, lỗi cổng quang trên converter đầu khách hàng, lỗi cổng quang trên thiết bị metro đầu nhà cung cấp dịch vụ

✓ Hướng khắc phục:

- Kiểm tra đầu tiếp xúc tại cổng Quang : Dùng 1 sợi quang đầu nối giữa cổng TX và RX (loop vòng) nếu đèn chỉ thị quang sáng đầy đủ thì giao diện quang tốt, còn không sáng thì do giao diện bị hỏng hoặc bị bẩn
- Kiểm tra dây nhảy quang từ converter lên phiên ODF (Bị đứt, bị bẻ gập)
- Kiểm tra tuyến truyền dẫn quang từ ODF khách hàng đến nhà cung cấp dịch vụ (Các điểm đầu nối ODF, chất lượng tuyến quang xem có đứt hay suy hao quá lớn hay không)

Trạng thái 3: Cả đèn chỉ thị kết nối Fast Ethernet (Đèn LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên trái) và đèn chỉ thị kết nối quang (Đèn LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên phải) cùng tắt.

✓ Nguyên nhân:

Do trên cả cổng quang và cổng Fast Ethernet của converter đều không nhận được tín hiệu, ta phải kiểm tra lần lượt theo hai trường hợp đầu để khắc phục hiện tượng này.

Ngoài ra đối với 1 số loại converter cao cấp như (AMP...) có 1 số Switch gạt để cấu hình converter chuyển tiếp thông báo lỗi từ giao diện đồng sang giao diện quang và ngược lại. Ví dụ: Khi có lỗi trên giao diện đồng, đèn chỉ thị LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên trái tắt. Hiện tượng này sẽ được báo sang cho giao diện quang làm cho đèn chỉ thị giao diện quang (Đèn LK/ACK và đèn FDX/COL cột bên phải) sẽ tắt.

Khi gặp converter được cấu hình với tính năng này, nếu ta thấy cả 2 dãy đèn chỉ thị giao diện đồng và quang đều tối thì nguyên nhân là do một trong 2 giao diện bị lỗi mà thôi. Ta có thể kiểm tra giao diện nào bị lỗi bằng cách gạt lại các

DIP SWITCH trong converter để nó không truyền thông tin từ giao diện đồng sang quang và ngược lại nữa.

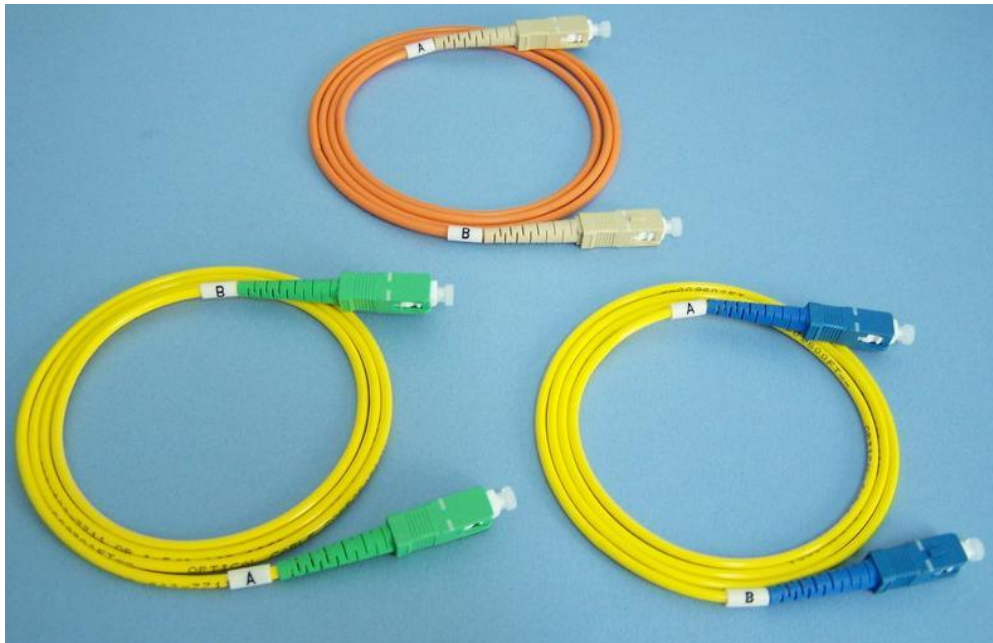
Trạng thái 4: Không có đèn chỉ thị nào sáng:

- ✓ Nguyên nhân: Do nguồn điện không vào converter quang
- ✓ Hướng khắc phục:

Với lỗi này ta sẽ thấy hiện tượng tất cả các đèn trên converter đều tắt. Ta phải kiểm tra cụ thể xem do lỗi nguồn không có điện, dây nguồn lỗi hay converter hỏng nguồn thật.

4.4.6. Kiểm tra cáp quang nhảy và ODF:

Sợi quang nhảy là sợi quang để nối từ converter quang đầu khách hàng đến ODF của công ty viễn thông, thường được đặt trong phía khách hàng.



Hình 49. Dây nhảy quang

Khi đèn FDX trên converter không sáng chứng tỏ Converter quang không nhận được tín hiệu quang từ đầu xa phát lại và sợi quang bị đứt ở đâu đó từ converter quang phía khách hàng đến thiết bị quang đặt tại tổng đài. Ta có thể kiểm tra sợi quang nhảy bằng cách cắm 1 suy hao khoảng 5db và loop sợi quang này trên giao diện của một converter O/E đang hoạt động tốt. Nếu đèn quang FDX sáng chứng tỏ sợi quang tốt. Nếu đèn quang FDX không sáng chứng tỏ sợi quang đã bị đứt ở đâu đó. Thường sợi quang nhảy hay bị đứt do những nguyên nhân sau:

- ✓ Chuột cắn
- ✓ Bị bẻ gập quá nhiều

Ngoài trường hợp sợi quang nhảy lỗi, ta cũng có thể kiểm tra thêm một thiết bị nữa là ODF đầu khách hàng. Ta thường kiểm tra ODF bằng cách xem ODF

có bị vỡ hỏng không và dùng 1 sợi cáp quang tốt loop lại để đầu tổng đài kiểm tra xem có nhận được loop không?

4.4.7. Các lỗi liên quan đến máy tính trong mạng LAN khách hàng:

- Lỗi 1: Ping được ra Internet nhưng không vào được mạng

Kiểm tra xem máy có đặt Proxy Server hay không?

Máy bị nhiễm virus làm lỗi file winsock và winsock32 ta dùng Bkavhome để diệt virus này.

- Lỗi 2: Biểu tượng LAN bị chéo đỏ

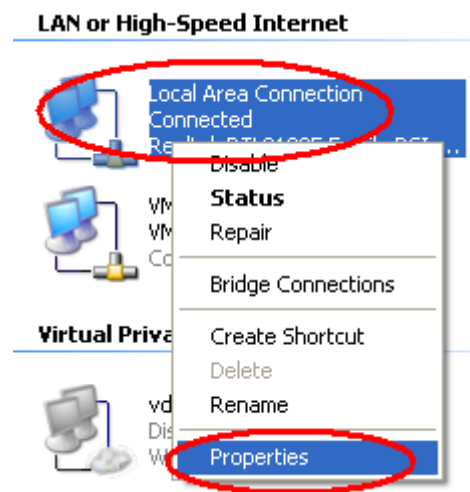
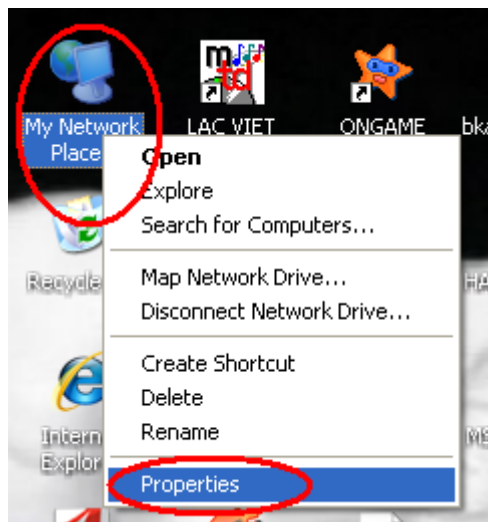
Cáp mạng bị đứt hoặc cặp RJ bị lỗi

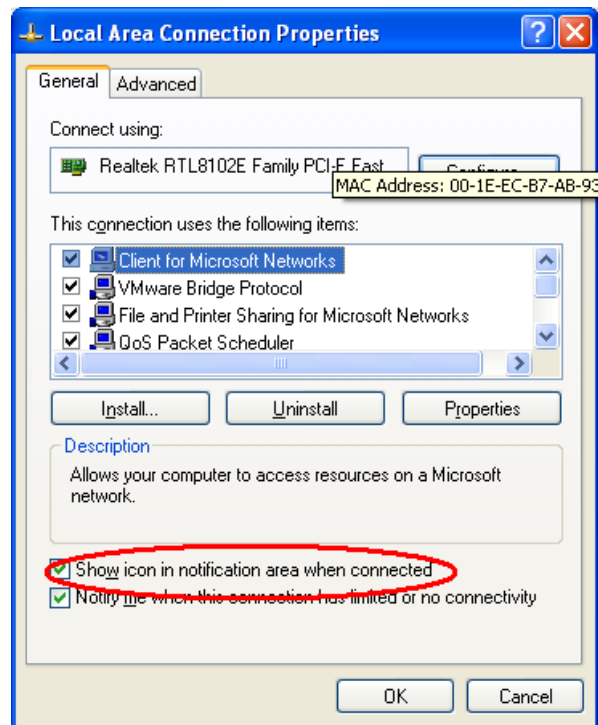
Lỗi Card mạng trên máy

Lỗi Card mạng trên Modem quang, Converter quang.

- Lỗi 3: Mất biểu tượng LAN

Trên màn hình Desktop ta click chuột phải vào My Network Place\Properties. Click Local Area Connection\Properties ->Click vào Show icon in noti.....click OK.





Hình 50. Đưa biểu tượng kết nối Lan ra màn hình

Nếu không được ta dùng một số lệnh sau: Vào Start\Run, gõ

1. regsvr32 netshell.dll
2. regsvr32 netconfx.dll
3. regsvr32 netman.dll

Sau khi nhập xong những lệnh trên ta khởi động lại máy tính là được

➤ Lỗi 4: Internet Explorer cannot display the webpage

Lỗi này là do bạn chưa đặt DNS trên máy hoặc trong Modem.

DNS của VDC là: 203.162.0.11

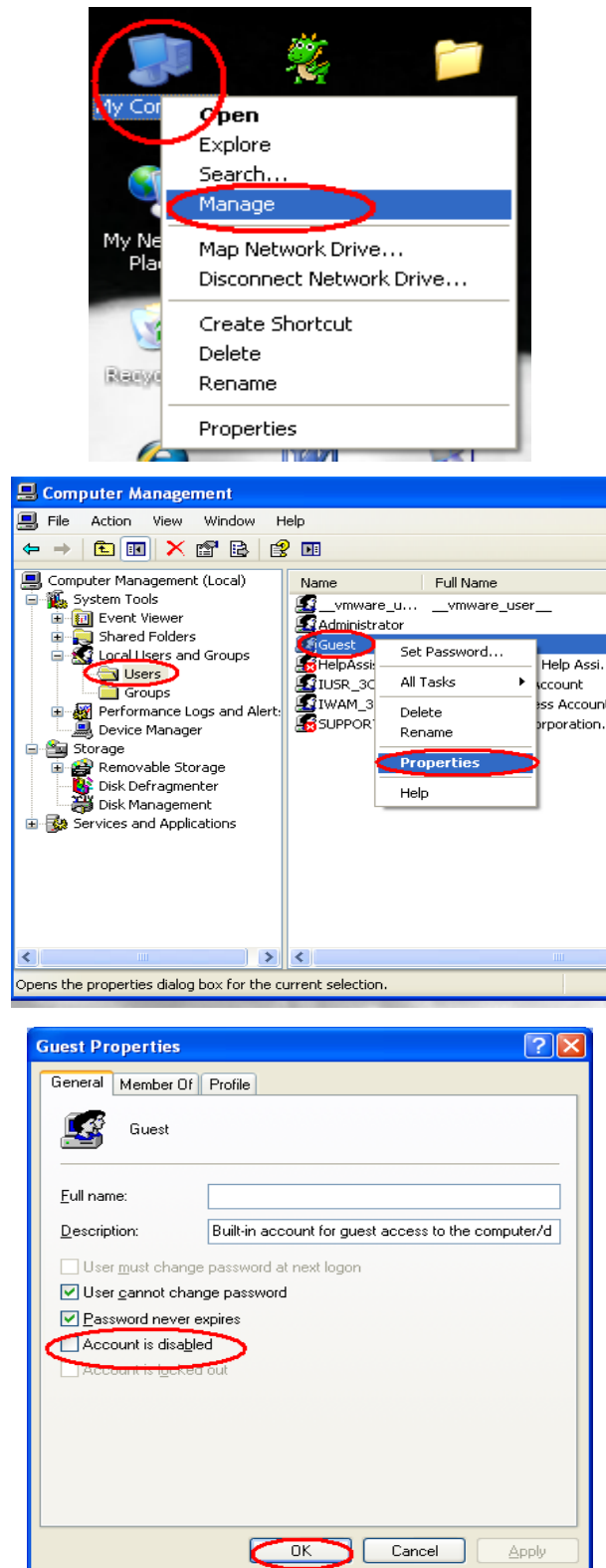
203.162.0.11

203.162.4.1.

➤ Lỗi 5: Khi truy cập máy tính trong mạng LAN hỏi Password

Do máy cần truy nhập đặt Password, nếu muốn vào phải nhập Password vào.

Do máy truy nhập chưa Enable Account Guest. Để kích hoạt Account Guest ta làm như sau: Kích chuột phải vào My computer->Chọn Manage. Trong mục Local Users and Groups chọn Users. Kích chuột phải vào Guest, chọn Properties ->Bỏ tích ở ô “Account is disabled”->Bấm OK là được.



Hình 51. Bỏ tùy chọn khi truy nhập mạng phải cấp mật khẩu

► Lỗi 6: Nhìn thấy máy trong mạng LAN nhưng không vào được

Bạn nên kiểm tra một số Services như sau: Computer Browser, Workstation, Server xem đã Start chưa bằng cách: Vào Start\Run\services.msc. Nếu Status chưa được Started thì kích chuột phải vào biểu tượng service rồi bấm Start.

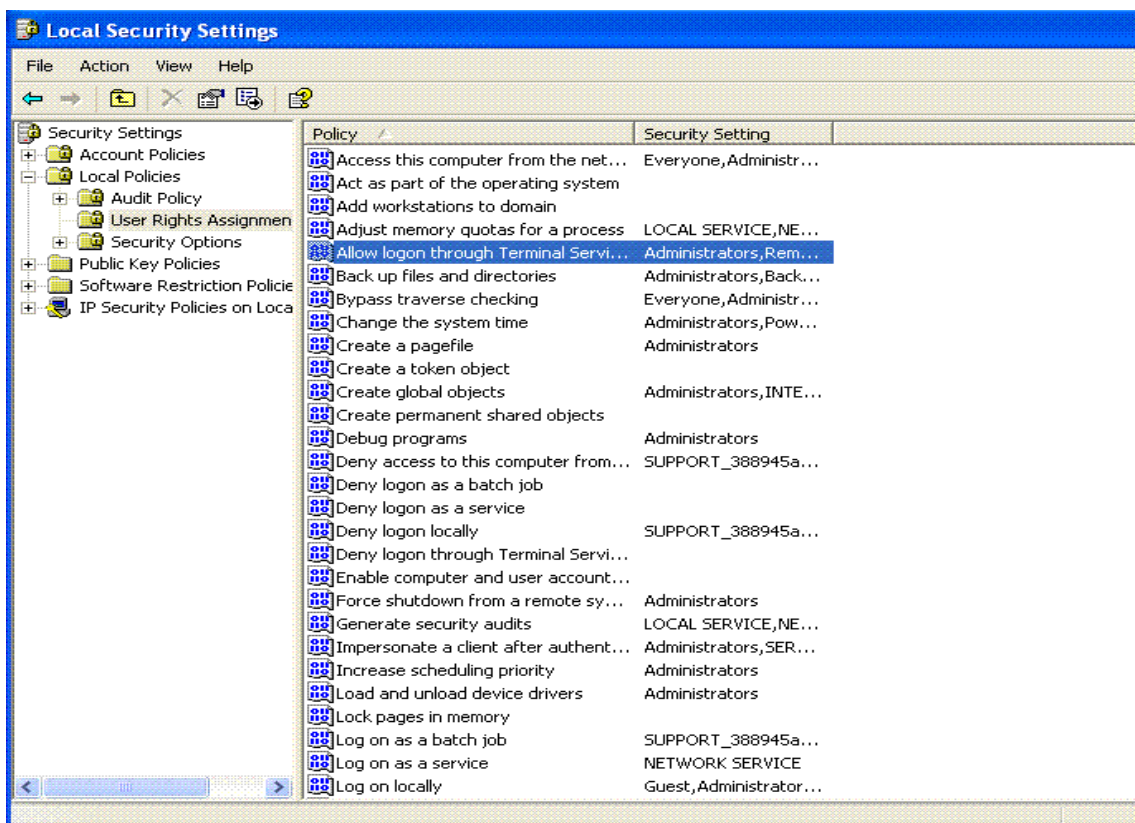
ClipBook	Enables Cli...	Started	Disabled	Local System
COM+ Event System	Supports S...	Started	Manual	Local System
COM+ System Appl...	Manages t...	Started	Manual	Local System
Com4QLBEx		Started	Manual	Local System
Computer Browser	Maintains a...	Started	Automatic	Local System
Cryptographic Serv...	Provides th...	Started	Automatic	Local System
DCOM Server Proc...	Provides la...	Started	Automatic	Local System
DHCP Client	Manages n...	Started	Automatic	Local System
Distributed Link Tra...	Maintains li...	Started	Automatic	Local System

Hình 52. Kiểm tra các services trên máy

- Lỗi 7: Hai máy tính nối mạng LAN với nhau, máy A truy cập được máy B, ngược lại máy B không truy cập được máy A

Bấm Start --> chọn Control Panel --> chọn Administrative Tools --> chọn Local Security Policy

Chọn Local Policies --> chọn User Rights Assignmen



Hình 53. Chỉnh lỗi hai máy trong mạng Lan không truy nhập được nhau

Bấm chọn Access this computer from the network , bạn kiểm tra xem nhóm Everyone phải có trong đó

Bấm chọn Deny access to this computer from the network, bạn phải gỡ bỏ nhóm Everyone trong phần này

4.4.8. Lỗi sợi quang từ đầu khách hàng đến trạm cuối:

Lỗi thường gặp nhất là lỗi sợi quang từ đầu khách hàng đến trạm cuối. Những lỗi này bao gồm đứt sợi quang, sợi quang bị suy hao quá lớn dẫn đến đường truyền bị suy giảm chất lượng. Để khắc phục hiện tượng này ta thường

phải có máy đo quang để đo phát hiện điểm đứt hay điểm có suy hao lớn và đến đó thực hiện hàn lại.

Phần này ta sẽ đi qua việc hướng dẫn sử dụng máy đo quang để kiểm tra lỗi sợi quang. Qua phần này ta cũng sẽ hiểu thêm được về các hiện tượng xảy ra trong sợi quang.

4.4.9. Suy hao sợi quang

Hiện tượng phổ biến và ảnh hưởng đến chất lượng đường truyền quang nhiều nhất đó là các hiện tượng suy hao. Khi ánh sáng trong sợi quang đi qua các vùng vật chất không đồng nhất ví dụ: ở các mối hàn hoặc đi qua các chỗ sợi quang bị gập hiện tượng suy hao sẽ xảy ra làm giảm công suất của tín hiệu đi trong sợi quang. Ngoài ra khi tín hiệu đi trong sợi quang cũng bị một suy hao tuyến tính. Người ta đã đo kiểm và đưa ra mức suy hao cho phép của một sợi quang như sau:

Suy hao tuyến tính:

- ✓ Suy hao 0.2 dB/km cho sợi quang SM tại 1550nm
- ✓ Suy hao 0.35 dB/km cho sợi quang SM tại 1310nm
- ✓ Suy hao 1 dB/km cho sợi quang MM tại 1300nm
- ✓ Suy hao 3 dB/km cho sợi quang MM tại 850nm

Suy hao tại mối hàn:

- ✓ Suy hao 0.05 dB cho 1 mối hàn hồ quang
- ✓ Suy hao 0.1 dB cho 1 mối hàn cơ khí

Suy hao tại cặp kết nối Connector:

- ✓ Suy hao 0.2 – 0.5 dB cho 1 cặp ghép nối connector
- ✓ Suy hao 3.5 dB cho 1 tới 2 bộ chia quang (3 dB chia quang và thêm suy hao 0.5 dB).

CHƯƠNG 5: TRIỂN KHAI DỊCH VỤ FIBERVNN TẠI VNPT HẢI PHÒNG

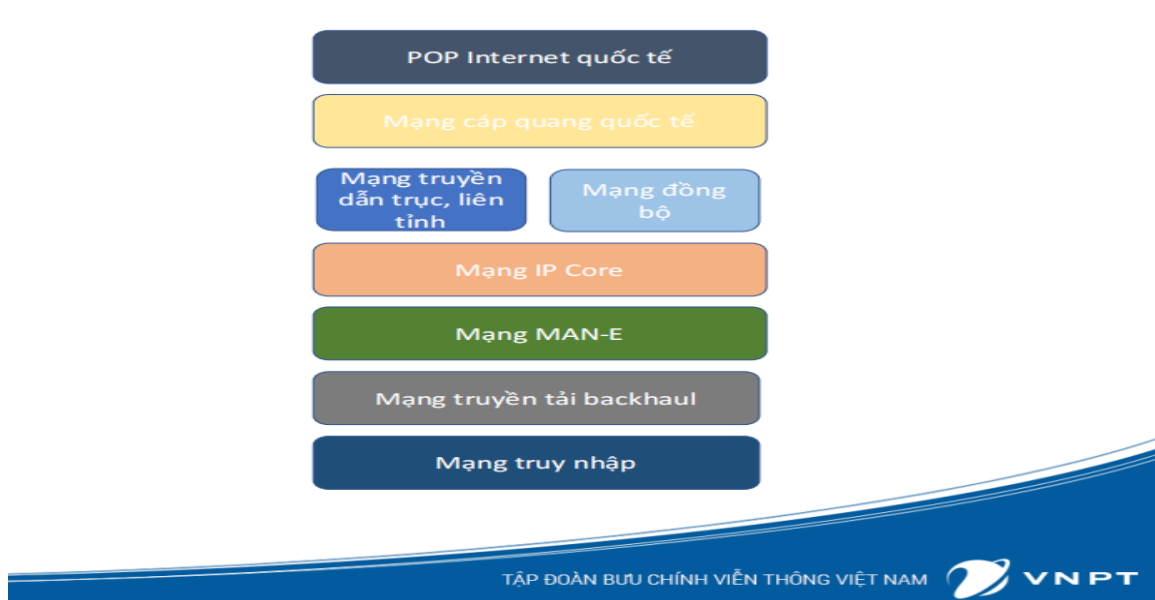
5. Tổ chức mạng tại VNPT Hải Phòng

5.1. Nguyên tắc và các mô hình tổ chức mạng của VNPT Hải Phòng

5.1.1. Mạng MAN-E VNPT Hải Phòng:

Được kết nối với mạng IP Core và kết nối với mạng truyền dẫn trực, liên tỉnh được tổ chức thành các tuyến:

- ✓ Tuyến trục Bắc – Nam (Backbone): Kết nối router Core (P router) của mạng IP Core (Dung lượng: 9.3 Tb)
- ✓ Tuyến khu vực (liên tỉnh): Truyền tải lưu lượng từ các tỉnh lên IP Core



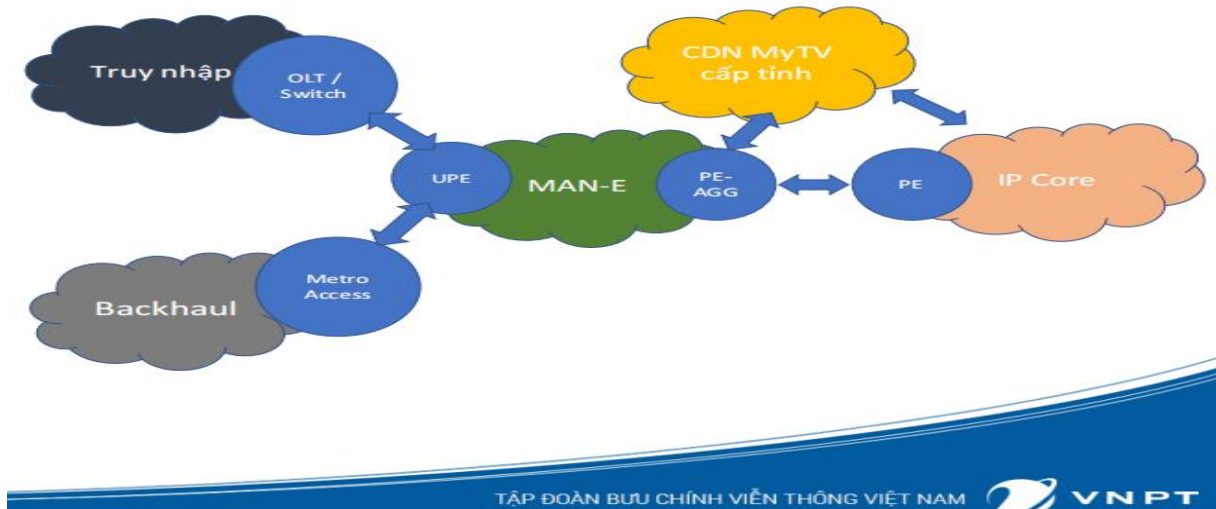
Hình 54. Cấu trúc mạng VNPT

- ✓ Lớp mạng thu gom vùng, triển khai tại các VNPT tỉnh/TP.
- ✓ Thu gom lưu lượng từ mạng truy nhập & mạng truyền tải backhaul tới mạng IP Core và các vùng mạng dịch vụ (CDN).

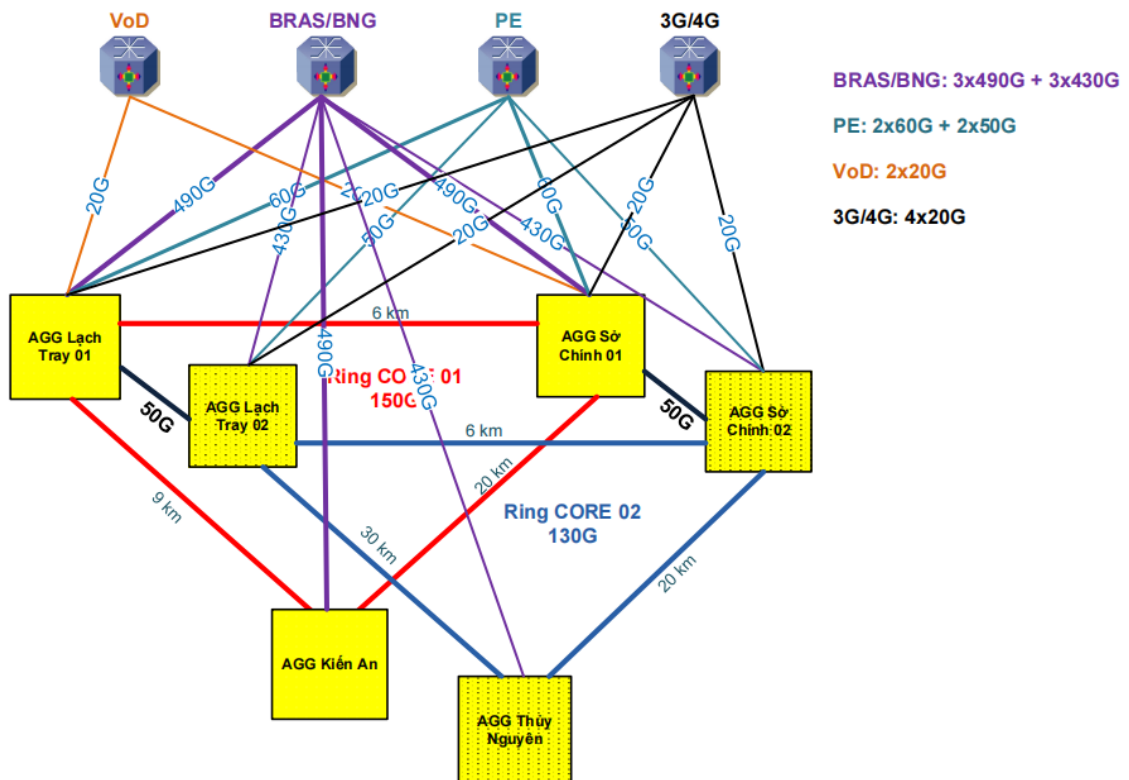
5.1.2. Mạng truyền tải Backhaul:

- ✓ Bao gồm các thiết bị router Metro Access.
- ✓ Kết nối theo ring/star đến các mạng MAN-E.
- ✓ Thu gom lưu lượng dịch vụ di động 3G/4G/5G,....
- ✓ Có thể thu gom thiết bị OLT, Switch,.... của mạng truy nhập để bảo

vệ lưu lượng.



Hình 55. Cấu trúc mạng MAN-E VNPT



Hình 56. Topo Core cấu trúc MAN-E VNPT Hải Phòng

5.1.3. Mạng truy nhập ODN tại VNPT Hải Phòng:

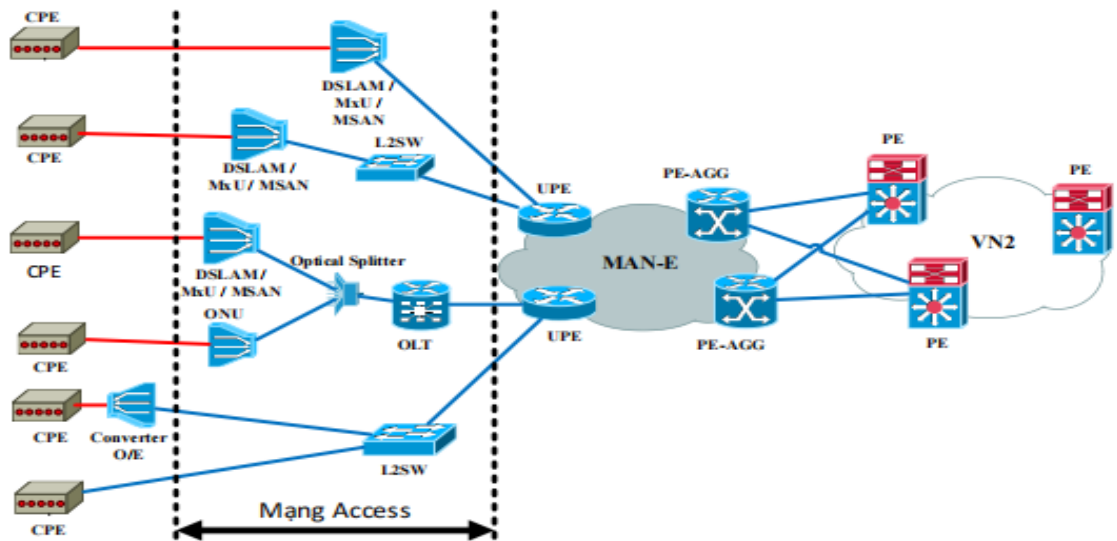
- ✓ Cung cấp kết nối đến khách hàng qua các phương thức: có dây (cáp quang, cáp đồng), không dây (wifi,...).

Truy nhập cáp quang:

- ✓ Kết nối từ node tập trung (OLT, L2SW) đến thiết bị nhà khách hàng.
- ✓ Bao gồm: OLT, cáp quang chính, cáp quang phối, dây thuê bao, thiết bị đầu cuối ONT, CPE AON.

Truy nhập cáp đồng:

- ✓ Dịch chuyển dần từ cáp đồng sang cáp quang.
- ✓ Dùng sử dụng tại thời điểm thích hợp trong giai đoạn 2021 – 2025

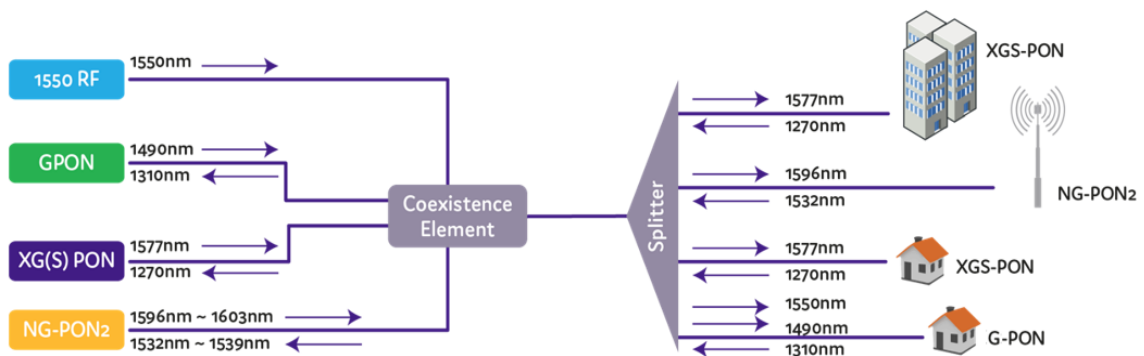


Hình 57. Topo mạng truy nhập ODN tại VNPT Hải Phòng

5.2. Công nghệ đang triển khai trên mạng lưới của VNPT Hải Phòng

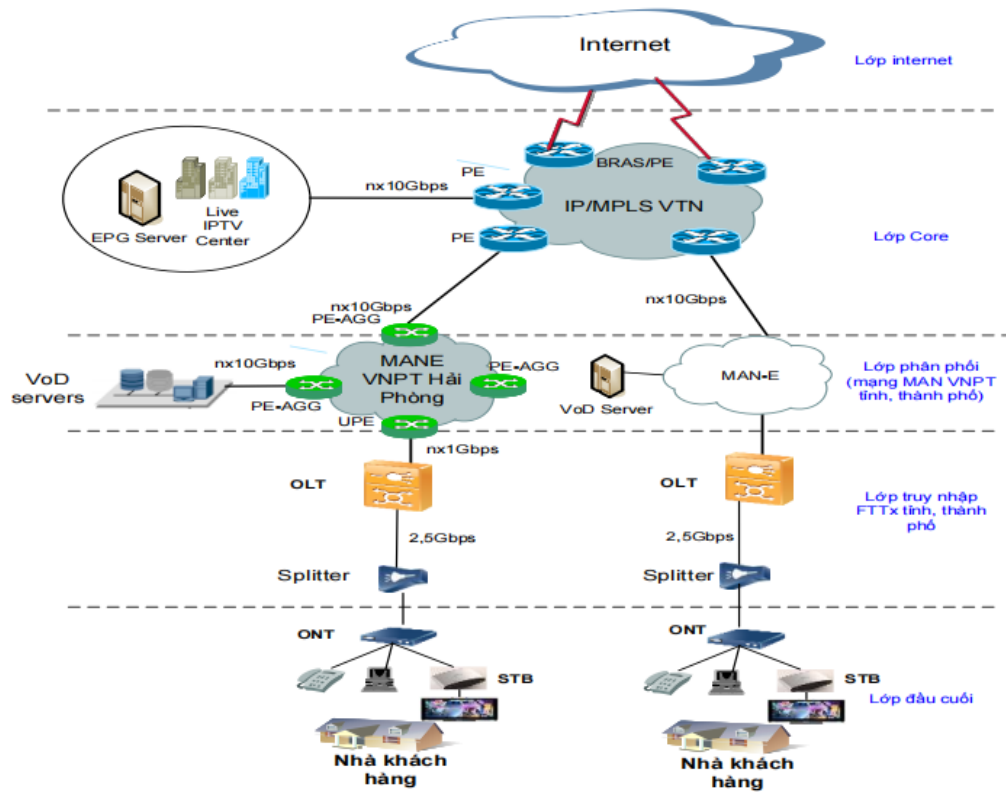
- ✓ Mạng truy nhập quang của VNPT Hải Phòng ban đầu áp dụng cả công nghệ AON và GPON cung cấp các gói cước từ hàng chục Mbps đến hàng trăm Mbps.
- ✓ Từ năm 2014 đến nay, VNPT Hải Phòng phát triển mạng truy nhập quang chủ yếu dựa trên công nghệ GPON để tận tối đa năng lực thiết bị GPON, hệ thống mạng cáp quang (ODN) đã đầu tư, bổ sung thiết bị OLT tại các điểm có nhu cầu phát triển thuê bao FiberVNN.
- ✓ Năm 2022 bắt đầu triển khai công nghệ mới XGS PON tại khu vực có mật độ cao thuê bao sử dụng gói cước tốc độ cao như Khu công nghiệp Nam Đình Vũ, VSIP, Trảng Duệ, và 1 số khu vực khách hàng/tổ chức có nhu cầu GVHD TS: Đoàn Hữu Chức SVTH: Nguyễn Việt Hùng Lớp DTL2502

sử dụng tốc độ cao hỗ trợ tốc độ lên tới 10Gbps/10Gbps Uplink/Downlink.

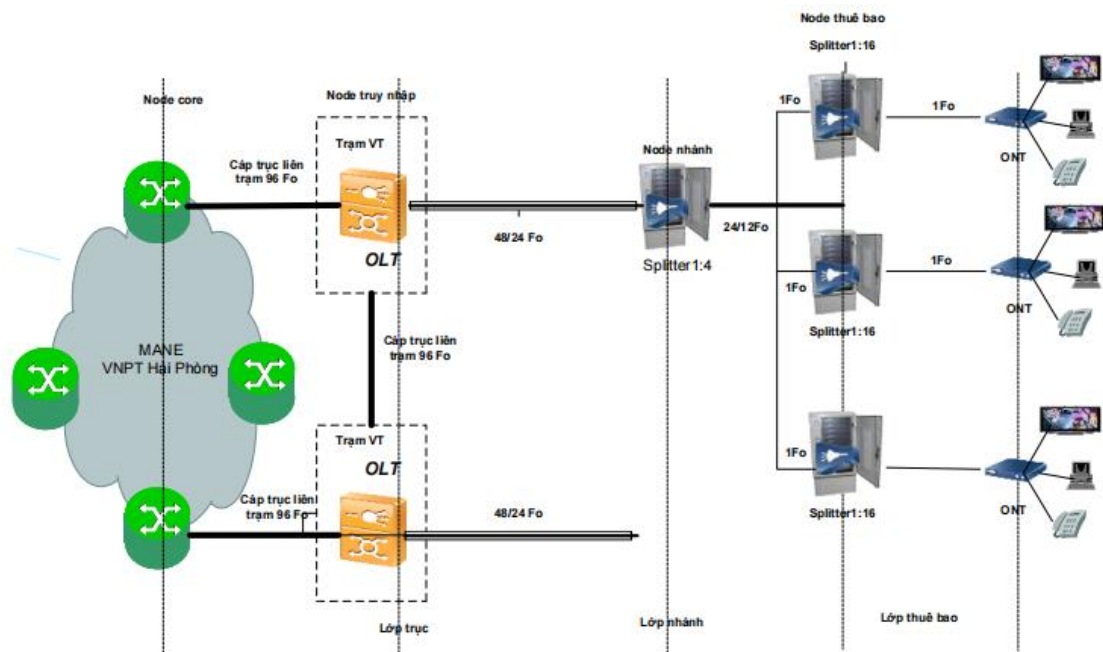


Hình 58. Công nghệ XGS-PON tại VNPT Hải Phòng

- ✓ Hiện tại mạng IP Core và mạng MAN-E VNPT Hải Phòng vẫn sử dụng công nghệ IP/MPLS tuân thủ theo các khuyến nghị của IETF, IEEE, ITU.
- ✓ Về tiêu chuẩn kỹ thuật hỗ trợ đồng bộ tần số và đồng bộ pha - thời gian VNPT đã ban hành yêu cầu các thiết bị mạng truyền tải IP được trang bị từ năm 2020 phải hỗ trợ đầy đủ các tiêu chuẩn đồng bộ PTP, 1588v2, SyncE, G8275.1, G8275.2,...
- ✓ Về triển khai IPv6, VNPT là doanh nghiệp tiên phong trong chuyển đổi IPv6 tại Việt Nam: đã kích hoạt IPv6 cho 100% hạ tầng mạng lưới, 5,4 triệu thuê bao FiberVNN và 13,7 triệu thuê bao di động sử dụng IPv6
- ✓ Về giao diện kết nối: chuyển sang sử dụng cổng 100GE trên mạng IP Core và các trung kế mạng MAN-E.
- ✓ VNPT đang phối hợp với hãng Cisco thử nghiệm triển khai Segment Routing, Network Automation.
- ✓ VNPT bắt đầu trang bị tính năng SDN Controller trên một số thiết bị IP Core



Hình 59. Mô hình tổng quan mạng VNPT Hải Phòng



Hình 60. Mô hình công nghệ GPON tại VNPT Hải Phòng

KẾT LUẬN

Mạng băng rộng truy nhập quang được xem là cơ sở hạ tầng tốt nhất cho các dịch vụ băng rộng. Việc nghiên cứu hình thái Mạng truy nhập quang mới vẫn đang nhận được sự quan tâm đặc biệt. Mục tiêu hướng tới là đáp ứng nhu cầu người dùng sử dụng mạng bắt kịp với xu thế trên thế giới..

Nhu cầu sử dụng nhiều loại hình dịch vụ tốc độ cao với một đường truyền băng rộng từ nhà cung cấp dịch vụ viễn thông ngày càng lớn. Đặc biệt trong những năm gần đây các dịch vụ đòi hỏi tốc độ cao và các dịch vụ băng rộng trên mạng di động 4G và xu hướng triển khai mạng 5G phát triển một cách mạnh mẽ dẫn đến nhu cầu về một mạng truy nhập băng rộng tốc độ cao thật sự là vấn đề cấp thiết của các nhà cung cấp dịch vụ và đó là sứ mệnh mà VNPT Hải Phòng cần thực hiện và cụ thể hóa bằng các giải pháp. Mạng truy nhập băng rộng FTTx sử dụng công nghệ GPON và điển hình là dịch vụ FiberVNN đã và đang được Tập đoàn VNPT trong đó VNPT Hải Phòng là thành viên triển khai với quy mô trên toàn quốc và trên toàn địa bàn khu vực Hải Phòng nói riêng sẽ đáp ứng được nhu cầu hiện tại cho người sử dụng.

Đề tài luận văn đã trình bày được các khái niệm về mạng MAN-E, các khái niệm về cấu trúc mạng truy nhập ODN, công nghệ FTTx, AON, GPON,... ứng dụng kiến trúc FTTx, GPON vào thiết kế mạng truy nhập băng rộng VNPT Hải Phòng cũng như các dịch vụ đặc biệt dịch vụ FiberVNN được cung cấp thông qua hệ thống mạng này. Với sự hiểu biết còn hạn chế, đề tài luận văn có thể còn nhiều thiếu sót. Tôi rất mong muốn nhận được sự đóng góp ý kiến của quý thầy cô giáo, bạn bè, đồng nghiệp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 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
- [2] “Mạng truy nhập quang tới thuê bao GPON”, Viện công nghệ bưu chính viễn thông, 2007.
- [3] “Thuyết minh tiêu chuẩn hệ thống truy nhập quang thụ động GPON”, Viện khoa học kỹ thuật bưu điện, 2015.
- [4] Đỗ Trọng Sơn, “Đề án quy hoạch mạng lưới thông tin”, 2014-2015.
- [5. Credic F.Lam (2007), Passive Optical Networks principles and practice, pp. 215-264.
- [6]. ITU G.984.1 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics.
- [7]. ITU G.984.2 (2003), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification.
- [8]. ITU G.984.3 (2004), Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Transmission convergence layer specification.
- [9. ITU G.983.1 (1998), Broadband Optical Access Systems Based on Passive Optical Networks (PON).
- [10]. ITU G.983.2 (2000), ONT Management and Control Interface Specification for ATM PON