

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



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH ĐIỆN TỬ TRUYỀN THÔNG

Sinh viên : Vũ Hải Đăng

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**



**XÂY DỰNG MẠNG METRO ETHERNET VNPT
HẢI PHÒNG TRÊN NỀN TẢNG MÔ HÌNH CISCO IP NGN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH ĐIỆN TỬ TRUYỀN THÔNG**

Sinh viên thực hiện: Vũ Hải Đăng

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 : Vũ Hải Đăng - **MSV :** 2113103007

Lớp : DTL 2502

Ngành: Điện tử truyền thông

Tên đề tài: Xây dựng mạng Metro Ethernet VNPT Hải Phòng
trên nền tảng mô hình Cisco IP NGN

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).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

CÁC 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:

.....
.....
.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 27 tháng 3 năm 2023

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 17 tháng 6 năm 2023

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Giảng viên hướng dẫn

Hải Phòng, ngày tháng năm 2023

TRƯỞNG KHOA

TS. Đoàn Hữu Chức

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: Vũ Hải Đăng

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 đề 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)

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	16
DANH MỤC HÌNH VẼ, BẢNG BIỂU	18
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG TRUY NHẬP QUANG	23
1.1. Giới Thiệu Chung.....	23
1.2. Giao diện cơ bản của mạng truy nhập quang	23
1.3. Mô hình tổ chức của mạng truy nhập quang	27
1.4. Các công nghệ truy nhập quang.....	31
1.5. Bảng tổng hợp hai công nghệ aon và gpon	46
CHƯƠNG 2: CÔNG NGHỆ MẠNG MAN-E VÀ MÔ HÌNH IP NGN CỦA CISCO	49
2.1. Tổng quan về mạng quang trong ethernet	49
2.2. Các tính năng của MAN-E	50
2.3. Kiến trúc Cisco IP NGN (Cisco IP Next-Generation Network)	51
2.4. Mô hình mạng Metro Ethernet dựa trên kiến trúc CISCO IP NGN.....	55
2.4.1 Sơ đồ mạng	55
2.4.2 Kiến trúc logic	56
2.4.3 Các điểm tham chiếu trong mạng MAN-E	57
2.5. Các thành phần vật lý trong mạng MAN-E.....	59
2.5.1 Thiết bị Cisco Router ASR 9010.....	59
2.5.2 Thiết bị Cisco Router ASR 9912.....	60
2.5.3. Route Switch Processor (RSP).....	62
2.5.4. Power Supply Architecture.....	63
2.5.5. Linecards	63
2.5.6. Các thiết bị khuếch đại quang.....	65
2.6. Kết nối thiết bị trong mạng MAN-E.....	69
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MẠNG MAN-E TẠI VIỄN THÔNG HẢI PHÒNG ...	71
3.1 Chỉ số băng thông các dịch vụ viễn thông	72
3.2 Tổng hợp lưu lượng trên các thiết bị kết nối.....	73
3.3 Thiết kế mạng.....	79
CHƯƠNG 4: CÁC DỊCH VỤ CUNG CẤP TRÊN MẠNG MAN-E.....	83
4.1 Dịch vụ HSI.....	83
4.2 Dịch vụ Business	84
4.3 Dịch vụ L3VPN.....	93
4.4 Dịch vụ IPTV	93
4.5 Dịch vụ IMS/VoIP.....	94

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, với sự phát triển nhanh chóng, vượt bậc của các công nghệ truy nhập băng rộng mới (xDSL, FTTx...) và các dịch vụ mới (VoIP, IPTV, VoD...), đặc biệt là xu hướng tiến lên NGN của các nhà khai thác Viễn thông. Yêu cầu về băng thông kết nối tới các thiết bị truy nhập AON, PON ngày càng cao, yêu cầu về 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...

Tất cả các yêu cầu trên dẫn đến sự phát triển bùng nổ của mạng MAN trong các thành phố, đặc biệt là mạng Ethernet-based MAN (MAN-E) để truyền tải lưu lượng IP.

Hệ thống cáp quang cho phép cung cấp dịch vụ với tốc độ ngày càng cao và giá thành ngày càng giảm. Tốc độ truyền dẫn từ 100Mbps dần được thay thế bằng tốc độ Nx1Gbps. Việc này cho phép các nhà cung cấp dịch vụ có thể sử dụng công nghệ Ethernet đơn giản để truyền thông tin với khoảng cách xa hơn. Với công nghệ Ethernet truyền thông trên mạng cáp đồng khoảng cách truyền dẫn chỉ tính bằng đơn vị hàng chục mét hoặc 100m thì với công nghệ cáp quang, khoảng cách truyền dẫn tăng hàng trăm nghìn lần lên đến hàng chục Km.

Sử dụng công nghệ MAN-E để cung cấp dịch vụ chất lượng cao, dịch vụ đa dạng đến khách hàng của các nhà cung cấp dịch vụ đang là xu hướng chung trên toàn thế giới. Công nghệ Ethernet được hầu hết các nhà cung cấp thiết bị trên thế giới hỗ trợ

Tại Việt Nam công nghệ mạng MAN-E đã được một số nhà cung cấp dịch vụ viễn thông triển khai và đưa vào khai thác thành công. Tiêu biểu là mạng MAN-E của Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam (VNPT), Tập đoàn VNPT phát triển mạng MAN-E dựa vào các đặc điểm như sau:

Hiệu quả chi phí: Chi phí đầu tư và vận hành thấp.

Đơn giản: Đã được tiêu chuẩn hóa và không ngừng được phát triển. Được ứng

dụng rộng rãi trong tất cả các tổ chức, doanh nghiệp và thiết bị gia đình.

Độ linh động cao: Quản lý băng thông và mở rộng băng thông kết nối rất dễ dàng. Hỗ trợ rất nhiều mô hình kết nối (topology) khác nhau. Tối ưu cho việc truyền tải thông tin dạng gói, đặc biệt là các gói tin IP.

Mạng MAN-E là phân khúc mạng nằm giữa lớp Core và lớp Access, có tổ chức năng thu gom lưu lượng và đảm bảo yêu cầu về chất lượng dịch vụ cho khách hàng. Mạng MAN-E chính là yếu tố cốt lõi để các nhà cung cấp dịch vụ triển khai cung cấp các dịch vụ băng rộng chất lượng cao đối với khách hàng.

Tại Việt Nam công nghệ mạng MAN-E đang trong quá trình triển khai do đó có rất nhiều vấn đề cần nghiên cứu và phát triển tuy nhiên trong luận văn này xin được đi vào Tìm hiểu công nghệ mạng MAN-E và Ứng dụng của mạng MAN-E tại VNPT Hà Nội.

Đề tài bao gồm 4 chương:

Chương 1: Tổng quan về mạng truy nhập quang

Chương 2: Công nghệ mạng MAN-E và mô hình IP NGN của Cisco

Chương 3: Thiết kế mạng MAN-E tại Viễn thông Hải Phòng

Chương 4: Các dịch vụ cung cấp trên mạng MAN-E

Trong quá trình làm 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 Chúc người đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành 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 luận văn của mình.

DANH MỤC HÌNH VẼ, BẢNG BIỂU

HÌNH 1. 1 MẠNG TRUY NHẬP QUANG	23
HÌNH 1. 2 CẤU HÌNH CỦA MẠNG TRUY NHẬP QUANG	24
HÌNH 1. 3 CẤU HÌNH TRUY NHẬP FTTC	24
HÌNH 1. 4 CẤU HÌNH TRUY NHẬP FTTB.....	25
HÌNH 1. 5 CẤU HÌNH TRUY NHẬP FTTO/H	26
HÌNH 1. 6 MÔ HÌNH THAM CHIẾU CỦA MẠNG TRUY NHẬP QUANG	27
HÌNH 1. 7 CÁC KHỐI CHỨC NĂNG CỦA OLT	28
HÌNH 1. 8 CÁC KHỐI CHỨC NĂNG CỦA ONU	29
HÌNH 1. 9 CÁC BỘ GHÉP 8X8 ĐƯỢC TẠO RA TỪ CÁC BỘ GHÉP 2X2.....	30
HÌNH 1. 10 CẤU TRÚC CƠ BẢN MẠNG CẤP QUANG THUÊ BAO	31
HÌNH 1. 11 SƠ ĐỒ MẠNG AON.....	31
HÌNH 1. 12 KIẾN TRÚC HOME RUN	32
HÌNH 1. 13 KIẾN TRÚC ETHERNET SAO TÍCH CỰC	33
HÌNH 1. 14 MÔ HÌNH CUNG CẤP DỊCH VỤ MẠNG TRIỂN KHAI TRÊN CÔNG NGHỆ SDH-NG	35
HÌNH 1. 15 MÔ HÌNH MẠNG QUANG THU ĐỘNG.....	37
HÌNH 1. 16 MÔ HÌNH CÂY (SỬ DỤNG SPLITTER 1:N).....	38
HÌNH 1. 17 MÔ HÌNH BUS SỬ DỤNG TAPCOUPLER.....	38
HÌNH 1. 18 MÔ HÌNH VÒNG	39
HÌNH 1. 19 LƯU LƯỢNG HƯỚNG LÊN TRONG EPON	42
HÌNH 1. 20 MẠNG PON SỬ DỤNG MỘT SỢI.....	45
HÌNH 2. 1 CÁC THÀNH PHẦN DỊCH VỤ	53
HÌNH 2. 2 MẠNG HỘI TỤ (ỨNG DỤNG, DỊCH VỤ VÀ MẠNG).....	54
HÌNH 2. 3 IP/MPLS CARRIER-CLASS IP NGN.....	55
HÌNH 2. 4 MÔ HÌNH MẠNG MAN-E ĐIỀN HÌNH.....	56
HÌNH 2. 5 MÔ HÌNH PHÂN LỚP MẠNG MAN-E CỦA VNPT	57
HÌNH 2. 7 MÔ HÌNH CÁC ĐIỂM THAM CHIẾU	58
HÌNH 2. 8 GIAO DIỆN UNI VÀ MÔ HÌNH THAM CHIẾU MAN-E.....	58
HÌNH 2. 9 CISCO ASR 9010 ROUTER	60
HÌNH 2. 10 VỊ TRÍ SLOT TRÊN CHASSIS ASR 9010	60
HÌNH 2. 11 CISCO ASR 9912 ROUTER ARCHITECTURE.....	61
HÌNH 2. 12 VỊ TRÍ SLOT TRÊN CHASSIS ASR 9912	61
HÌNH 2. 13 KIẾN TRÚC FABRIC TRÊN THIẾT BỊ ASR 9010	62
HÌNH 2. 14 MÔ TẢ CARD ĐIỀU KHIỂN A9K-RSP880-TR CHO ASR 9010.....	62
HÌNH 2. 15 SƠ ĐỒ PHÂN PHỐI NGUỒN TRÊN ASR 9010.....	63
HÌNH 2. 16 LINECARD CƠ BẢN	64
HÌNH 2. 17 CISCO ASR 9000 4-PORT 100GE QSFP28 MODEL LC	64
HÌNH 2. 18 TỔNG QUAN THIẾT BỊ CISCO NCS 2006.....	66
HÌNH 2. 19 CISCO NCS 2006 EXTERNAL CONNECTION UNIT	66
HÌNH 2. 20 CISCO NCS 2000 100-GBPS COHERENT DWDM TRUNK CARD.....	67
HÌNH 2. 21 MÔ HÌNH CHUNG TRIỂN KHAI THIẾT BỊ NCS 2006.....	67
HÌNH 2. 22 TỔNG QUAN THIẾT BỊ KHUẾCH ĐẠI ASCENT A1616	68
HÌNH 2. 23 NETWORK MANAGEMENT MODULE (NMU)	68
HÌNH 2. 24 100G CFP OUT	69
HÌNH 2. 25 OPTICAL AMPLIFIER (EDFA)	69
HÌNH 2. 26 MÔ HÌNH TỔNG QUAN	71

HÌNH 3. 1 CẤU TRÚC MẠNG MAN-E PHÂN LỚP CORE A2 VÀ A3.....	80
HÌNH 3. 2 CẤU TRÚC MẠNG MAN-E LỚP UPE	80
HÌNH 4. 1 MÔ HÌNH HSI	83
HÌNH 4. 2 MÔ HÌNH DỊCH VỤ EPL	85
HÌNH 4. 3 MÔ HÌNH DỊCH VỤ EVPL	86
HÌNH 4. 4 MÔ HÌNH DỊCH VỤ ETREE.....	87
HÌNH 4. 5 MÔ HÌNH DỊCH VỤ EPLAN.	89
HÌNH 4. 6 MÔ HÌNH DỊCH VỤ EVPLAN.....	91
HÌNH 4. 7 MÔ HÌNH DỊCH VỤ VOD.	93
HÌNH 4. 8 MÔ HÌNH DỊCH VỤ IPTV.	94
BẢNG 1 CHỈ SỐ DỮ LIỆU ĐẦU VÀO	72
BẢNG 2 DỰ BÁO THUÊ BAO	78
BẢNG 3 BẢNG TÍNH TOÁN DUNG LƯỢNG CÁC THIẾT BỊ, RING THEO DỊCH VỤ.....	79

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

A		
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
AS	Autonomous System	Một tập hợp các mạng có cùng
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ chuyển mạch không
B		
BGP	Border Gateway Protocol	Giao thức định tuyến toàn cầu
BRAS	Broadband Remote Access Server	Máy chủ truy nhập băng rộng từ xa
BSS	Base Station Subsystem	Hệ thống trạm gốc
C		
CBS	Committed Burst Size	Kích thước bùng nổ cam kết
CDMA	Code Division Multiple Access	đa truy nhập phân chia theo
CE	Customer Edge	Phía khách hàng
CE-VLAN	Customer Edge Virtual LAN	VLAN phí khách hàng
CIDR	Classless Interdomain Routing	Định tuyến giữa các Miền không phân biệt lớp
CIR	Committed Information Rate	Tốc độ truyền thông cam kết
CoS	Class of Service	Lớp dịch vụ
CPE	Customer Premises Equipment	Thiết bị phía khách hàng
CR-LDP	Constraint - based Routing Label Distribution Protocol	Giao thức phân phối nhãn định tuyến cưỡng bức
C-VLAN	Carrier VLAN	VLAN truyền tải
D		
DUT	Device Under Test	Thiết bị được đo kiểm
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex	Ghép kênh theo bước sóng ghép mật độ cao
E		
E-LAN	Ethernet LAN	Dịch vụ mạng LAN qua Ethernet
E-LINE	Ethernet Line	Dịch vụ đường thuê bao qua Ethernet
EPL	Ethernet Private Line	Đường thuê kênh riêng Ethernet
EP-LAN	Ethernet Private LAN	Mạng LAN riêng qua mạng Ethernet
E-Tree	Ethernet Tree	Dịch vụ dạng cây qua

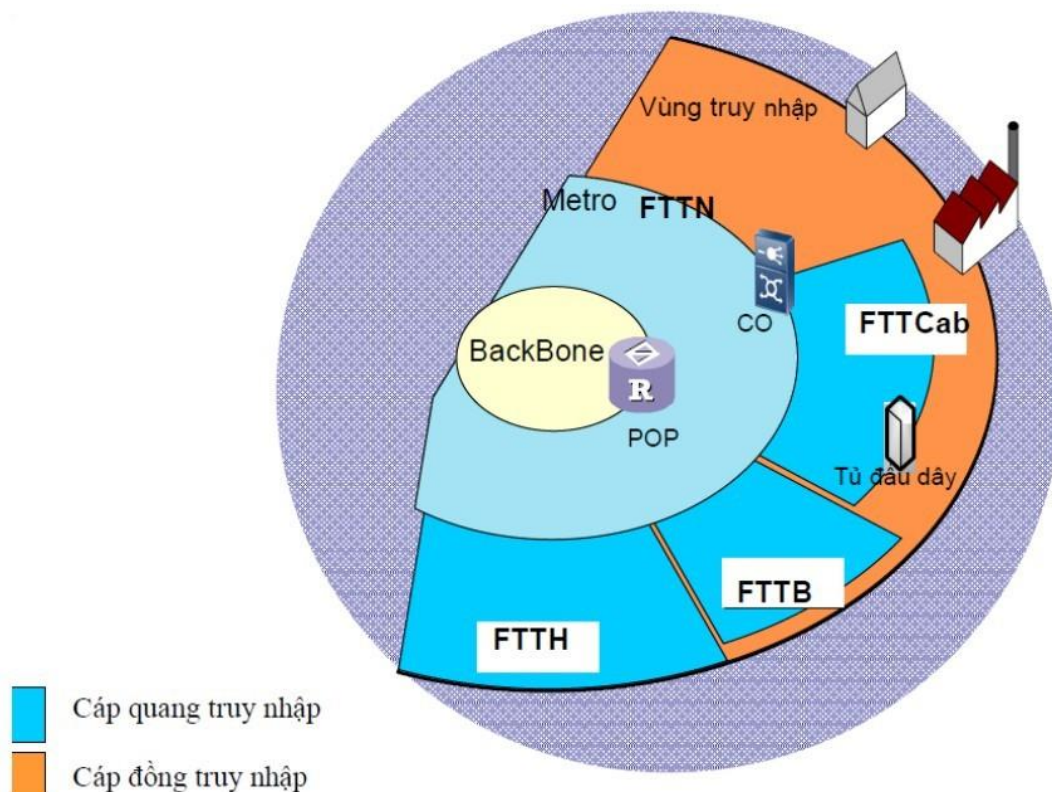
EVC	Ethernet Virtual Connection	Đường kết nối ảo
EVPL	Ethernet Virtual Private Line	Đường thuê kênh riêng ảo qua
F		
FEC	Forwarding Equivalence Class	Tập hợp các gói vào mà có cùng một nhãn ra
FRR	Fast ReRouter	Định tuyến lại nhanh
G		
GE	Gigabit Ethenet	Gigabit Ethenet
I		
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Học Viện kỹ nghệ Điện và
ISO	International Organization for Standardization	Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế
IN	Intelligent network	mạng thông minh
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	Hiệp hội viễn thông quốc tế
L		
LAN	Local Area Network	Mạng nội bộ
LSP	Label-Switched Path	Đường chuyển mạch nhãn
LSR	Label-Switched Router	Bộ định tuyến chuyển
M		
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy nhập
MAN-E	Metro Area Network - Ethernet	Mạng đô thị sử dụng công
MBA	Maximum Burst Size	Kích thước bùng nổ tối đa
MEF	Metro Ethernet Forum	Diễn đàn Metro Ethernet
MG	Media Gateway	Cổng Phương Tiện
MP2MP	Multi Point to Multi Point	Đa điểm đến đa điểm
MS	Media server	Cổng phương tiện
MSAN	Multi Service Access Node	Thiết bị truy cập đa dịch vụ
N		
NE	Network Element	Thành phần mạng
NNI	Network - Network Interface	Giao diện Mạng - Mạng
NT	Network Termination	Kết cuối mạng
NGN	Next generation networking	Mạng thế hệ sau
P		
P2P	Point to Point	Điểm đến điểm

PC	Personal Computer	Máy tính cá nhân
PIR	Peak Information Rate	Tốc độ truyền thông tối đa
PON	Passive Optical Networks	Mạng quang thụ động
PVC	Permanent Virtual Circuit	Chuyên tiếp khung
Q		
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
R		
RSVP	Resource Reservation Protocol	Giao thức đăng ký trước
RTFM	real time flow measurement	Đo lưu lượng thời gian thực
S		
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	Hệ thống phân cấp số đồng
SEN	Service Execution Node	gồm các nút thực thi dịch vụ
SG	Signaling Gateway	Cổng báo hiệu
SLA	Service Level Agreement	Thỏa thuận cấp độ dịch vụ
SONET	Synchronous Optical Network	Mạng quang đồng bộ
S-VLAN	Service Provider VLAN	VLAN phía nhà cung cấp
T		
TDM	Time division multiplexing	Ghép kênh theo thời gian
TE	Transport Edge	Kết cuối truyền dẫn
ToS	Type of Service	Loại dịch vụ
U		
UNI	User - Network Interface	Giao diện người dùng - Mạng
V		
VLAN	Virtual LAN	Mạng LAN ảo
VLAN ID	Virtual LAN Identify	Số hiện VLAN
VoIP	Voice over Internet Protocol	Thoại qua giao thức IP
VPN	Virtual Private Network	Mạng riêng ảo
W		
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng
WDM	Wavelength Division Multiplex	Ghép kênh theo bước sóng
X		
xDSL	x Digital Subscriber Line	Các dịch vụ kênh thuê bao số

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ MẠNG TRUY NHẬP QUANG

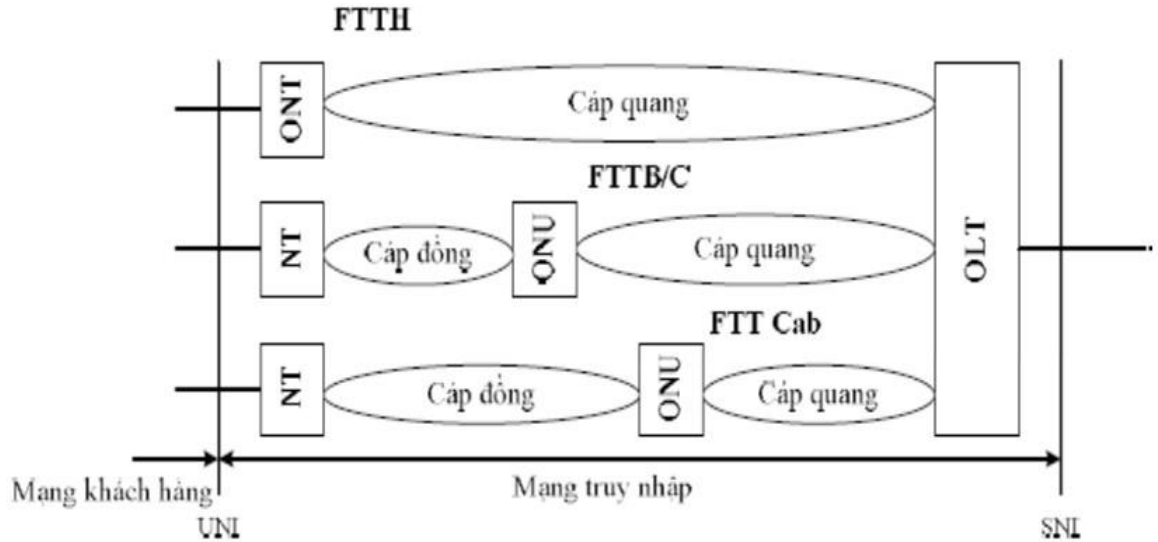
1.1. Giới Thiệu Chung

Mạng truy nhập quang được chia làm hai loại cơ bản là mạng truy nhập quang tích cực AON và mạng truy nhập quang thụ động PON. Mạng AON sử dụng các thiết bị tích cực như các bộ chia tích cực hoặc các bộ ghép kênh ở đoạn phân bố của mạng truy nhập. Mạng PON không chứa bất kỳ một phần tử tích cực nào mà cần phải có sự chuyển đổi điện - quang. Thay vào đó, PON sẽ chỉ bao gồm: sợi quang, các bộ chia, bộ kết hợp, bộ ghép định hướng, thấu kính, bộ lọc,... Điều này giúp cho PON có một số ưu điểm như: không cần nguồn điện cung cấp nên không bị ảnh hưởng bởi lỗi nguồn, có độ tin cậy cao và không cần phải bảo dưỡng do tín hiệu không bị suy hao nhiều như đối với các phần tử tích cực.



Hình 1. 1 Mạng truy nhập quang

1.2. Giao diện cơ bản của mạng truy nhập quang

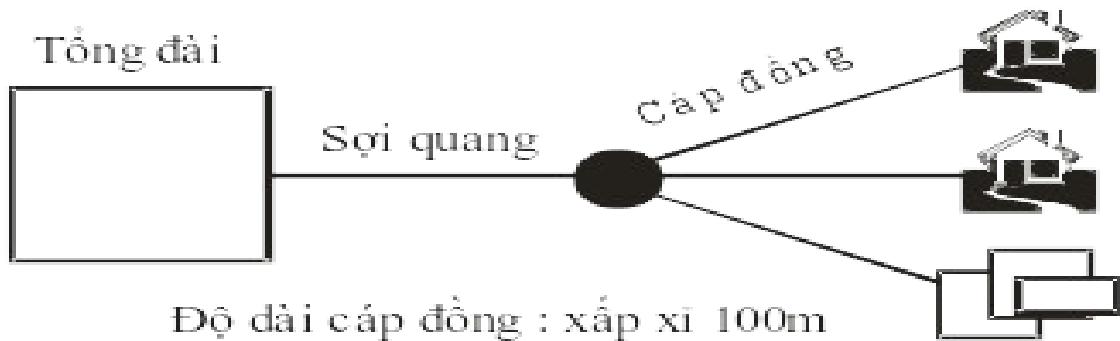


Hình 1. 2 Cấu hình của mạng truy nhập quang

Có 3 phương thức cơ bản:

FTTC

Với phương thức FTTC, sợi được kéo tới ONU đặt ở vỉa hè. Một hoặc nhiều tòa nhà kết nối đến ONU bằng cáp đồng, khoảng cách từ ONU tới thuê bao khoảng 100m.



Hình 1. 3 Cấu hình truy nhập FTTC

Phương thức FTTC được khuyến nghị sử dụng cho các vùng dân cư có mật độ dân tương đối cao, đặc biệt là ở những nơi có thể sử dụng lại mạng cáp đồng, hoặc những nơi khó lắp đặt cáp quang. Đây cũng là một phương thức truy nhập phù hợp cho các khách hàng có nhu cầu đối với các dịch vụ VoIP, truy nhập internet tốc độ cao.

FTTB

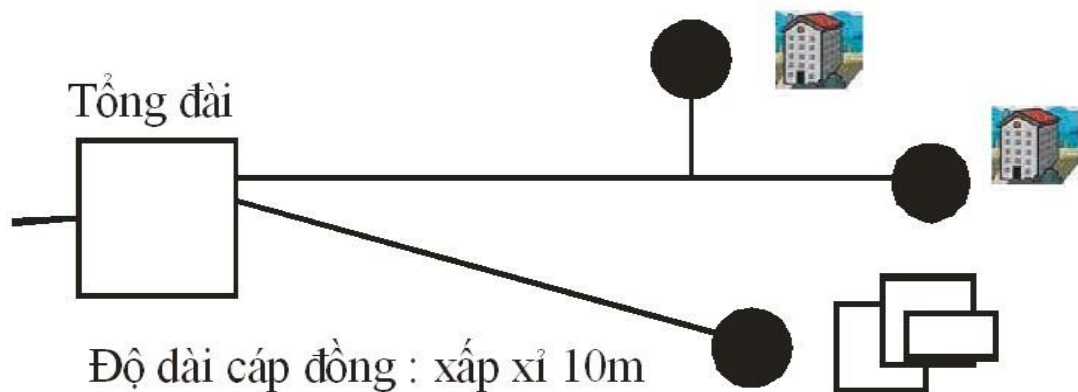
Trong phương án này, sợi được kéo tới một ONU đặt trong tòa nhà. Các khách

hàng có thể truy nhập internet theo các kết nối đến ONU thông qua LAN nhờ các cáp UTP-5. Chiều dài của phần cáp đồng thường không lớn hơn 10m.

Để tận dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên cũ thì phương thức FTTB+LAN được xem là có thể tiết kiệm tối đa chi phí xây dựng mạng. Hơn nữa, khoảng cách ngắn giữa ONU và thiết bị đầu cuối thuê bao cũng cho phép phát triển từng bước từ FTTB+LAN sang FTTH/FTTO.

Mô hình FTTB phù hợp với các tòa nhà có mật độ lớn các khách hàng là doanh nghiệp vì họ có nhu cầu đặc biệt lớn về băng tần, đặc biệt các tòa nhà này đều có LAN xây dựng trên mạng cáp UTP-5.

Cấu hình hệ thống truy nhập FTTB



Hình 1. 4 Cấu hình truy nhập FTTB

Kiến trúc FTTx có thể sử dụng mạng quang tích cực (AON) hoặc mạng quang thụ động (PON). Việc triển khai theo AON hay PON tùy thuộc vào vị trí, đặc thù của mạng truy nhập khu vực đó.

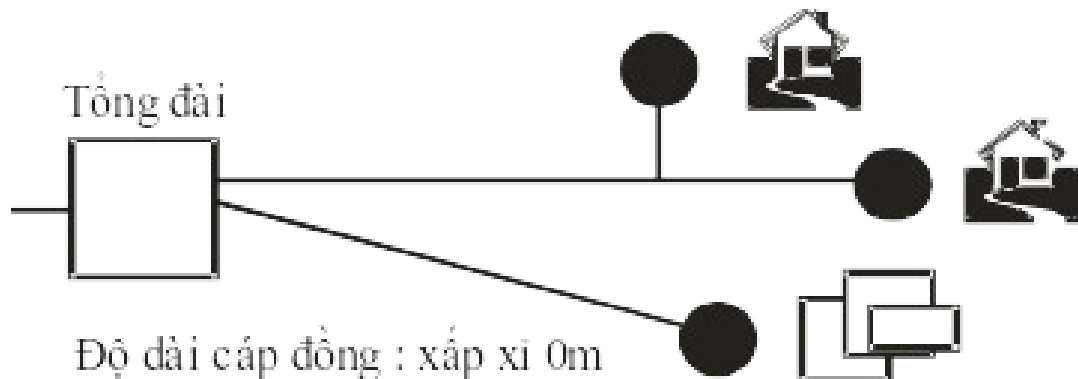
Hiện nay trên mạng truy nhập quang tới nhà thuê bao đang triển khai theo mạng quang chủ động, vì tận dụng sợi cáp quang hiện có, số thuê bao sử dụng truy nhập băng rộng chưa nhiều, hơn nữa đầu tư cơ sở hạ tầng cho triển khai PON trước mắt rất tốn kém. Tuy nhiên do những ưu điểm nổi bật của PON thì xu hướng trong tương lai sẽ triển khai mạng FTTx theo PON là một điều tất yếu.

FTTO/H

Trong kiến trúc FTTO/H, sợi quang được kéo tới cơ quan hoặc hộ gia đình, trong đó một ONT được đặt tại thuê bao. ONT là điểm phân phát dịch vụ cho phép các nhà khai thác cung cấp các dịch vụ số liệu, thoại và hình ảnh trên cùng

một sợi.

Cấu hình hệ thống truy nhập FTTO/H



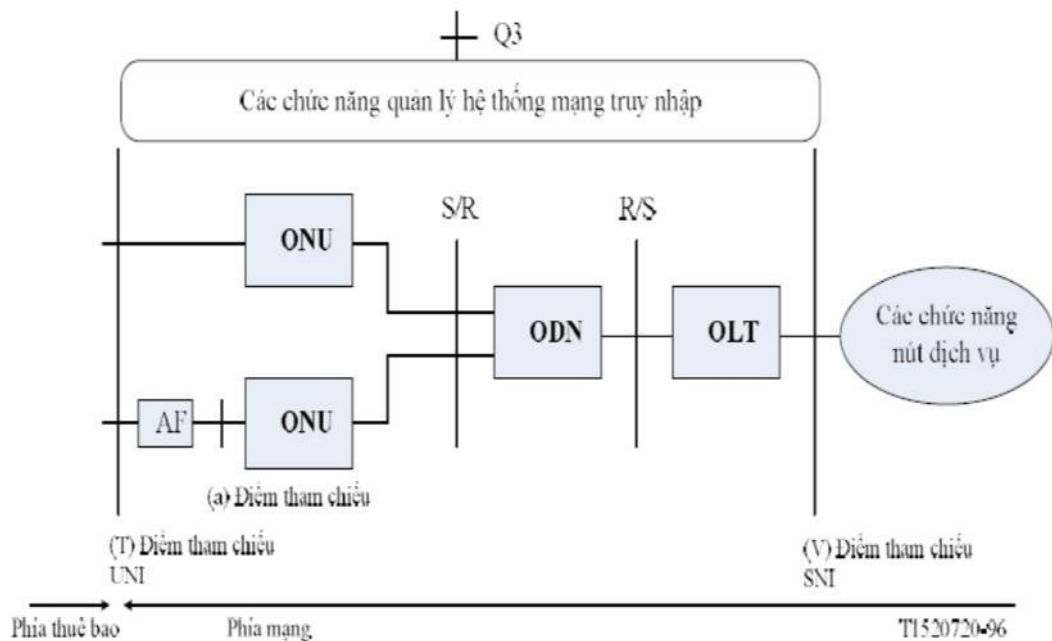
Hình 1. 5 Cấu hình truy nhập FTTO/H

FTTO/H có khả năng cung cấp băng tần rất lớn, tuy nhiên chi phí cho việc xây dựng mạng lại rất cao, cần phải xem xét cụ thể khi thiết kế. Nhìn chung, để tiến tới phương án FTTO/H cần có chiến lược phát triển mạng và kế hoạch triển khai cụ thể để có được các bước thực hiện và đầu tư hợp lí. Phương thức này đặc biệt phù hợp khi cần phải lắp đặt các mạng cáp mới hoặc phải thay thế mạng cáp cũ.

FTTH là công nghệ băng thông rộng bằng cáp quang cung cấp các dịch vụ tốc độ cao đang được triển khai khá mạnh mẽ trên thế giới. Với công nghệ FTTH, nhà cung cấp dịch vụ có thể cung cấp tốc độ download lên đến 10 Gigabit/giây, nhanh gấp 200 lần so với ADSL 2+. Đường truyền dẫn hoàn toàn bằng cáp quang tới tận phòng máy của người sử dụng. Chất lượng truyền dẫn tín hiệu bền bỉ ổn định không bị suy hao tín hiệu bởi nhiễu điện từ, thời tiết hay chiều dài cáp FTTH còn cung cấp 1 IP tĩnh thích hợp với các doanh nghiệp, tổ chức triển khai dễ dàng các dịch vụ trực tuyến như IP Camera, lưu trữ mail, truyền dữ liệu tốc độ cao...

FTTH đặc biệt hiệu quả với các dịch vụ: Hosting Server riêng, VPN (mạng riêng ảo), Truyền dữ liệu, Game Online, IPTV (truyền hình tương tác), VoD (xem phim theo yêu cầu), Video Conferrence (hội nghị truyền hình), IP Camera... với ưu thế băng thông truyền tải dữ liệu cao, có thể nâng cấp lên băng thông lên tới 1Gbps, An toàn dữ liệu, Độ ổn định cao, không bị ảnh hưởng bởi nhiễu điện, từ trường...

1.3. Mô hình tổ chức của mạng truy nhập quang



Hình 1. 6 Mô hình tham chiếu của mạng truy nhập quang

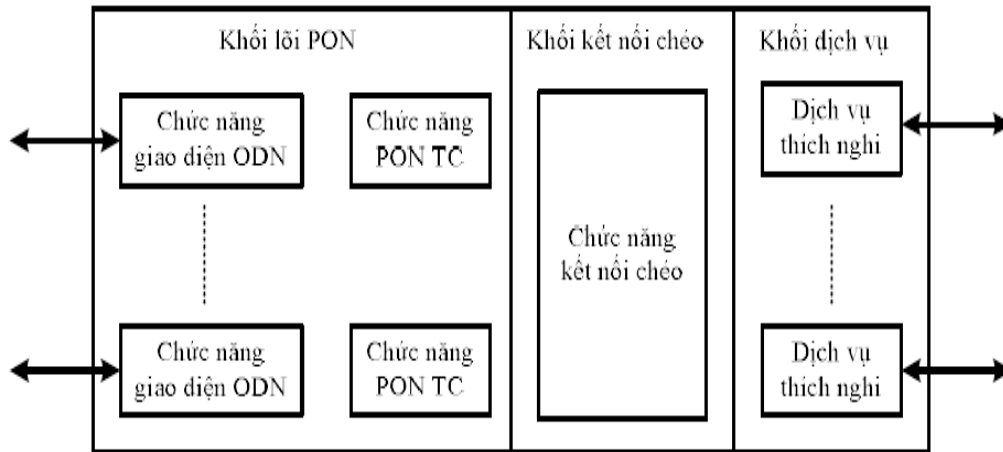
Cấu trúc trên bao gồm 4 khối cơ bản:

- + Đầu cuối đường quang (OLT)
- + Mạng phối dây quang (ODN)
- + Khối mạng quang (ONU)
- + Khối chức năng phối hợp (AF).

Điểm tham chiếu chủ yếu gồm có: điểm tham chiếu phát quang S, điểm tham chiếu thu quang R, điểm tham chiếu giữa các nút dịch vụ V, điểm tham chiếu đầu cuối thuê bao T và điểm tham chiếu a ở giữa các ONU. Giao diện bao gồm: giao diện quản lý mạng Q3 và giao diện giữa thuê bao với mạng UNI.

Khối kết cuối đường quang OLT

Các khối OLT chính được mô tả trong hình dưới:



Hình 1. 7 Các khối chức năng của OLT

Thiết bị đầu cuối là phần tử mạng tương đối đơn giản xét về mặt cấu trúc. Chúng được dùng ở đầu cuối của một liên kết điểm-điểm để ghép và phân kênh các bước sóng. Ba phần tử chức năng bên trong một OLT gồm: bộ tiếp sóng (transponder), bộ ghép kênh bước sóng (Wavelength Multiplexer) và một bộ khuếch đại quang không được vẽ ra trên hình. Bộ tiếp sóng có chức năng biến đổi tín hiệu đi vào từ người sử dụng sang một tín hiệu phù hợp sử dụng trong mạng và tương tự theo chiều ngược lại. Giao diện giữa người sử dụng và bộ tiếp sóng có thể thay đổi phụ thuộc vào người sử dụng, tốc độ bit và khoảng cách hoặc suy hao giữa người dùng và bộ chuyển tiếp. Giao diện phổ biến nhất là SONET/SDH.

Thiết bị đầu cuối đường dây OLT (optical line terminal) được kết nối tới mạng chuyên mạch qua các giao diện chuẩn. Về phía mạng phân phối, OLT bao gồm các giao diện truy nhập quang theo tiêu chuẩn GPON về tốc độ bit, quỹ đường truyền, jitter,... OLT gồm ba phần chính sau đây:

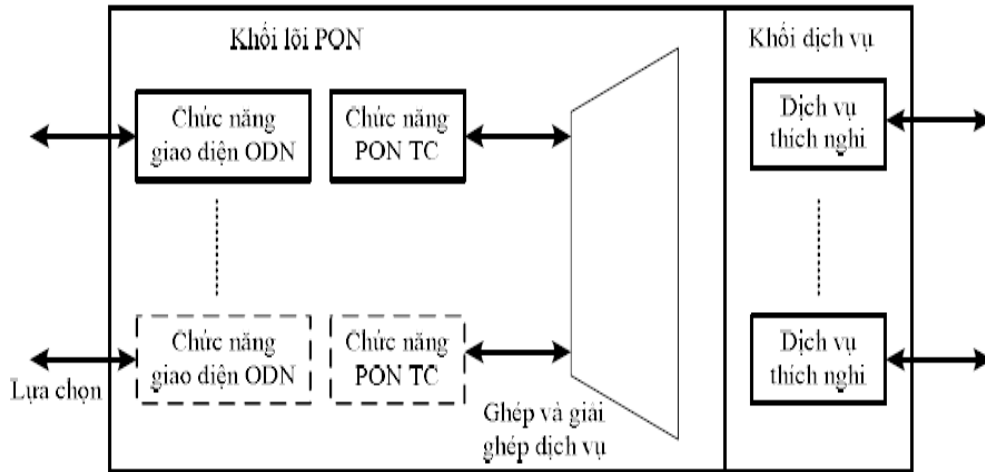
Chức năng giao diện công dịch vụ (service port Interface Function);

Chức năng đấu nối chéo (cross-connect function);

Giao diện mạng phân phối quang (ODN interface)

Khối mạng quang ONU

Cấu hình điển hình của một ONU được mô tả trong hình dưới.



Hình 1. 8 Các khối chức năng của ONU

Hầu hết các khối chức năng của ONU tương tự như các khối chức năng của OLT. Do ONU hoạt động với một giao diện PON (hoặc tối đa 2 giao diện khi hoạt động ở chế độ bảo vệ), chức năng đấu nối chéo (cross-connect function) có thể được bỏ qua. Tuy nhiên, thay cho chức năng này thì có thêm chức năng ghép và tách kênh dịch vụ (MUX và DMUX) để xử lý lưu lượng. Cấu hình tiêu biểu của ONU được thể hiện trong Hình 6 Sơ đồ các khối chức năng ONU. Mỗi PON TC sẽ lựa chọn một chế độ truyền dẫn ATM, GEM hoặc cả hai.

Mạng phân phối quang ODN.

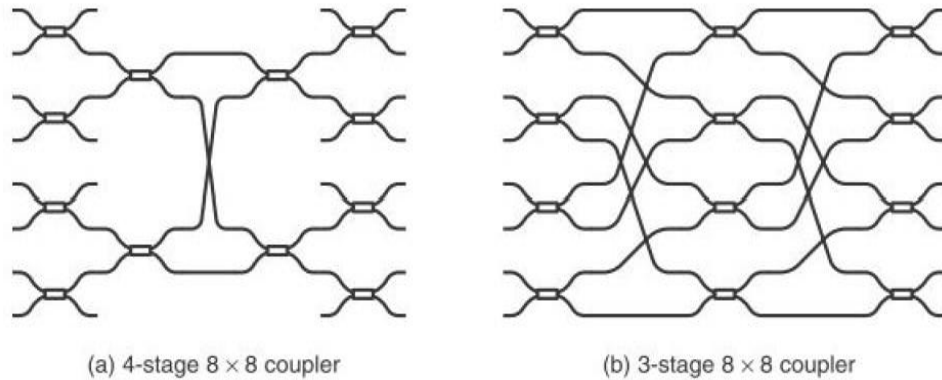
+ Bộ tách/ghép quang thụ động:

Một mạng quang thụ động sử dụng một thiết bị thụ động để tách một tín hiệu quang từ sợi quang sang một vài sợi quang và ngược lại. Thiết bị này là coupler quang. Để đơn giản, một coupler quang gồm hai sợi nối với nhau. Tỷ số tách của bộ tách có thể được điều khiển bằng chiều dài của tầng nối và vì thế nó là hằng số.

Tổn hao tách: mức năng lượng ở đầu ra của coupler so với năng lượng đầu vào (dB). Đối với coupler lý tưởng 2x2 giá trị này là 3dB.

Tổn hao chèn: giá trị tổn hao do sự chưa hoàn hảo của quá trình xử lý. Giá trị này nằm trong khoảng 0.1db đến 1db.

Các bộ tách/ghép NxN được chế tạo bằng cách ghép nhiều tầng bộ 2x2 với nhau hoặc sử dụng công nghệ ống dẫn sóng phẳng.



Hình 1. 9 Các bộ ghép 8×8 được tạo ra từ các bộ ghép 2×2

Coupler được đặc trưng bởi các thông số sau:

Splitting loss (tổn hao tách): Mức năng lượng ở đầu ra của Coupler so với năng lượng đầu vào (db). Đối với Coupler 2×2 lý tưởng, giá trị này là 3dB. Hình trên minh họa hai mô hình 8×8 Coupler dựa trên 2×2 Coupler. Trong mô hình 4 ngăn (hình a), chỉ $1/6$ năng lượng đầu vào được chia ở mỗi đầu ra. Hình (b) đưa ra mô hình hiệu quả hơn gọi là mạng liên kết mạng đa ngăn. Trong mô hình này mỗi đầu ra nhận được $1/8$ năng lượng đầu vào.

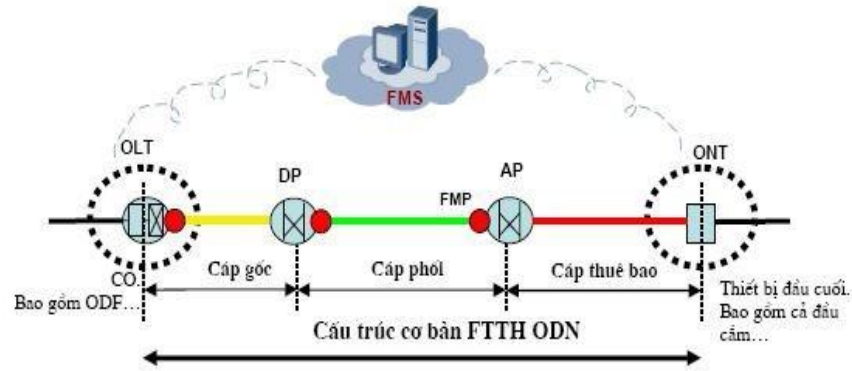
Insertion loss (tổn hao chèn): Năng lượng tổn hao do sự chưa hoàn hảo của quá trình xử lý. Giá trị này nằm trong khoảng 0,1dB đến 1dB.

Directivity (định hướng): Lượng năng lượng đầu vào bị rò rỉ từ một cổng đầu vào đến các cổng đầu vào khác. Coupler là thiết bị định hướng cao với thông số định hướng trong khoảng 40-50dB.

Thông thường, các Coupler được chế tạo chỉ có một cổng vào hoặc một Combiner (bộ kết hợp). Đôi khi các Coupler 2×2 được chế tạo có tính không đối xứng cao (với tỷ số tách là 5/95 hoặc 10/90). Các Coupler loại này được sử dụng để tách một phần năng lượng tín hiệu, ví dụ với mục đích định lượng. Các thiết bị như thế này được gọi là “tap coupler”.

+ Mạng cáp quang thuê bao:

Mạng cáp quang thuê bao được xác định trong phạm vi ranh giới từ giao tiếp sợi quang giữa thiết bị OLT đến thiết bị ONU/ONT. Cấu trúc mạng cáp quang thuê bao.

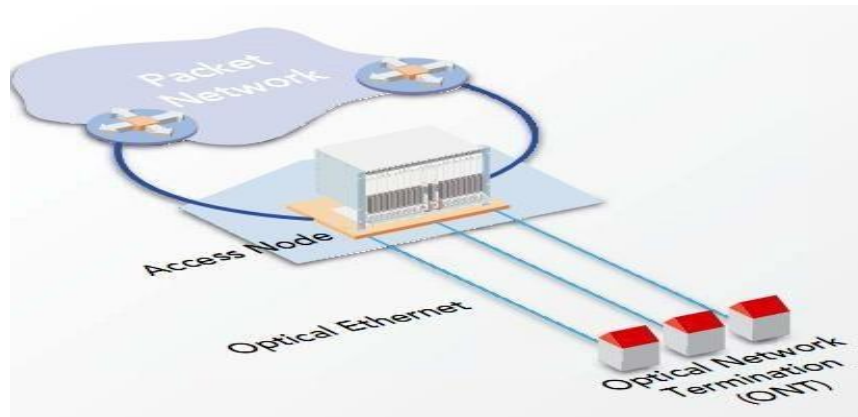


Hình 1. 10 Cấu trúc cơ bản mạng cáp quang thuê bao

1.4. Các công nghệ truy nhập quang

Công nghệ mạng truy nhập quang tích cực AON

+ Kiến trúc mạng AON

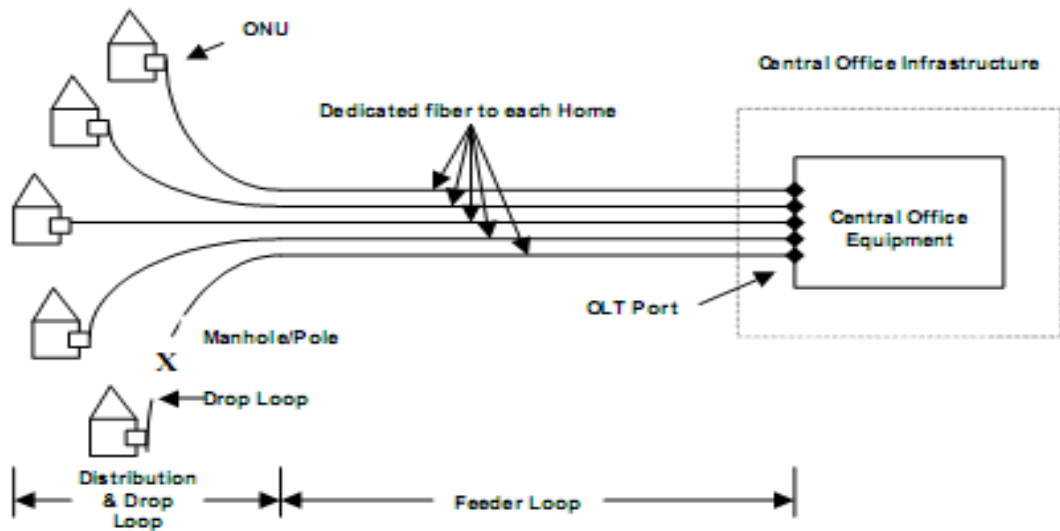


Hình 1. 11 Sơ đồ mạng AON

Mạng AON được hiểu là kiểu kết nối điểm - điểm (P2P). Có hai cấu hình chính được triển khai đó là: Kiến trúc “Home Run”, và kiến trúc “Active Star Ethernet”.

Kiến trúc “Home Run”

Kiến trúc này có cáp dành riêng để nối từ CO đến từng nhà thuê bao. Kiến trúc này yêu cầu nhiều sợi quang, nhiều OLT vì mỗi nhà thuê bao cần một cổng OLT). Hình dưới mô tả kiến trúc sợi quang chạy tới tận nhà thuê bao.



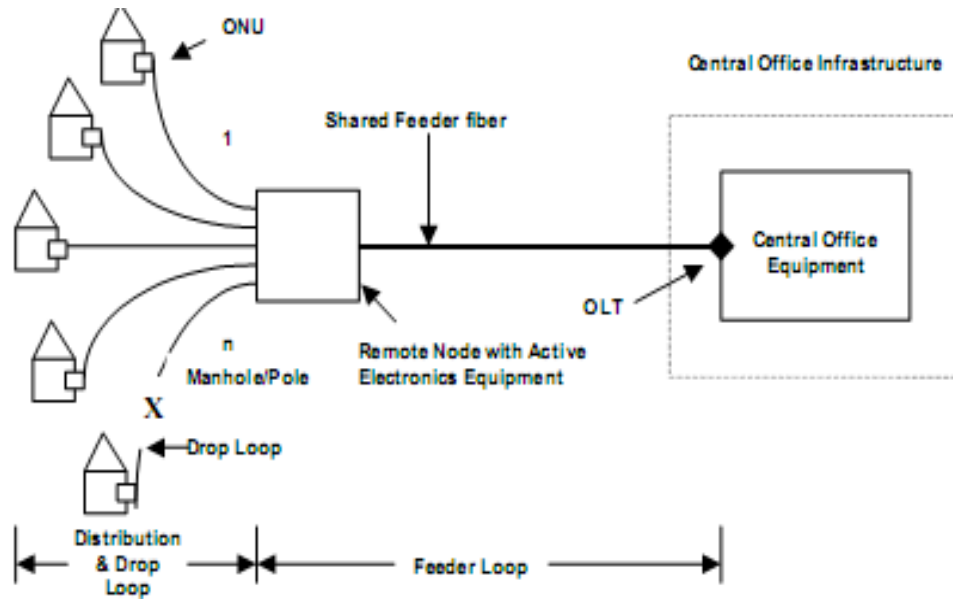
Hình 1. 12 Kiến trúc Home Run

Kiến trúc Active Star Ethernet

Kiến trúc Ethernet sao tích cực (ASE) được biết đến như kiến trúc sao kép, ASE sẽ giảm được số lượng cáp quang và giảm giá thành bằng cách chia sẻ cáp đầu ra.

Kiến trúc sao tích cực, node đầu xa sẽ được triển khai giữa CO và nhà thuê bao. Mỗi cổng OLT và cáp đầu ra giữa CO và node đầu xa được chia sẻ bởi nhiều nhà thuê bao. Node đầu xa trong mạng sao tích cực có thể là bộ ghép kênh hoặc là bộ chuyển mạch. Node đầu xa chuyển mạch tín hiệu ở trong miền điện vì thế cần thiết phải chuyển đổi quang sang điện, điện sang quang.

Do băng tần của cáp đầu ra CO bị chia sẻ giữa nhiều điểm đầu cuối, nên dung lượng dư thừa tối đa sẵn có cho mỗi ngôi nhà ở đường lên và đường xuống đều ít hơn so với cáp đến tận nhà, đây chính là nhược điểm của cấu trúc sao so với cấu trúc “home run” ở trên. Kiến trúc Ethernet sao tích cực được thể hiện trên hình



Hình 1. 13 Kiến trúc Ethernet sao tích cực

Mạng AON làm việc với các bước sóng khác nhau ở lớp vật lý, ghép kênh WDM và định tuyến theo bước sóng. Nó gồm các node định tuyến bước sóng quang được nối với nhau bằng các kết nối sợi quang. Một lightpath phải được thiết lập giữa hai node định tuyến bất kỳ trước khi chúng trao đổi thông tin. Mạng sẽ phải xác định tuyến (route/path) nối node này và gán một bước sóng rồi cho các kết nối dọc theo đường đi. Lightpath chính là một kết nối quang trực tiếp giữa hai node không qua bất kỳ một thiết bị điện tử trung gian nào. Để thiết lập một lightpath, thông thường yêu cầu mạng phải phân bổ một bước sóng chung trên tất cả các kết nối dọc theo đường đi của lightpath. Đó chính là yêu cầu về tính liên tục bước sóng, điều khiến cho mạng định tuyến bước sóng khác với các mạng điện thoại chuyển mạch truyền thống. Một yêu cầu sẽ bị từ chối nếu không có bước sóng chung còn rỗi trên toàn tuyến. Một trong những mục tiêu cơ bản của bài toán thiết kế mạng AON định tuyến bước sóng là phải giảm tối thiểu xác suất nghẽn toàn mạng.

AON có nhiều ưu điểm như tầm kéo dây xa, tính bảo mật cao, dễ dàng nâng cấp băng thông thuê bao, dễ xác định lỗi... Tuy nhiên, công nghệ AON có chi phí cao do việc vận hành các thiết bị trên đường truyền đều cần nguồn cung cấp, mỗi thuê bao là một sợi quang riêng, cần nhiều không gian chứa cáp. Trong thực tế tùy vào nhu cầu băng thông thuê bao, các nhà cung cấp cũng kết hợp cáp quang

với cáp đồng để giảm chi phí, cụ thể như cáp quang chạy từ Access Node tới tổng đài DSLAM và từ DSLAM cung cấp các dịch vụ truy cập băng thông phổ biến như ADSL2+, VDSL2.

Trong các giải pháp mạng truy nhập quang AON thì giải pháp FTTH-AON được áp dụng phổ biến nhất. Trong FTTH-AON các mạng/thiết bị của khách hàng thông qua các bộ CPE kết nối về các switch L2 (Access, Hub) bằng các đường quang tốc độ FE hoặc GE. Hoặc có thể kết nối thẳng tới các CES bằng đường quang tốc độ GE.

+ Các công nghệ AON và khả năng cung cấp các dịch vụ

Công nghệ SDH:

SDH truyền thống là công nghệ TDM đã được tối ưu hoá để truyền tải các lưu lượng dịch vụ thoại. Khi truyền tải các lưu lượng dựa trên các dịch vụ IP các mạng sử dụng công nghệ SDH gặp phải một số hạn chế sau:

Liên kết cứng

Lãng phí băng thông khi sử dụng cấu hình mesh

Các lưu lượng truyền dẫn dữ liệu quảng bá

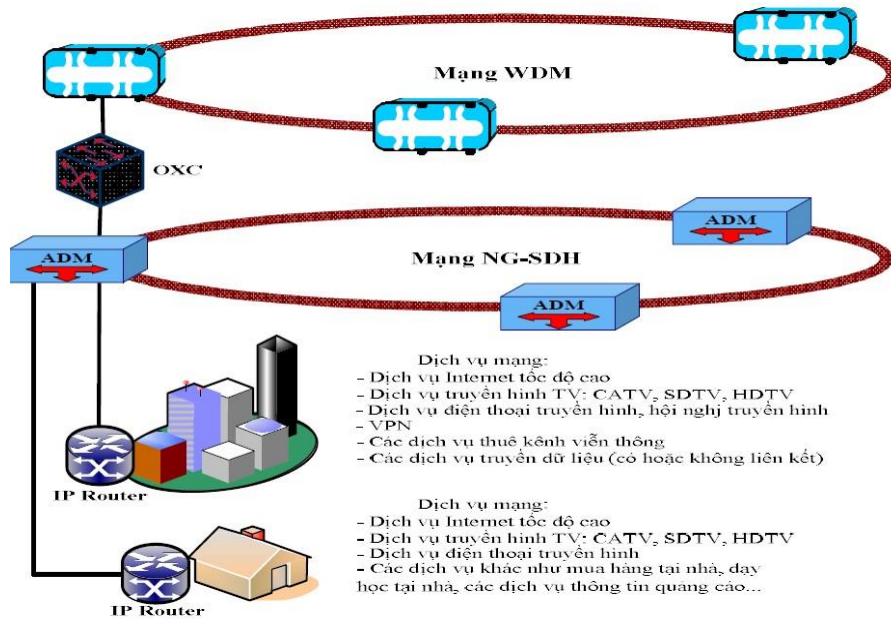
Lãng phí băng thông cho việc bảo vệ mạng

Phần lớn các nhà vận hành khai thác đã sử dụng SDH trong vài thập niên trở lại đây, chủ yếu để chuyên tải thoại và các giao thức dữ liệu định hướng kết nối. Do đó truyền tải dữ liệu không hướng kết nối là một thách thức. Mặc dù nhiều kiến trúc được phát triển theo hướng này nhưng chúng không được chấp nhận rộng rãi trên thương mại vì chi phí, phức tạp hay hiệu quả thấp.

Công nghệ NG – SDH:

Mô hình cung cấp dịch vụ mạng triển khai trên công nghệ SDH-NG được chỉ ra ở dưới

Công nghệ SDH được thiết kế tối ưu cho mục đích truyền tải các tín hiệu ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM). Với khuynh hướng truyền tải dữ liệu ngày càng tăng, hệ thống SDH truyền thống không thể đáp ứng được nhu cầu gia tăng của các dịch vụ số liệu nữa.



Hình 1. 14 Mô hình cung cấp dịch vụ mạng triển khai trên công nghệ SDH-NG

Xu hướng phát triển của dịch vụ viễn thông là:

Sự bùng nổ của các dịch vụ trên Internet

Sự tích hợp dịch vụ

Khả năng di động và chuyển vùng

Yêu cầu QoS theo nhiều mức độ khác nhau

Có thể phân chia thành bốn loại dịch vụ ứng dụng với các mức QoS khác nhau:

Nhạy cảm với trễ và tổn thất (video tương tác, game...).

Nhạy cảm với trễ nhưng tổn thất vừa phải (thoại).

Nhạy cảm về tổn thất nhưng yêu cầu trễ vừa phải (dữ liệu tương tác).

Yêu cầu đối với trễ và tổn hao đều không cao (truyền tệp)

Độ an toàn cao

Tính linh hoạt, tiện dụng

Giá thành mang tính cạnh tranh cao

SDH thế hệ sau (NG-SDH) được phát triển dựa trên nền mạng SDH hiện tại, là một cơ chế truyền tải cho phép truyền dữ liệu ở tốc độ cao, băng thông rộng và tồn tại đồng thời các dịch vụ truyền thống và các dịch vụ mới trên cùng một mạng mà không làm ảnh hưởng lẫn nhau.

Điều quan trọng nhất là NG-SDH có thể thực hiện việc phân bố băng thông mà không làm ảnh hưởng tới lưu lượng hiện tại. Ngoài ra, SDH thế hệ sau còn có

khả năng cung cấp chất lượng dịch vụ (QoS) thích hợp cho các dịch vụ mới và khả năng truyền tải đồng thời nhiều loại dịch vụ khác nhau trong cùng một môi trường, cho phép các nhà khai thác cung cấp nhiều dịch vụ chuyển tải dữ liệu để tăng hiệu quả của các trạm SDH đã lắp đặt bằng cách thêm vào các nút biên MSSP. Nghĩa là không cần lắp đặt một mạng chồng lắp hoặc thay đổi tất cả các nút hay sợi quang. Cắt giảm được chi phí trên 1 bit lưu chuyển, thu hút nhiều khách hàng mới và giữ được những dịch vụ kế thừa.

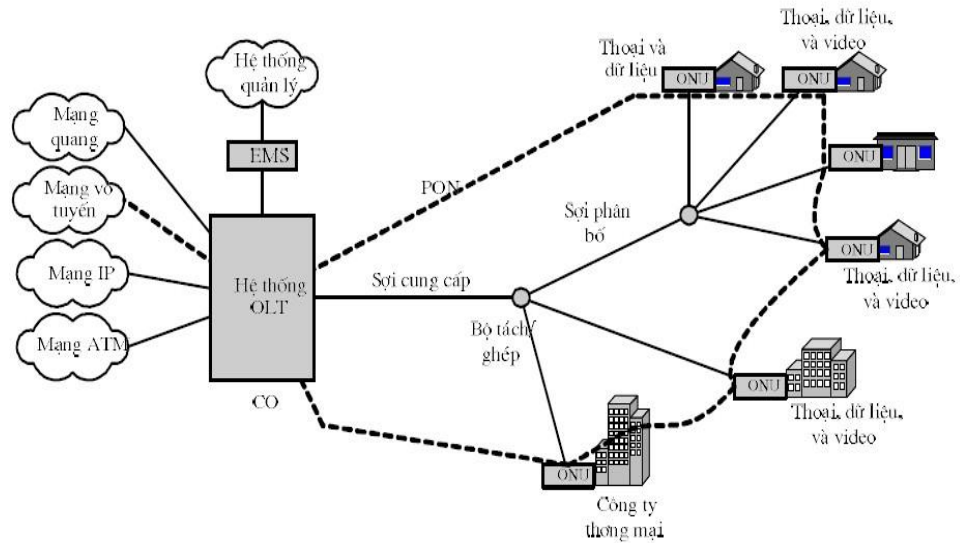
Công nghệ NG-SDH là sự tích hợp một cách thông minh giữa công nghệ SDH truyền thống và mạng dữ liệu hiện đang sử dụng, tích hợp giữa cơ sở hạ tầng của mạng mới với mạng hiện có nhằm cung cấp nhiều loại hình dịch vụ với chất lượng cao, đáp ứng mọi nhu cầu về thông tin. Công nghệ NG-SDH sẽ giúp các nhà cung cấp thoả mãn yêu cầu của khách hàng. Với mạng chuyển mạch đa dịch vụ MSSP, NG-SDH cho phép các nhà cung cấp không cần sử dụng nhiều mạng nhỏ khác nhau mà vẫn cung cấp được nhiều loại hình dịch vụ. Một trong những ưu điểm lớn nhất của mạng NG-SDH là nó cho phép các nhà khai thác mạng đưa ra một công nghệ mới vào trong các mạng SDH truyền thống bằng cách chỉ thay thế các phần tử mạng biên. Với khả năng này, cả hai dịch vụ TDM và dữ liệu gói được xử lý hiệu quả trên cùng một bước sóng. Bằng cách kết hợp VCAT, GFP và LCAS, các nhà cung cấp dịch vụ có một cách hiệu quả hơn để tối ưu mạng truyền dẫn SDH đối với các dịch vụ Ethernet.

+ Mạng quang thụ động PON:

Kiến trúc mạng PON:

Mô hình mạng quang thụ động với các phần tử của nó.

Các phần tử thụ động của PON đều nằm trong mạng phân bố quang (hay còn gọi là mạng ngoại vi). Các phần tử tích cực như OLT và các ONU đều nằm ở đầu cuối của PON. Tín hiệu trong PON có thể được phân ra và truyền đi theo nhiều sợi quang hoặc được kết hợp lại và truyền trên một sợi quang thông qua bộ ghép quang, phụ thuộc vào tín hiệu đó là đi theo hướng lên hay hướng xuống của PON. PON thường được triển khai trên sợi quang đơn mode.



Hình 1. 15 Mô hình mạng quang thụ động

Về mặt logic, PON được sử dụng như mạng truy nhập kết nối điểm - đa điểm, với một CO phục vụ cho nhiều thuê bao. Có một số cấu hình kết nối điểm - đa điểm phù hợp cho mạng truy nhập như cấu hình cây, cây và nhánh, vòng ring, hoặc bus. Mỗi khách hàng được kết nối tới mạng quang thông qua một bộ chia quang thụ động, vì vậy không có các thiết bị điện chủ động trong mạng phân chia và băng thông được chia sẻ từ nhánh đến người dùng. Tín hiệu đường xuống được phát quang bá tới các thuê bao, tín hiệu này được mã hóa để tránh việc xem trộm.

Tín hiệu đường lên được kết hợp bằng việc sử dụng giao thức đa truy nhập phân chia theo thời gian. OLT sẽ điều khiển các ONU sử dụng các khe thời gian cho việc truyền dữ liệu đường lên.

Trong mạng PON, OLT là thành phần chức năng chính của hệ thống đặt ở tổng đài. ONU là thiết bị đặt ở phía người dùng. ONU kết nối tới OLT bằng các sợi quang và không có các thành phần chủ động ở giữa. Bộ chia tín hiệu (splitter) là thành phần rất quan trọng của hệ thống, theo tiêu chuẩn ITU G.983.1 một bộ chia sử dụng tối đa cho 32 khách hàng

Có ba loại tiêu chuẩn chính cho mạng PON như sau:

ITU-T G.983

APON (ATM Passive Optical Network): là chuẩn mạng PON đầu tiên, dựa trên công nghệ ATM.

BPON (Broadband PON): là chuẩn dựa trên APON. Nó hỗ trợ thêm công nghệ WDM, băng thông giành cho đường lên được cấp phát động. Nó cũng cung cấp một giao diện quản lý chuẩn OMCI giữa OLT và ONU cho phép nhiều nhà cung cấp dịch vụ cùng hoạt động.

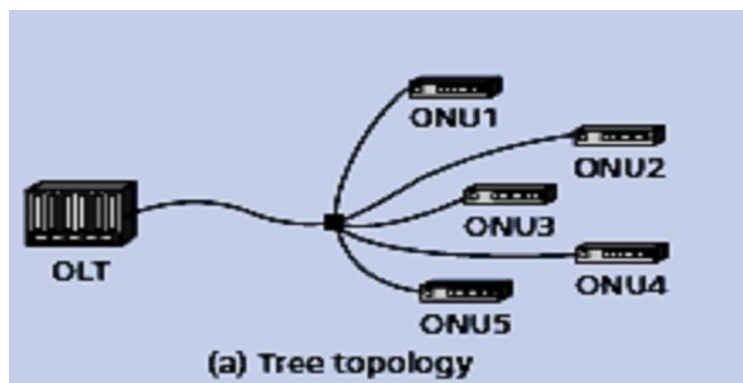
ITU-T G.984

GPON (Gigabit PON) là sự nâng cấp của chuẩn BPON. Đây là chuẩn mới nhất, hỗ trợ tốc độ cao hơn, bảo mật được tăng cường và sự đa dạng, linh hoạt trong việc lựa chọn giao thức lớp 2: ATM, GEM hoặc Ethernet.

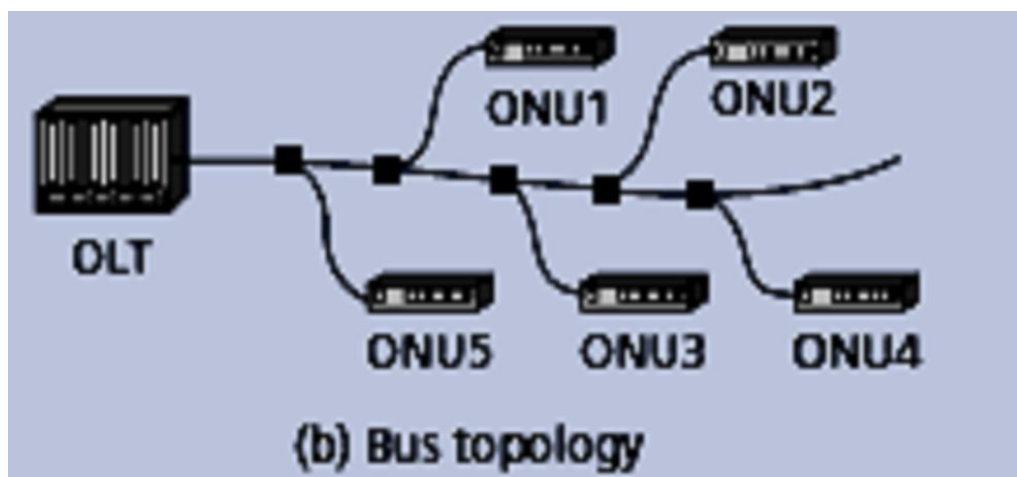
IEEE 803.3ah

EPON (Ethernet PON hay GEPON – gigabit Ethernet PON): là một chuẩn của IEEE/EFM cho việc sử dụng giao thức Ethernet để truyền dữ liệu

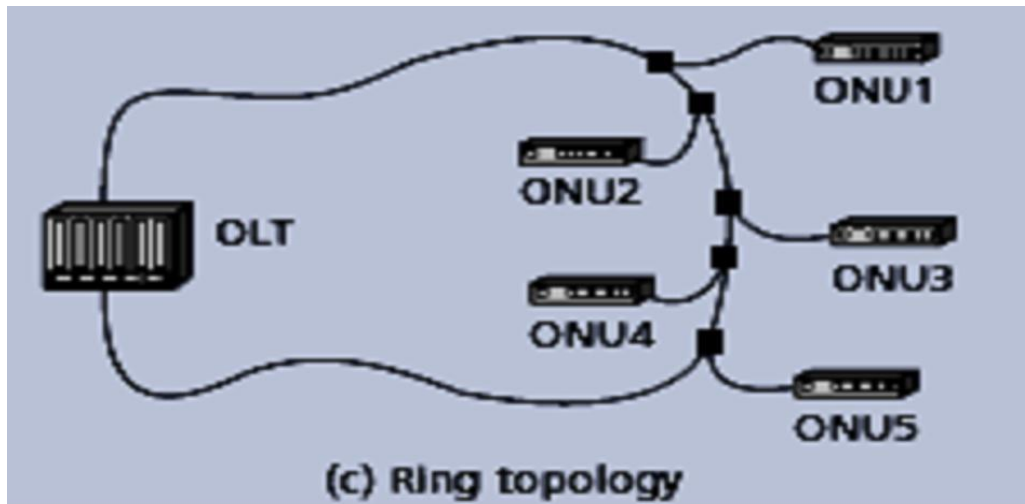
Có một vài mô hình thích hợp cho mạng truy cập như mô hình cây, vòng hoặc bus. Mạng quang thụ động PON có thể triển khai linh động trong bất kỳ mô hình nào nhờ sử dụng một tapcoupler quang 1:2 và bộ tách quang 1:N.



Hình 1. 16 Mô hình cây (sử dụng splitter 1:N)



Hình 1. 17 Mô hình bus sử dụng tapcoupler



Hình 1. 18 Mô hình vòng

Ngoài những mô hình trên, PON có thể triển khai trong cấu hình Redundant như là vòng đôi hoặc cây đôi hay cũng có thể là một phần của mạng PON được gọi là trung kế cây.

Tất cả sự truyền dẫn trong mạng PON đều được thực hiện giữa OLT và các ONU. OLT ở tại tổng đài (Central Office), kết nối truy nhập quang đến mạng đường trục (có thể là mạng IP, ATM hay SONET). ONU ở tại đầu cuối người sử dụng (trong giải pháp FTTH_Fiber To The Home, FTTB_Fiber To The Building) hoặc ở tại Curb trong giải pháp FTTC_Fiber To The Cur và có khả năng cung cấp các dịch vụ thoại, dữ liệu và video băng rộng.

Tùy theo điểm cuối của tuyến cáp quang xuất phát từ tổng đài mà các mạng truy nhập thuê bao quang có tên gọi khác nhau như sợi quang đến tận nhà FTTH, sợi quang đến khu dân cư FTTC...

+ Các công nghệ PON và khả năng cung cấp các dịch vụ

- **Công nghệ APON/BPON**

APON (ATM Passive Optical Network): Đây là chuẩn mạng PON đầu tiên. Nó chủ yếu được sử dụng cho các ứng dụng kinh doanh và dựa trên ATM.

APON (ATM Passive Optical Network) Mạng quang thụ động ATM, là sự kết hợp của phương thức truyền tải không đồng bộ ATM với mạng truy nhập quang thụ động PON. Đây là chuẩn mạng quang thụ động đầu tiên. Từng được sử dụng chủ yếu cho các ứng dụng thương mại và trên nền ATM. Tốc độ hoạt động là

155,52Mbps hoặc 622,08Mbps. Băng tần cho mỗi thuê bao là 4,8Mbps trong hệ thống 155,52Mbps và 19,4Mbps trong hệ thống 662.08Mbp.

Cấu trúc khung truyền dẫn cho APON:

– Đường xuống: Ở đường xuống, APON sử dụng công nghệ ghép kênh theo thời gian. Trong đó, các tế bào gửi cho các ONU khác nhau được ghép kênh ở luồng xuống theo thời gian. Đồng thời, trong các khung đường xuống còn có các tế bào PLOAM (physical layer OAM - lớp vật lý OAM) chứa thông tin cấp phép (Grant) để cho phép các ONU truyền dẫn đường lên.

– Đường lên: Ở đường lên, APON sử dụng công nghệ đa truy nhập phân chia theo thời gian. [Mỗi ONU sau khi nhận được giấy phép từ OLT trong tế bào PLOAM đường xuống sẽ truyền thông tin của mình vào đúng khe thời gian được phân. Các tế bào của các ONU khác nhau sẽ đan xen với nhau về mặt thời gian].

BPON (Broadband PON): là một chuẩn dựa trên APON. Nó hỗ trợ thêm công nghệ WDM, băng thông giành cho đường uplink là động và cao hơn. Nó cũng cung cấp một giao diện quản lý chuẩn OMCI giữa OLT và ONU/ONT cho phép nhiều nhà cung cấp dịch vụ cùng hoạt động.

Hệ thống APON/BPON có khả năng cung cấp nhiều dịch vụ băng rộng như Ethernet, Video, đường riêng ảo (VPL), kênh thuê riêng, hỗ trợ tốc độ không đối xứng 155 Mbps hướng lên và 622 Mbps hướng xuống hoặc tốc độ đối xứng 622 Mbps. Các hệ thống BPON đã được sử dụng ở nhiều nơi, tập trung ở Bắc Mỹ, Nhật Bản và một phần Châu Âu.

- Công nghệ EPON

Việc vượt trội về khả năng truyền dữ liệu của mạng quang thụ động PON là không phủ nhận, nhưng để khai thác tối đa khả năng của nó thì còn tùy thuộc vào công nghệ được lựa chọn trong truyền tải. Chương này trình bày sự kết hợp công nghệ Ethernet trong mạng truy nhập quang thụ động gọi tắt EPON, và đưa ra nguyên lý truyền, lợi ích của nó và EPON với kiến trúc IEEE 802, giao thức điều khiển đa điểm MPCP (Multi Point Control Protocol)

EPON (Ethernet PON) là một chuẩn của IEEE/EFM cho việc sử dụng

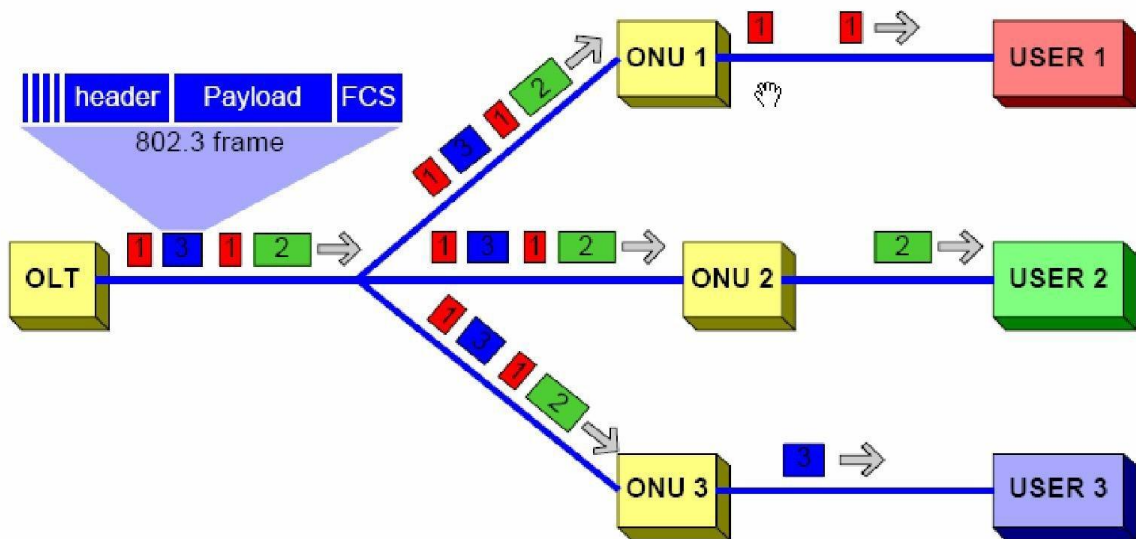
Ethernet trong việc truyền dữ liệu.

Năm 2001, IEEE thành lập một nhóm nghiên cứu Ethernet in the First Mile (EFM) với mục tiêu mở rộng công nghệ Ethernet hiện tại sang mạng truy nhập vùng, hướng tới các mạng đến nhà thuê bao hoặc các doanh nghiệp với yêu cầu vẫn giữ các tính chất của Ethernet truyền thống. Ethernet PON bắt đầu được nghiên cứu trong thời gian này.

EPON là mạng trên cơ sở PON mang lưu lượng dữ liệu gói trong các khung Ethernet được chuẩn hóa theo IEEE 802.3. Sử dụng mã đường truyền 8b/10B và hoạt động với tốc độ 1Gbps.

Chuẩn IEEE 802.3 định nghĩa hai cấu hình cơ bản cho một mạng Ethernet. Một cấu hình trong đó các trạm sử dụng chung môi trường truyền dẫn với giao thức đa truy cập sóng mang có phát hiện xung đột (CSMA/CD) và cấu hình còn lại, các trạm sẽ giao tiếp với nhau thông qua một chuyển mạch sử dụng các tuyến kết nối điểm-điểm và song công. Tuy nhiên, EPON có một số đặc tính mà khiến cho nó không thể triển khai trên một trong hai cấu hình này mà thay vào đó ta phải kết hợp cả hai.

Ở hướng xuống, EPON hoạt động như một mạng quảng bá. Khung Ethernet được truyền bởi OLT qua bộ chia quang thụ động đến từng ONU (với N trong khoảng từ 4 đến 64). ONU sẽ lọc bỏ các gói tin không phải là của nó nhờ vào địa chỉ MAC (Media Access Control) trước khi truyền các gói tin còn lại đến người dùng.



Hình 1. 19 Lưu lượng hướng lên trong EPON

Nếu không có khung nào trong bộ đệm để điền vào khe thời gian thì 10 bit đặc tính rỗng sẽ được truyền. Sự sắp xếp định vị khe thời gian hợp lý có thể định vị tính (TDMA cố định) hoạt động dựa vào hàng đợi tức thời trong từng ONU (thực hiện thống kê). Có nhiều mô hình định vị như là định vị dựa vào quyền ưu tiên của dữ liệu, dựa vào chất lượng dịch vụ QoS hay dựa vào mức dịch vụ cam kết (SLAs: Service Level Agreements).

- Công nghệ GEPON

Công nghệ GEPON được khuyến nghị và chuẩn hoá bởi tổ chức Hội Điện Tử Viễn Thông Quốc Tế (IEEE). IEEE đã phát triển từ EPON qui định trong chuẩn IEEE 802.3ah (công bố 06/2004) thành GEPON được ban hành dưới dạng chuẩn IEEE 802.3av.

Hiện nay, GEPON có thể đạt đến tốc độ 10Gb/s cho mỗi sợi quang, và có thể lên đến 100Gb/s trong tương lai gần.

Trong GEPON, bước sóng quang cho data/voice được chuẩn hóa là 1310/1490nm, và bước sóng 1550nm dành cho tín hiệu truyền hình (video). Khi triển khai GEPON Triple Play với cả Voice/data/video (catv) trên cùng một sợi quang thì các bộ chia quang phải sử dụng loại hỗ trợ 3 bước sóng (3 windows 1310/1490/1550nm) và giao diện xx/APC cho tín hiệu truyền hình.

- Công nghệ GPON

Hệ thống GPON thông thường gồm một thiết bị kết cuối đường dây OLT(Optical Line Termination) và thiết bị kết cuối mạng ONU (Optical Network Unit)hay ONT (Optical Network Termination) được nối với nhau qua mạng phân phối quang ODN (Optical Distribution Network). Quan hệ giữa OLT và ONU là quan hệ một-nhiều, một OLT sẽ kết nối với nhiều ONU.

Bộ khuyến nghị G.984 của ITU đưa ra tiêu chuẩn cho mạng PON tốc độ gigabit (GPON) là phiên bản mới nhất đối với công nghệ mạng PON. Mạng GPON có dung lượng ở mức gigabit cho phép cung cấp các ứng dụng video, truy nhập internet tốc độ cao, multimedia, và các dịch vụ băng thông rộng. Cùng với dung lượng mạng gia tăng, tiêu chuẩn mới này đưa ra khả năng xử lý IP và Ethernet hiệu quả hơn. Mục đích tiêu chuẩn G.984.1 là cải thiện hệ thống PON theo tiêu chuẩn G.983.1 thông qua các yêu cầu về cung cấp dịch vụ, các chính sách bảo mật, tốc độ bit danh định... Để đảm bảo tính liên tục so với các hệ thống trước, tiêu chuẩn G.984.1 sẽ duy trì một số yêu cầu trong tiêu chuẩn G.983.1.

GPON hỗ trợ tốc độ bit cao nhất từ trước tới nay với tốc độ hướng xuống hướng lên tương ứng lên tới 2,5/2,5 Gbit/s. GPON cung cấp độ rộng băng lớn chưa từng có từ trước tới nay và là công nghệ tối ưu cho các ứng dụng của FTTH và FTTB.

Các thông số kỹ thuật:

Bước sóng: 1260-1360nm đường lên; 1480-1500nm đường xuống.

Đa truy nhập hướng lên: TDMA.

Cấp phát băng thông động DBA (Dynamic Bandwith Allocation).

Loại lưu lượng: dữ liệu số.

Khung truyền dẫn: GEM.

Dịch vụ: dịch vụ đầy đủ (Ethernet, TDM, POTS).

Tỉ lệ chia của bộ chia thụ động: tối đa 1:128.

Giá trị BER lớn nhất: 10⁻¹²

Phạm vi công suất sử dụng luồng xuống: -3 đến +2 dBm (10km ODN) hoặc +2 đến +7 (20Km ODN).

Phạm vi công suất sử dụng luồng lên: -1 đến +4 dBm (10Km và 20Km ODN).

Suy hao tối đa giữa các ONU: 15dB.

Cự ly cáp tối đa: 20Km với DFB laser luồng lên, 10Km với Fabry-Perot.

Công nghệ GPON hỗ trợ 1,25 Gbit/s hoặc 2,5 Gbit/s hướng xuống, và hướng lên có thể xê dịch từ 155 Mbit/s đến 2,5 Gbit/s. Hiệu suất băng thông đạt > 90%. Giới hạn cự ly của công nghệ GPON hiện tại được quy định trong khoảng 20 km và cung cấp tỉ lệ chia lên tới 1:128 (hiện tại thường sử dụng tỉ lệ 1:64, tối đa qua hai cấp chia).

Việc tính toán, thiết kế mạng GPON thì cần quan tâm tới một số vấn đề sau:

- Công nghệ WDM PON và TDM PON

Ở hướng xuống (từ OLT đến ONU), mạng PON là mạng điểm-đa điểm. OLT chiếm toàn bộ băng thông hướng xuống. Trong hướng lên, mạng PON là mạng đa điểm-điểm: nhiều ONU truyền tất cả dữ liệu của nó đến một OLT. Đặc tính hướng của các bộ tách ghép thụ động là việc truyền thông của một ONU sẽ không được nhận biết bởi các ONU khác. Tuy nhiên các luồng dữ liệu từ các ONU khác nhau được truyền cùng một lúc cũng có thể bị xung đột. Vì vậy trong hướng lên, PON sẽ sử dụng một vài cơ chế riêng biệt trong kênh để tránh xung đột dữ liệu và chia sẻ công bằng tài nguyên và dung lượng trung kế.

Một phương pháp chia sẻ kênh ở hướng lên của ONU là sử dụng ghép kênh phân chia theo bước sóng WDM, với phương pháp này thì mỗi ONU sẽ hoạt động ở một bước sóng khác nhau. Giải pháp WDM yêu cầu một bộ thu điều khiển được hoặc là một mảng bộ thu ở OLT để nhận các kênh khác nhau. Thậm chí nhiều vấn đề khó khăn cho các nhà khai thác mạng là kiểm kê từng bước sóng của ONU: thay vì chỉ có một loại ONU, thì có nhiều loại ONU dựa trên các bước sóng Laser của nó. Mỗi ONU sẽ sử dụng một laser hẹp và độ rộng phổ điều khiển được cho nên rất đắt tiền. Mặc khác, nếu một bước sóng bị sai lệch sẽ gây ra nhiễu cho các ONU khác trong mạng PON. Việc sử dụng Laser điều khiển được có thể khắc phục được vấn đề này nhưng quá đắt cho công nghệ hiện tại. Với những khó khăn như vậy thì WDM không phải là giải pháp tốt cho môi trường hiện nay.

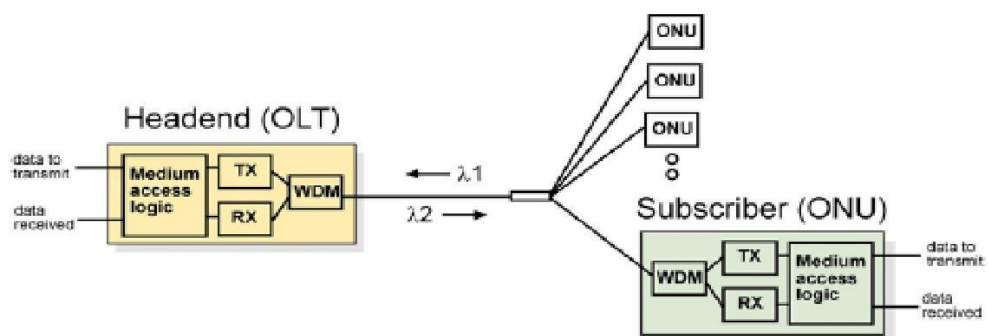
Một số giải pháp khác dựa trên WDM cũng được đề xuất nhưng giá cả khá

cao. Do vậy, TDM PON đã ra đời. Trong TDM PON, việc truyền đồng thời từ vài ONU sẽ gây ra xung đột khi đến bộ kết hợp. Để ngăn chặn xung đột dữ liệu, mỗi ONU phải truyền trong cửa sổ (khe thời gian) truyền của nó. Một thuận lợi lớn của TDM PON là tất cả các ONU có thể hoạt động cùng một bước sóng, OLT cũng chỉ cần một bộ thu đơn. Bộ thu phát ONU hoạt động ở tốc độ đường truyền, thậm chí băng thông có thể dùng của ONU thấp hơn. Tuy nhiên, đặc tính này cũng cho phép TDM PON đạt hiệu quả thay đổi băng thông được dùng cho từng ONU bằng cách thay đổi kích cỡ khe thời gian được ấn định hoặc thậm chí sử dụng ghép kênh thống kê để tận dụng hết băng thông được dùng của mạng PON.

Trong mạng truy cập thuê bao, hầu hết các luồng lưu lượng lên và xuống không phải là Peer to Peer (user to user). Vì vậy điều này dường như là hợp lý để tách kênh lên và xuống. Một phương pháp tách kênh đơn giản có thể dựa trên ghép kênh phân chia không gian (SDM) mà nó tách PON được cung cấp theo hướng truyền lên xuống.

Để tiết kiệm cho sợi quang và giảm chi phí sửa chữa và bảo quản, một sợi quang có thể được sử dụng cho truyền theo hai hướng. Trong trường hợp này, hai bước sóng được dùng là: hướng lên $\lambda_1=1310\text{nm}$, hướng xuống $\lambda_2=1550\text{nm}$.

Dung lượng kênh ở mỗi bước sóng có thể phân phối linh động giữa các ONU.



Hình 1. 20 Mạng PON sử dụng một sợi

Ghép kênh phân chia theo thời gian là phương pháp được ưu tiên hiện nay cho việc chia sẻ kênh quang trong mạng truy cập khi mà nó cho phép một bước sóng đơn ở hướng lên và bộ thu phát đơn ở OLT đã làm cho giải pháp này có ưu thế hơn về chi phí đầu tư.

1.5. Bảng tổng hợp hai công nghệ AON và GPON

Công nghệ	AON	GPON
Băng thông trên mỗi thuê bao	100 Mbps – 1Gbps	2.5 Gbps/1.25Gbps (nếu không dùng splitter, triển khai theo mô hình điểm – điểm, tuy nhiên thường chia thành 1:32)
Tăng băng thông tạm thời cho thuê bao (cần sao lưu)	Đơn giản	Phức tạp
Số thuê bao bị ảnh hưởng khi có lỗi	Ít	Nhiều
Thời gian xác định	Nhanh	Chậm hơn
Khả năng bị nghe	Rất thấp	Cao
Độ tin cậy của đường cáp đến thuê bao	Cao do tùy mô hình khách hàng có thể được kết nối theo dual – homing (có 2 đường truyền khác nhau), vòng tròn (ring) hay 2 kết	Thấp, không có phương án 2 kết nối trên 1 PON
Chi phí triển khai	Cao do mỗi thuê bao là 1 sợi quang riêng	Thấp vì sợi quang từ OLT sẽ được chia sẻ cho nhiều thuê bao qua bộ chia thụ động
Chi phí vận hành	Cao do các thiết bị như Access Node cần nguồn cấp và kích thước cũng lớn, yêu cầu không gian. Không gian cho cáp cũng cần khá nhiều.	Thấp do OLT kích thước nhỏ và passive splitter không cần nguồn. Phục vụ khoảng 8000 thuê bao chỉ cần không gian của 1 tủ rack

Công nghệ	AON	GPON
Chi phí nâng cấp	Thấp, do đặc tính điểm đến điểm nên việc nâng cấp bằng thông đơn giản (VD: chỉ cần thay thiết bị đầu cuối (CPE))	Cao do một toàn bộ thuê bao trong 1 dây PON (từ OLT qua splitter đến người dùng) phải được nâng cấp.

Hiện nay mạng APON/BPON không được quan tâm phát triển do chỉ hỗ trợ dịch vụ ATM và tốc độ truy nhập thấp hơn nhiều so với các công nghệ hiện hữu khác như GPON hay EPON.

Trong khi, EPON chỉ cung cấp tốc độ truyền là 1,25 Gbit/s, GPON lại cho phép đạt tới tốc độ 2,448 Gbit/s. Băng thông EPON chỉ đạt hiệu suất tối đa 70%, và bị giới hạn trong khoảng 900Mbps. Trong khi đó, GPON có thể đạt tới hiệu suất mạng 93%, GPON cho phép các nhà cung cấp dịch vụ phân phối với băng thông lên đến

2.300 Mbps, độ rộng băng tần lớn. Đã được chuẩn hoá theo ITU-T G.984, Mặt khác trong khi tiêu chuẩn IEEE 803.2ah chỉ hỗ trợ 2 lớp ODN: lớp A và lớp B thì ITU-GT.984.2 GPON GPM hỗ trợ cả lớp C, lớp cấp cao hơn. Lớp C cho phép mạng PON mở rộng cự ly tới 20 Km, cung cấp cho số lượng lớn người dùng cuối, đạt tới 64 thậm chí 128 ONU/ONT.

Bên cạnh đó trong khi EPON chỉ hỗ trợ duy nhất một tốc độ truyền dẫn đối xứng 1,25/1,25 Gbps. ITU- T G.984.2 GPON GEM linh hoạt và biến đổi được nhiều hơn, cho phép các tốc độ hướng xuống 1,25 và 2,5 Gbps, hướng lên cho phép 155 Mbps, 622 Mbps hay 1,25 và 2,5 Gbps. Trong khi GPON cho phép các nhà cung cấp dịch vụ để thiết lập những tốc độ kết nối theo nhu cầu thực tế.

Nhận xét:

Mạng truy nhập quang là mạng truy nhập có nhiều ưu điểm như: Dung lượng lớn, kích thước và trọng lượng cáp nhỏ, không bị nhiễu điện, tính bảo mật cao, giá thành cáp quang rẻ, chất lượng truyền dẫn tốt, an toàn cho thiết bị, tốc độ truy nhập cao, nâng cấp bằng thông dễ dàng.

Vì vậy nó phù hợp để triển khai các dịch vụ băng rộng (truy cập Internet tốc độ cao, hội nghị truyền hình, IPTV/Triple Play, truyền hình độ nét cao (HDTV, SDTV), game online, các dịch vụ băng rộng phục vụ y tế, giáo dục, ...) giữa các khối kết cuối đường dây ở xa (ONU) và kết cuối mạng (OLT).

CHƯƠNG 2. CÔNG NGHỆ MẠNG MAN-E VÀ MÔ HÌNH IP NGN CỦA CISCO

2.1. Tổng quan về mạng quang trong ethernet

Trong vài thập kỷ gần đây, Ethernet là công nghệ chủ yếu trong các mạng nội bộ LAN, là công nghệ chủ đạo trong hầu hết các văn phòng trên toàn thế giới và hiện nay đã được dùng ngay cả trong các hộ gia đình để chia sẻ các đường dây truy nhập băng rộng giữa các thiết bị với nhau. Đặc biệt tất cả các máy tính cá nhân đều được kết nối bằng Ethernet và ngày càng nhiều thiết bị truy nhập dùng đến công nghệ này. Có nhiều lý do để giải thích tại sao Ethernet đã có sự thành công như vậy trong cả các doanh nghiệp lẫn các hộ gia đình: dễ sử dụng, tốc độ cao và giá thiết bị rẻ.

Cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, tốc độ Ethernet đã được cải thiện từ Mbps lên Gbps và 40Gbps. Song song với nó là sự bùng nổ của Internet yêu cầu băng thông truyền tải lưu lượng rất lớn, phương tiện truyền trong mạng Ethernet cũng chuyển dần từ cáp đồng sang cáp quang, và cấu hình cũng đã phát triển từ cấu trúc bus dùng chung lên cấu trúc mạng chuyển mạch. Đây là những nhân tố quan trọng để xây dựng các mạng có dung lượng cao, chất lượng cao, và hiệu suất cao, đáp ứng được những đòi hỏi ngày càng khắt khe của yêu cầu về chất lượng dịch vụ (Qos) trong môi trường mạng mạng đô thị (MAN-E) hay WAN đảm bảo kết nối với khách hàng mọi lúc, mọi nơi mọi giao diện.

Mở rộng từ mạng LAN ra mạng MAN-E tạo ra các cơ hội mới cho các nhà khai thác mạng. Khi đầu tư vào mạng MAN-E, các nhà khai thác có khả năng để cung cấp các giải pháp truy nhập tốc độ cao với chi phí tương đối thấp cho các điểm cung cấp dịch vụ POP (Points Of Presence) của họ, do đó loại bỏ được các điểm nút cổ chai tồn tại giữa các mạng LAN tại các cơ quan với mạng đường trục tốc độ cao.

Doanh thu giảm do cung cấp băng thông với giá thấp hơn cho khách hàng có thể bù lại bằng cách cung cấp thêm các dịch vụ mới. Do vậy MAN-E sẽ tạo ra phương thức để chuyển từ cung cấp các đường truyền có giá cao đến

việc cung cấp các dịch vụ giá trị gia tăng qua băng thông tương đối thấp.

Xu hướng phát triển công nghệ mạng MAN-E:

Hiện tại, các công nghệ tiềm năng được nhận định là ứng cử để xây dựng mạng

MAN-E thế hệ mới chủ yếu tập trung vào 5 loại công nghệ chính, đó là:

Next Generation SDH/SONET: SDH/SONET thế hệ mới.

WDM (Wavelength Division Multiplexing): Ghép kênh theo bước sóng

RPR (Resilient Packet Ring): vòng Ring gói tự phục hồi.

Ethernet/Gigabit Ethernet (GE)

Chuyển mạch kết nối MPLS

Các công nghệ nói trên này được xây dựng khác nhau cả phạm vi và các phương thức mà chúng sẽ được sử dụng. Trong một số trường hợp, các nhà cung cấp cơ sở hạ tầng lại triển khai cùng một công nghệ cho các ứng dụng khác nhau. Ví dụ, Gbps có thể được sử dụng để cung cấp năng lực truyền tải cơ sở hoặc để cung cấp các dịch vụ gói Ethernet trực tiếp đến khách hàng.

Các nhà khai thác mạng có xu hướng kết hợp một số loại công nghệ trên cùng một mạng của họ, vì tất cả các công nghệ sẽ đóng góp vào việc đạt được những mục đích chung là:

Giảm chi phí đầu tư xây dựng mạng

Rút ngắn thời gian đáp ứng dịch vụ cho khách hàng

Dự phòng dung lượng đối với sự gia tăng lưu lượng dạng gói

Tăng lợi nhuận từ việc triển khai các dịch vụ mới

Nâng cao hiệu suất khai thác mạng

Trong khuôn khổ luận văn này xin trình bày về mạng MAN trên công nghệ Ethernet/Gigabit Ethernet (GE).

2.2. Các tính năng của MAN-E

Khách hàng được kết nối đến MAN-E sử dụng các giao diện thích hợp với Ethernet thay vì phải qua nhiều giai đoạn biến đổi từ lưu lượng ATM, SONET/SDH và ngược lại. Bằng cách này không chỉ loại bỏ được sự phức tạp mà còn làm cho quá trình cung cấp đơn giản đi rất nhiều. Mô hình Metro hình

thành từ quá trình cung cấp các ống băng thông (tunnel giữa các node và khách hàng đầu cuối để cung cấp các mạng LAN ảo (VLAN) và các mạng riêng ảo (VPN) dựa trên mức thoả thuận dịch vụ SLA).

Trong trường hợp này, các vấn đề đã được đơn giản hoá đi rất nhiều cho cả khách hàng lẫn nhà khai thác. Khách hàng không cần phải chia cắt lưu lượng và định tuyến chúng đến các đường phù hợp để đến đúng các node đích nữa. Thay vì tạo ra rất nhiều chùm đường truyền giữa các node, ở đây chỉ cần tạo ra băng thông dựa theo SLA mà bao hàm được nhu cầu của khách hàng tại mỗi node.

Nói cách khác, cung cấp các kết nối không còn là vấn đề thiết yếu đối với nhà cung cấp mạng nữa do đó họ có điều kiện để tập trung vào việc tạo ra các dịch vụ giá trị gia tăng. Bằng việc mở rộng mạng LAN vào mạng MAN-E sử dụng kết nối có băng thông lớn hơn, sẽ không còn sự khác biệt giữa các server của mạng với các router được đặt tại thiết bị của khách hàng và tại các điểm POP của nhà cung cấp mạng nữa

MAN-E có chức năng thu gom lưu lượng và đáp ứng nhu cầu truyền tải lưu lượng cho các thiết bị truy nhập (IPDSLAM, MSAN). Có khả năng cung cấp các kết nối Ethernet (FE/GE) tới khách hàng để truyền tải lưu lượng trong nội tỉnh, đồng thời kết nối lên mạng đường trục IP/MPLS NGN để chuyển lưu lượng đi liên tỉnh, quốc tế. Trong mạng MAN-E người ta sử dụng các thiết bị CES (Carrier Ethernet Switch) tại các nơi có lưu lượng cao tạo thành mạng chuyển tải Ethernet/IP. Kết nối giữa các thiết bị CES dạng hình sao, ring hoặc đấu nối tiếp, sử dụng các loại công kết nối: $n \times 1\text{Gbps}$ hoặc $n \times 10\text{Gbps}$.

2.3. Kiến trúc Cisco IP NGN (Cisco IP Next-Generation Network)

Cách tiếp cận để xây dựng mạng cho các nhà cung cấp dịch vụ đang trải qua những thay đổi quan trọng. Xu hướng chung của thay đổi này là sự hội tụ về cơ sở hạ tầng và dịch vụ, cũng như việc tích hợp các dịch vụ bán ra, dựa trên nền công nghệ IP. Cisco Systems® đã phát triển một kiến trúc khung nhằm giúp các nhà cung cấp thành công trong việc chuyển đổi. Có tên là Cisco® IP Next-Generation Network (NGN), kiến trúc này là tập hợp vài công nghệ của Cisco và các lĩnh vực chuyên sâu khác.

Hầu hết các phương tiện truyền tải của các nhà cung cấp dịch vụ ngày nay đang thay đổi. Một vài vùng có sự thay đổi do cách tiếp cận hoàn toàn mới tại biên và Core, nhưng vẫn giữ được tính trong suốt đối với khách hàng. Một số là thay đổi cơ bản từ gốc hoặc do sự mở rộng trong cách cung cấp dịch vụ, loại hình dịch vụ bán ra, và mức độ đảm bảo về hiệu năng và các tham số khác của một gói dịch vụ. Tất cả các thay đổi đó là một phần của kiến trúc Cisco IP NGN the Cisco IP NGN như sau:

- ✓ Video services-Trong môi trường băng rộng, việc nhận tín hiệu truyền hình và các thể loại chương trình theo yêu cầu khác qua IP là rất tự nhiên. Sự chuyển đổi này sẽ tiếp tục và sẽ bao gồm các dịch vụ Video tương tác.

- ✓ Broadband networking-Mặc dù việc phát triển băng rộng đang diễn ra rất nhanh, nhưng việc chuyển tiếp từ thói quen truy cập đơn giản đến việc cung cấp một môi trường mạng gia đình chỉ mới bắt đầu.

- ✓ Wireline data services-Hầu hết các dịch vụ data cho doanh nghiệp đang được phát triển thông qua công nghệ lastmile ATM và Frame Relay. Cơ sở hạ tầng IP sẽ cung cấp thêm các dịch vụ khác trên cùng mạng, thoả mãn được nhu cầu của khách hàng.

- ✓ Telephony services-Các nhà khai thác thoại truyền thống đang chuyển tới sử dụng công nghệ chuyển mạch gói một thời gian, và bây giờ đang nóng lòng làm một cuộc cách mạng để vài nhà cung cấp thoại trên nền chuyển mạch kênh có thể sử dụng chung mạng lõi chuyển mạch gói để thực hiện dịch vụ. Bên cạnh đó, sự hội tụ giữa các dịch vụ thoại cố định và di động cũng đã bắt đầu.

- ✓ Wireless và mobile services-Tương tự như sự hội tụ giữa thoại cố định và di động, thiết bị đầu cuối di động đang trở thành một cửa sổ giao tiếp đa phương tiện, hội tụ voice, video, data. Video thời gian thực và Game online đã sẵn sàng để cất cánh trên các thiết bị thông tin này.

Rất nhiều ứng dụng và công nghệ của nhà cung cấp dịch vụ xuất phát từ môi trường nơi mà các yêu cầu phải là “carrier class” cho cả mức thiết bị và hệ thống. Các yêu cầu này sẽ đi cùng các dịch vụ đang tồn tại khi nó hội tụ vào mạng gói, vì

vậy cơ sở hạ tầng mạng IP phải có khả năng đáp ứng các yêu cầu trên ở mức thiết bị và mạng.

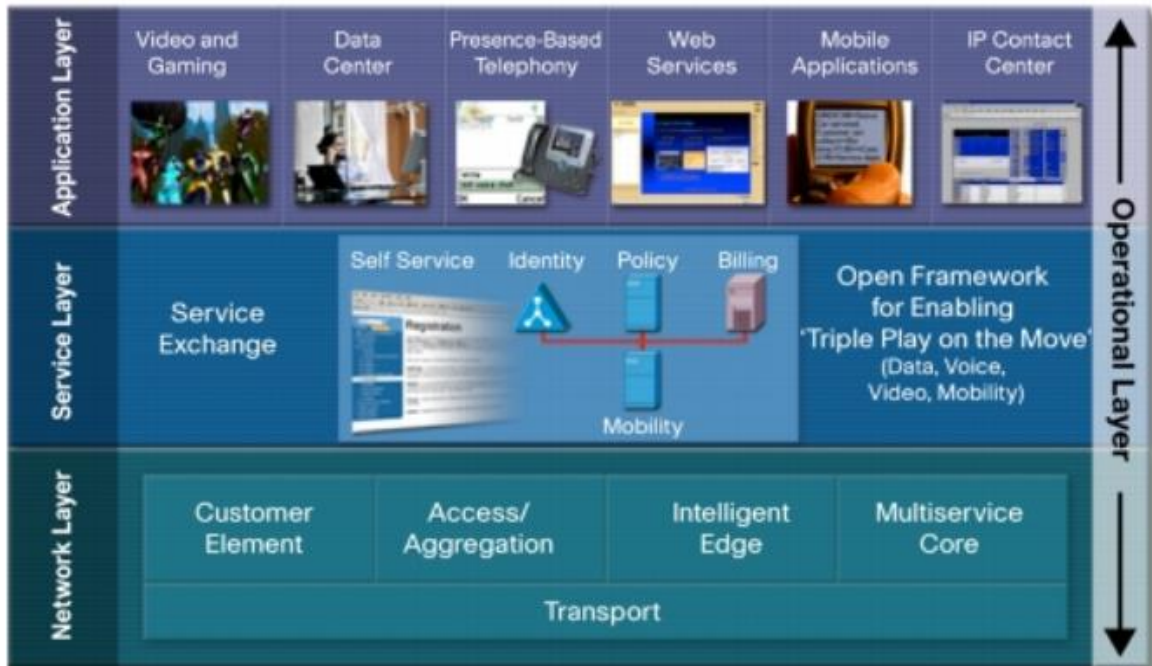
Mạng IP không những chỉ thay thế một cơ sở hạ tầng riêng biệt sử dụng cho một ứng dụng hoặc dịch vụ đơn lẻ, mà nó còn phải làm như thế cho vài công nghệ và dịch vụ khác nhau, và trong nhiều trường hợp, phải thực hiện trên cùng 1 Node. Hơn nữa, tất cả các yêu cầu dịch vụ này sẽ được ưu ái hơn khi thực hiện bởi sản phẩm và giải pháp của cùng một hãng sản xuất.

Để đáp ứng các yêu cầu khó khăn này, IP NGN phải sở hữu một tập các khả năng rộng, linh hoạt, đòi hỏi cả tính trái ngược với tự nhiên, để cung cấp tập các dịch vụ hoàn chỉnh và cân đối. Môi trường mạng của cơ sở hạ tầng IP NGN sẽ là một tổ hợp của tất cả các thành phần dịch vụ và thuộc tính được bao gồm như sau:



Hình 2. 1 Các thành phần dịch vụ

Như mô tả trong hình dưới đây, trung tâm của IP NGN là 3 vùng cơ bản của sự hội tụ đã được kích hoạt bởi các nhà cung cấp dịch vụ ngày nay:



Hình 2. 2 Mạng hội tụ (ứng dụng, dịch vụ và mạng)

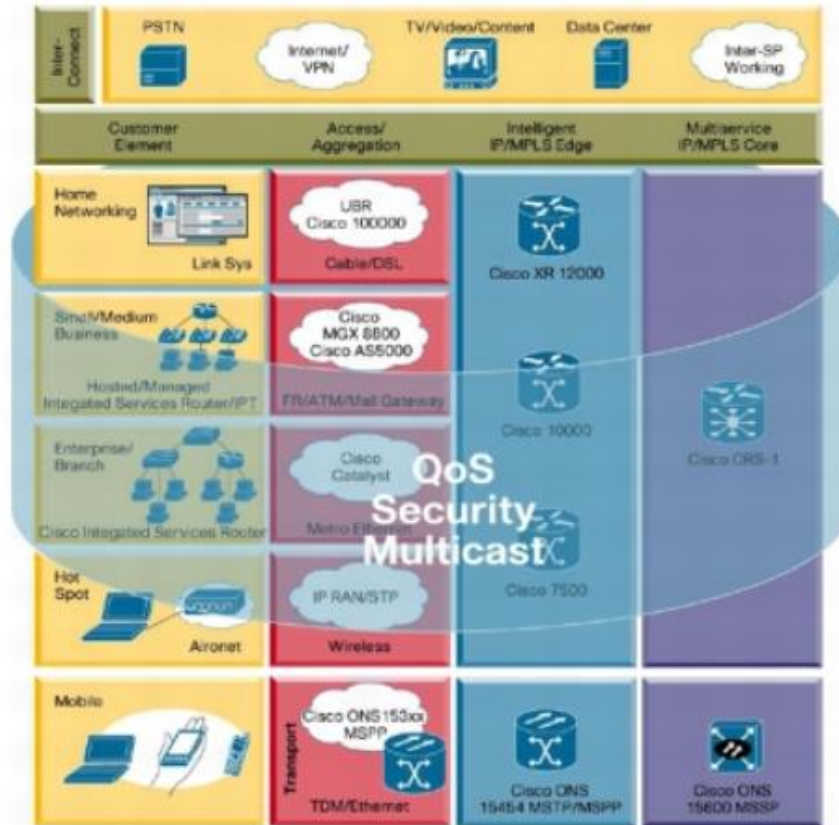
Hội tụ về ứng dụng: Nhà cung cấp có thể tích hợp các ứng dụng IP như video, voice, data thông qua cơ sở hạ tầng băng thông rộng nhằm mục đích tăng lợi nhuận.

Hội tụ về dịch vụ: Cisco IP NGN đưa đến các dịch vụ sẵn có tới người dùng cuối qua bất kỳ một mạng truy cập nào. Ví dụ, các dịch vụ có sẵn trong văn phòng có thể sử dụng nhờ wireless LAN, kết nối băng thông rộng, hoặc một mạng nhỏ (mạng tế bào).

Hội tụ về mạng: Việc tạo ra một mạng hội tụ là mục tiêu mà nhiều nhà khai thác đã và đang theo đuổi bằng nhiều nỗ lực, nhằm hạn chế việc duy trì nhiều mạng cung cấp dịch vụ đơn lẻ hoặc để giảm thiểu nhiều phân lớp công nghệ trong 1 mạng.

Nền tảng của IP NGN là lớp mạng bảo mật, gồm có các phần tử tùy chọn, truy xuất và tích hợp, biên chuyển mạch nhãn đa giao thức IP thông minh (IP MPLS - Edge), và các thành phần lõi đa dịch vụ với lớp các phần tử truyền tải, kết nối bên dưới và bên trên.

Như đã được chỉ ra trong hình dưới đây, mạng lõi IP/MPLS được tạo thành trên nền tảng kiến trúc IP NGN. Nó bắt buộc lõi IP/ MPLS phải đáp ứng những yêu cầu về carrier-class (mạng của nhà cung cấp dịch vụ) để kiến trúc này có thể phát triển và tồn tại được.



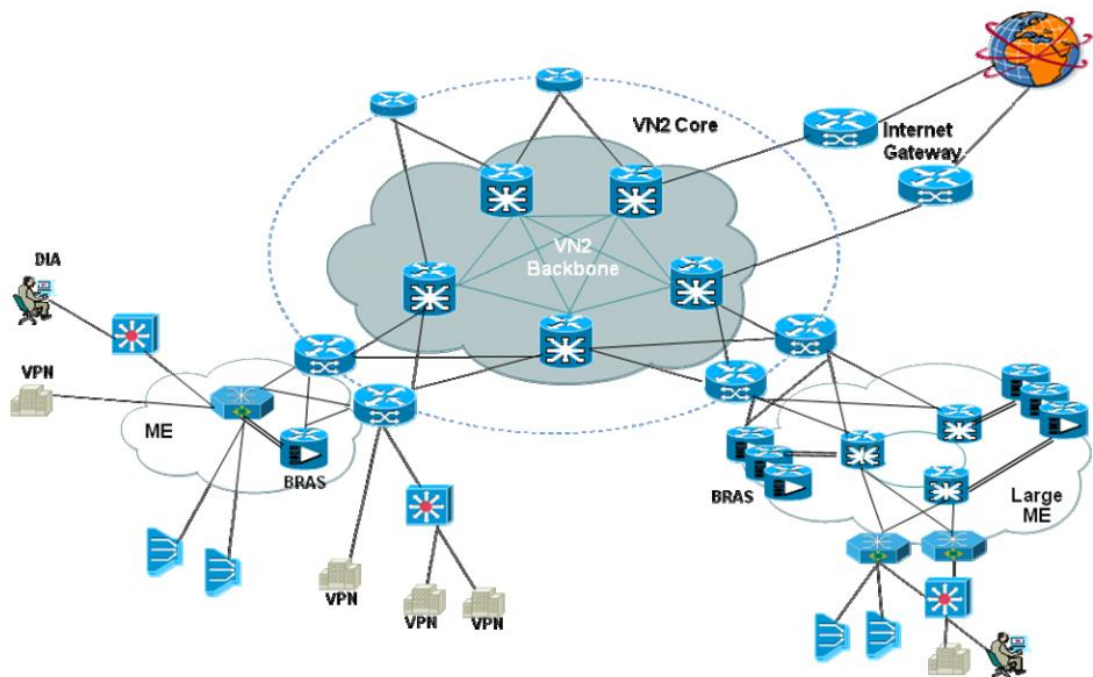
Hình 2. 3 IP/MPLS carrier-class IP NGN

2.4. Mô hình mạng Metro Ethernet dựa trên kiến trúc CISCO IP NGN

2.4.1 Sơ đồ mạng

Dựa trên mô hình kiến trúc CISCO IP NGN, việc xây dựng mạng Metro Ethernet nhằm mục đích trang bị cho các nhà cung cấp dịch vụ cơ sở hạ tầng cần thiết để hoàn thiện phân lớp tập trung lưu lượng (IP/MPLS Aggregation) trong kiến trúc mạng Carrier Ethernet tổng thể, kết nối lên BRAS và tích hợp vào mạng core IP/MPLS, cũng như kết nối tới các Switch, OLT... đang sử dụng để cung cấp dịch vụ xuống khách hàng. Mô hình dự kiến của mạng Metro Ethernet VNPT như sau:

Như hình vẽ trên, mạng Metro Ethernet VNPT được thiết kế theo kiến trúc RING để đảm bảo tính sẵn sàng cho hệ thống mạng, bao gồm các core ring & access ring. Core ring: Bao gồm các MAN core router kết nối với nhau tạo thành vòng ring. MAN core ring thực hiện gom (aggregate) các Access Ring và cung cấp giao diện kết nối lên mạng core (VN2)



Hình 2. 4 Mô hình mạng MAN-E điển hình

Access ring: Đễ gom (aggregate) các kết nối access tới mạng MAN, bao gồm các DSLAM, Ethernet access switch, dịch vụ Wimax và các dịch vụ khác trong tương lai. Các access ring có 2 hoặc nhiều hơn kết nối tới core MAN router để tăng tính dự phòng cho hệ thống mạng.

2.4.2 Kiến trúc logic

Về cơ bản, hạ tầng IP NGN cho mạng VNPT bao gồm 4 lớp:

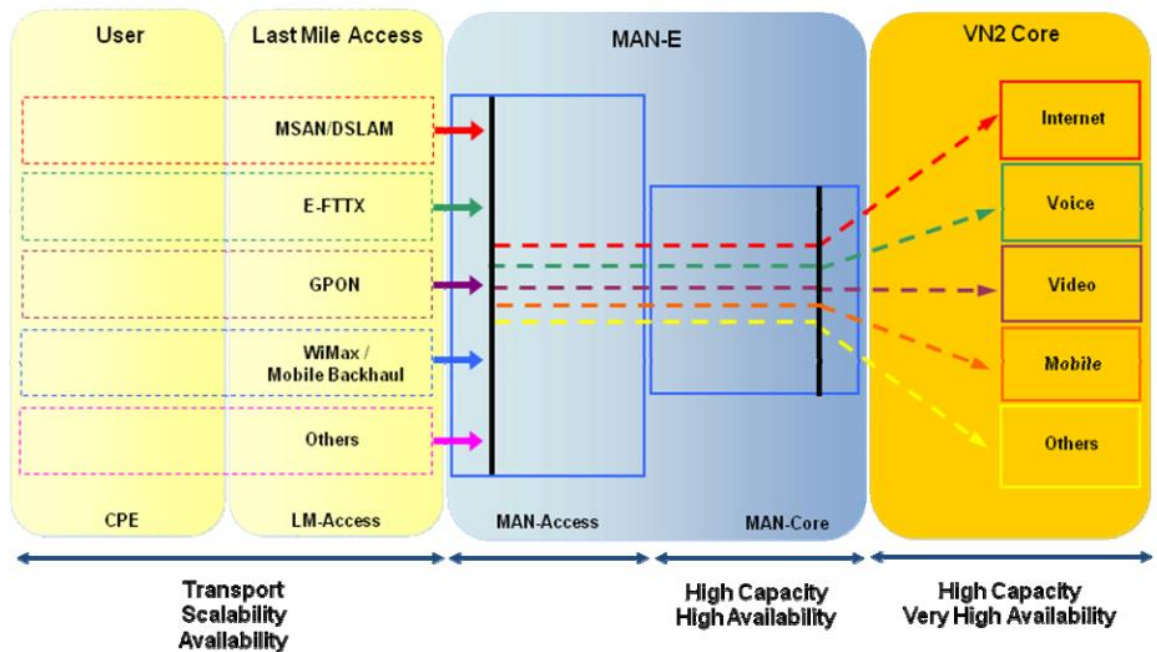
Lớp mạng VN2 Core: Hình thành một lõi chuyển mạch gói chung dựa trên công nghệ MPLS, kết nối tất cả các tỉnh thành trong cả nước. Thực hiện cung cấp dịch vụ tại VN2 BRAS và VN2 PE router

Lớp mạng MAN-E: Đảm bảo tập trung lưu lượng từ các mạng truy cập (IPDSLAM, ETTx, UMTS...) tới mạng trục (BRAS). Thực hiện service mapping từ lớp access tới mạng VN2 Core.

Lớp mạng truy cập (Access): cung cấp kết nối dịch vụ tới khách hàng thông qua các thiết bị truy cập như MSAN/DSLAM, GPON, Wimax hay Ethernet Switches..

Lớp mạng biên khách hàng (Subscriber Edge): đóng vai trò biên mạng phía khách hàng, cung cấp kết nối tới lớp truy cập của nhà cung cấp dịch vụ và cung

cấp dịch vụ cho các người sử dụng bên trong mạng.



Hình 2. 5 Mô hình phân lớp mạng MAN-E của VNPT

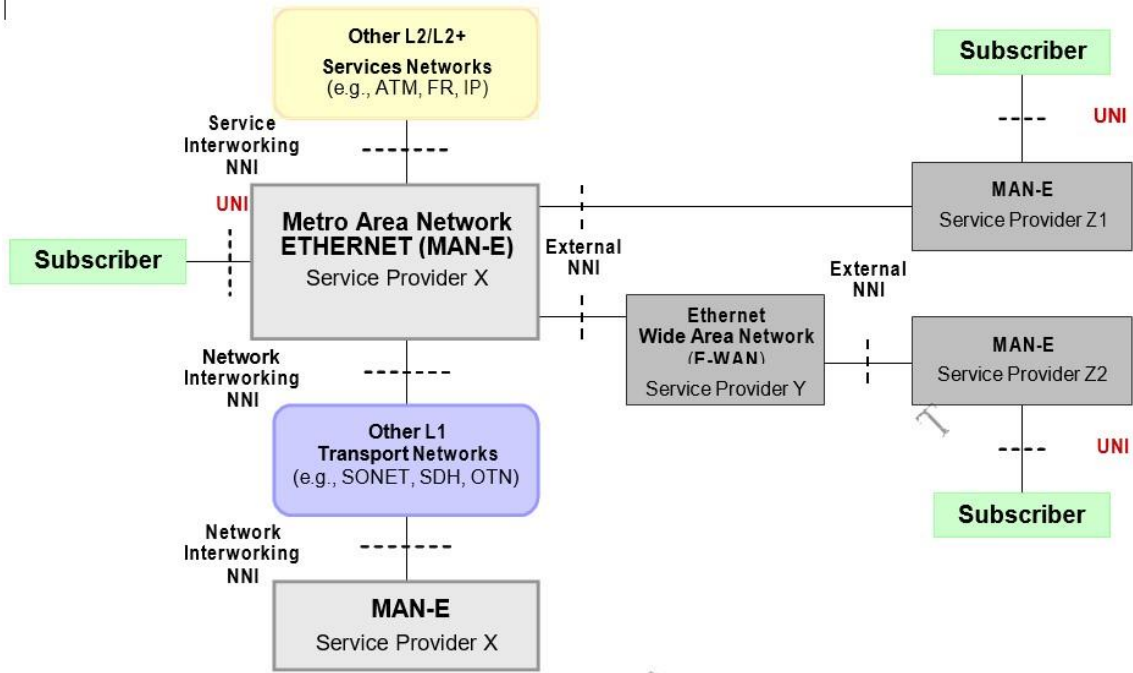
2.4.3 Các điểm tham chiếu trong mạng MAN-E

Điểm tham chiếu trong mạng MAN-E là tập các điểm tham chiếu lớp mạng được sử dụng để phân các vùng liên kết đi qua các giao diện, thành phần kiến trúc bên ngoài và mạng MAN-E. Các thành phần bên ngoài bao gồm:

Từ các thuê bao đến các dịch vụ MAN-E

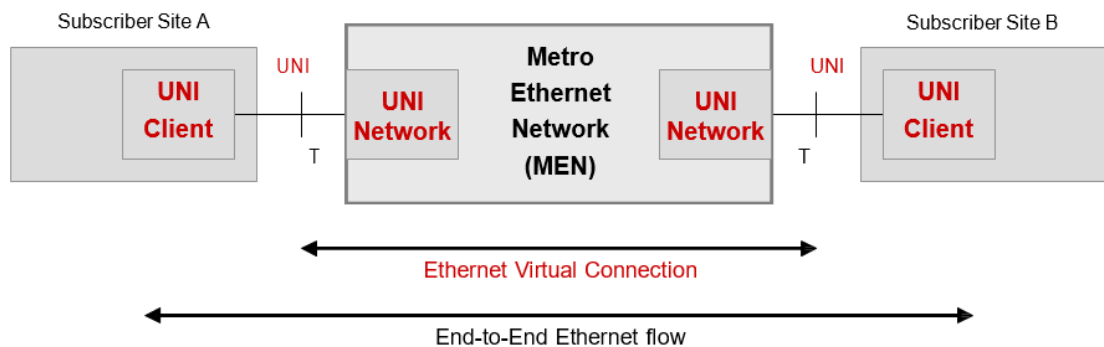
Từ các mạng MAN-E khác

Các mạng truyền tải dịch vụ (không phải Ethernet) khác.



Hình 2. 6 Mô hình các điểm tham chiếu

Các thuê bao kết nối đến mạng MAN-E thông qua điểm tham chiếu giao diện Người dùng – Mạng (UNI: User – Network interface). Các thành phần trong cùng mạng (NE: Internal Network Elements) hoặc I-INNI (Internal – NNIs). Hai mạng MAN-E độc lập có thể kết nối với nhau tại điểm tham chiếu External NNI (E- NNI). Một mạng MAN- E có thể kết nối với các mạng dịch vụ và truyền tải khác tại điểm tham chiếu liên mạng Network Interworking NNI (NI- NNI) hoặc điểm tham chiếu liên dịch vụ Service Interworking NNI (SI-NNI).



Hình 2. 7 Giao diện UNI và mô hình tham chiếu MAN-E

Giao diện UNI sử dụng để kết nối các thuê bao đến nhà cung cấp dịch vụ MAN-E. UNI cũng cung cấp điểm tham chiếu giữa các thiết bị mạng MAN-E thuộc nhà cung cấp dịch vụ và các thiết bị truy nhập của khách hàng. Vì vậy UNI bắt đầu từ điểm cuối của nhà cung cấp dịch vụ và điểm đầu của khách

hàng, Giao diện UNI phía nhà cung cấp dịch vụ là điểm tham chiếu UNI-N. Giao diện phí khách hàng là điểm tham chiếu UNI-C. Phân biệt giữa UNI-N và UNI-C là điểm tham chiếu T. Trong phần các thiết bị khách hàng thường được chia thành thiết bị truy nhập và thiết bị người sử dụng đầu cuối giữa hai thiết bị này có điểm tham chiếu S.

2.5. Các thành phần vật lý trong mạng MAN-E

2.5.1 Thiết bị Cisco Router ASR 9010

Chassis Cisco Router ASR 9010 có kích thước 21U, có 10 khe cắm, bao gồm 2 khe cắm cho RSP và 8 khe cắm cho line card.

Cisco ASR 9000 Series hoạt động đơn giản, platform được tối ưu hóa so với dòng Cisco 7600 sử dụng phần cứng và phần mềm thế hệ tiếp theo. Các đặc điểm nổi bật này được mô tả như sau:

Hệ điều hành module hóa Cisco IOS-XR: Hệ điều hành IOS XR được xây dựng cho các hệ thống phân tán như và sử dụng kiến trúc “micro-kernel” trong đó mỗi “micro-kernel” đảm nhận việc phân chia tài nguyên cho một loại process nhất định và đảm bảo hoạt động nonstop trong suốt thời gian nâng cấp software và không ảnh hưởng đến các tiến trình khác.

Hệ phân tán đầy đủ: Cisco ASR 9000 hoạt động trong một hệ phân tán đầy đủ, có nghĩa là việc quyết định chuyển tiếp gói tin và các hoạt động chính diễn ra trên các linecard. Những linecard được trang bị một bộ xử lý mạng chuyên dụng mà cung cấp một cơ sở hạ tầng được lập trình linh hoạt với các dịch vụ.

Nâng cao hiệu năng và mức độ dự phòng: Cisco ASR 9000 cung cấp một cơ sở hạ tầng mà tất cả các thành phần chung, các bộ xử lý chuyên mạch, định tuyến, được dự phòng đầy đủ. Thêm vào đó, platform được thiết kế mà nguồn được sử dụng tùy thuộc vào các yêu cầu hệ thống.

Thân thiện với môi trường: Cisco ASR 9000 được thiết kế tối ưu cho hệ thống nguồn, từ vị trí của các thành phần linecard tới các vị trí của mỗi slot, mọi phương diện thiết kế đều có một mục đích rõ ràng-giảm tác động tới môi trường thông qua điện năng tiêu thụ.

Cisco ASR 9010 với trang bị RSP880 cung cấp khả năng chuyên mạch lên tới

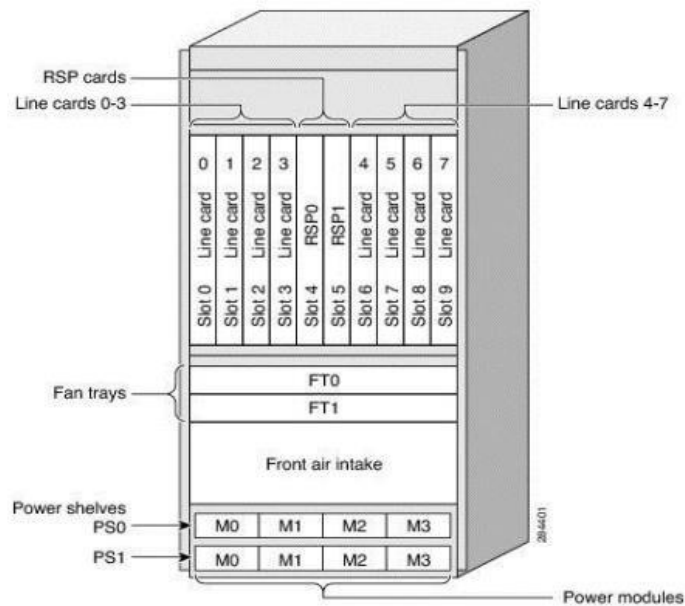
920Gbps trên mỗi slot, tối ưu hóa điện năng tiêu thụ và các yêu cầu làm mát, cung cấp một kiến trúc nguồn module, thiết kế hợp nhất với độ sẵn sàng cao.

Dưới đây là hình ảnh tổng quát của thiết bị ASR 9010:



Hình 2. 8 Cisco ASR 9010 Router

Hình vẽ bên dưới mô tả quy tắc đánh số slot ID cho thiết bị ASR 9010:



Hình 2. 9 Vị trí slot trên chassis ASR 9010

2.5.2 Thiết bị Cisco Router ASR 9912

Chassis Cisco Router ASR 9912 có kích thước 30U, có 19 khe cắm, bao gồm 2 khe cắm cho RP, 7 khe cắm cho FC và 10 khe cắm cho lince card.

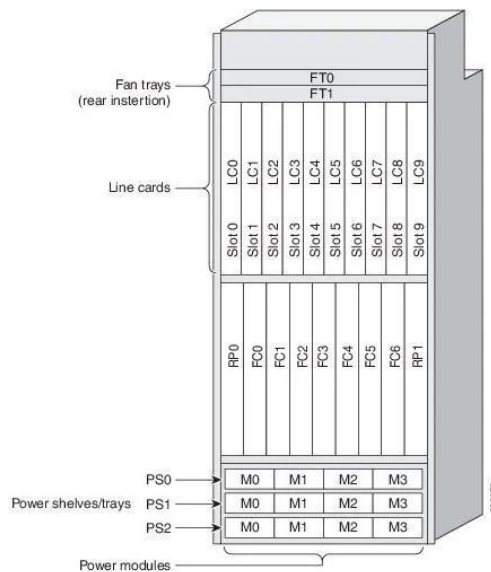
Cisco ASR 9912 cung cấp khả năng chuyển mạch lên tới 80Tbps trên mỗi slot, tối ưu hóa điện năng tiêu thụ và các yêu cầu làm mát, cung cấp một kiến trúc nguồn module, thiết kế hợp nhất với độ sẵn sàng cao.

Dưới đây là hình ảnh tổng quát của thiết bị ASR 9912:



Hình 2. 10 Cisco ASR 9912 Router Architecture

Hình vẽ bên dưới mô tả quy tắc đánh số slot ID cho thiết bị ASR 9912:



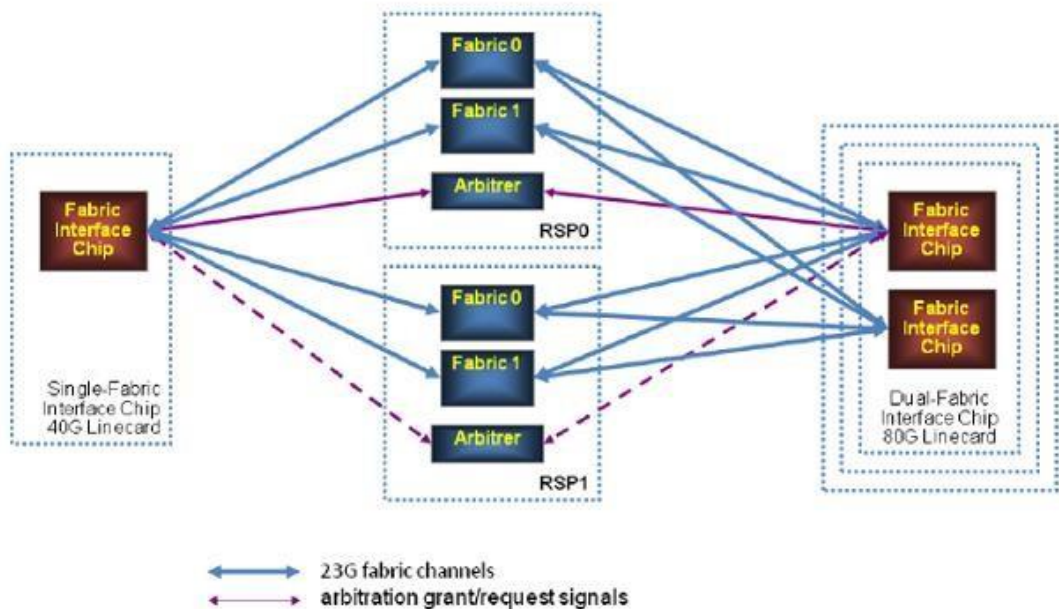
Hình 2. 11 Vị trí slot trên chassis ASR 9912

Kiến trúc Fabric

ASR 9000 hoạt động theo cơ chế Active/Active cho phép phân bổ lưu lượng qua cả 2 switch fabric, tận dụng ưu điểm về khả năng xử lý đồng thời của cả 2 switch fabric. Nếu một switch fabric bị lỗi, active switch fabric còn lại sẽ duy trì việc chuyển tiếp lưu lượng trong hệ thống, đặc biệt với sự hỗ trợ của Active/Active switch fabric cho phép hệ thống thực hiện “hot swap” (insert hoặc remove trong lúc đang vận hành) các fabric mà vẫn đảm bảo không bị rớt gói. Vì cả 2 switch

fabric đều hoạt động, do đó, khả năng dự phòng và chịu tải lưu lượng được nâng cao.

Hình vẽ dưới đây mô tả kiến trúc fabric cơ bản. Các linecard 80Gbps đều kết nối tới và sử dụng cả 2 fabric. Linecard 80Gbps sẽ bao gồm 2 Fabric ASICs.



Hình 2. 12 Kiến trúc Fabric trên thiết bị ASR 9010

2.5.3. Route Switch Processor (RSP)

Route Switch Processor (RSP) là thành phần switch fabric và điều khiển chính trong một chassis ASR 9010. Thông thường với mục đích dự phòng sẽ có 2 card RSP trên thiết bị, trong đó, chỉ 1 card RSP đóng vai trò là Active, card RSP còn lại đóng vai trò là Standby. Tất cả các thiết bị ASR 9010 được nâng cấp lần này đều được trang bị 2 card RSP.

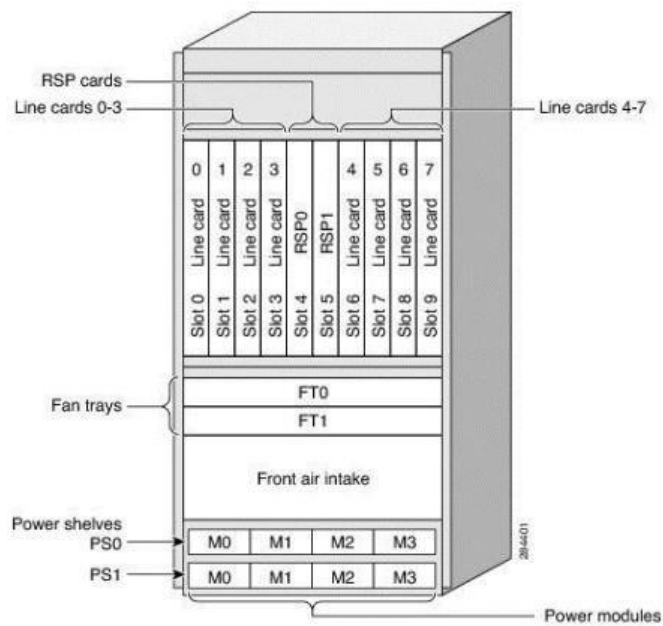


Hình 2. 13 Mô tả card điều khiển A9K-RSP880-TR cho ASR 9010

2.5.4. Power Supply Architecture

Hệ thống nguồn cung cấp điện cho các linecard và các fantray, và nó hoạt động theo kiến trúc phân tán cung cấp vào các bus trên backplane của hệ thống.

Các nguồn phân tán được chia thành các PEM, mỗi PEM chứa 4 power module để cung cấp khả năng dự phòng N+1. Mỗi power shelf cung cấp điện áp cho bus đầu ra trên backplane tới tất cả các linecard và fantray. Chế độ dự phòng N+1 được mô tả qua hình vẽ bên dưới:



Hình 2. 14 Sơ đồ phân phối nguồn trên ASR 9010

Trong kịch bản của mạng MANE, Cisco ASR 9000 series sẽ được cung cấp điện năng qua một nguồn điện DC. Hệ thống nguồn cung cấp điện cho các linecard và các fan tray, faric card và nó dựa trên một kiến trúc nguồn phân tán với hiệu điện thế -54 VDC cung cấp vào các bus trên backplane của hệ thống.

ASR 9010: Các nguồn phân tán được chia làm 2 shelf, mỗi shelf chứa 4 power module để cung cấp khả năng dự phòng N+1. Mỗi power shelf cung cấp hiệu điện thế cho bus đầu ra trên backplane -54V tới tất cả các linecard và fan trays.

2.5.5. Linecards

Trong phạm vi dự án này, các linecard sử dụng đều là loại có kiến trúc fix cứng số lượng các cổng



Hình 2. 15 Linecard cơ bản



Hình 2. 16 Cisco ASR 9000 4-port 100GE QSFP28 Model LC

- **A9K-400GE-LAN-FC:** Có 4 slot cắm Module 100GE. Hỗ trợ throughput tối đa là 400Gbps/linecard. Sử dụng cho các kết nối trong vòng Ring MAN-E.
- **A9K-8HG-FLEX-FC:** Có 8 slot cắm Module 100GE. Hỗ trợ throughput tối đa là 800Gbps/linecard. Sử dụng cho các kết nối trong vòng Ring MAN-E.
- **A9K-24X10GE-1G-FC:** Có 24 slot dual rate cắm Module 10GE/1GE. Hỗ trợ throughput tối đa là 200Gbps/linecard. Sử dụng cho các kết nối trong vòng Ring MAN-E.
- **A9K-48X10GE-1G-FC:** Có 48 slot dual rate cắm Module 10GE/1GE. Hỗ trợ throughput tối đa là 400Gbps/linecard. Sử dụng cho các kết nối trong vòng Ring MAN-E.
- **QSFP-100G-LR4-S:** hỗ trợ kết nối quang 100Gbps qua tiêu chuẩn single mode, khoảng cách truyền tải lên tới 10km. Chuẩn đầu vào là chuẩn connector LC.
- **QSFP-100G-ER4L-S:** hỗ trợ kết nối quang 100Gbps qua tiêu chuẩn single mode, khoảng cách truyền tải lên tới 40km. Chuẩn đầu vào là chuẩn connector LC.

- **QSFP-28-100G-LP-80:** hỗ trợ kết nối quang 100Gbps qua tiêu chuẩn Single mode, khoảng cách truyền tải là 80Km. Chuẩn đầu vào là chuẩn connector LC.

- **QSFP-28-100G-LP-10:** hỗ trợ kết nối quang 100Gbps qua tiêu chuẩn Single mode, khoảng cách truyền tải là 10Km. Chuẩn đầu vào là chuẩn connector LC.

2.5.6. Các thiết bị khuếch đại quang

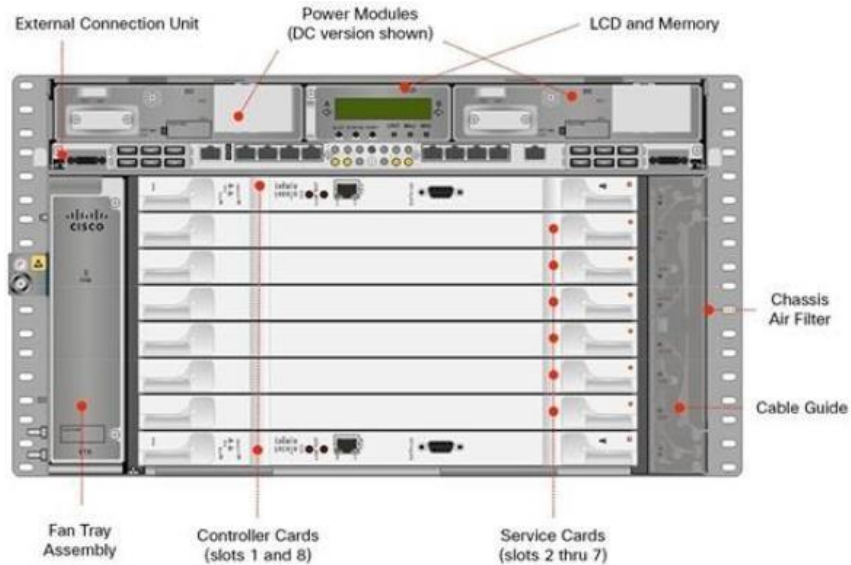
Thiết bị khuếch đại quang 10G/100G – NCS2006

Thiết bị khuếch đại quang 10G/100G cho các kết nối 80km, đó là Cisco NCS 2006. Chassis được thiết kế 6RU với 6 service slot, hỗ trợ các tính năng sau:

Hỗ trợ công nghệ nLight ROADM: Cho phép nhà cung cấp dịch vụ triển khai mạng lưới DWDM thông minh một cách đơn giản, có khả năng mở rộng với vận hành dễ dàng.

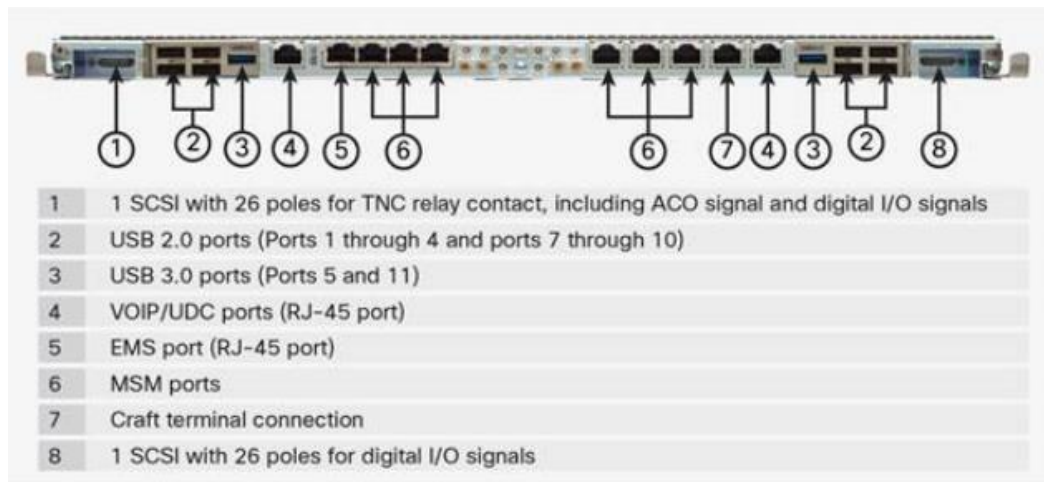
100G và hơn thế nữa: Công nghệ nLight Silicon hỗ trợ multirate DMDM line card của thiết bị NCS 2006, cung cấp đa dạng bit rate. Công nghệ DSP (Digital-Signal-Processing) với khả năng SD-FEC (Soft-Decision Forward Error Correction) cho phép các bước sóng 100Gbps để đạt được khoảng cách lên đến 4500km.

Tích hợp và tương thích trơn tru với các nền tảng: Cisco NCS 2006 tích hợp được với Cisco NCS 4000 tại các phần tử mạng, quản lý mạng và mức điều khiển control plane, tạo ra 1 hệ thống vận chuyển các gói tin quang thống nhất bao gồm DWDM + OTN và chuyển mạch gói. NCS2000 cũng cung cấp hỗ trợ đầy đủ các dòng card Cisco ONS 15454 MSTP.



Hình 2. 17 Tổng quan thiết bị Cisco NCS 2006

Cisco NCS 2006 ECU (External Connection Unit) là một module có thể thay thế, cung cấp giao diện cho việc quản lý các thành phần thiết bị, các thiết bị thụ động, đầu ra và đầu vào của bộ alarm bên ngoài.



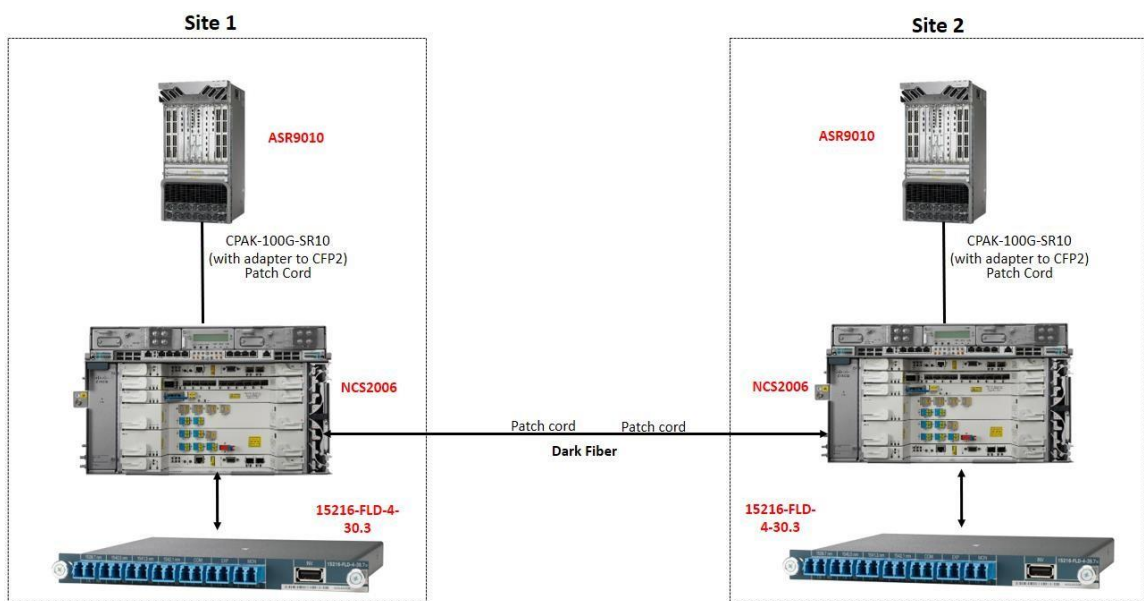
Hình 2. 18 Cisco NCS 2006 External Connection Unit

Cisco NCS 2006 được trang bị 100-Gbps DWDM Trunk Card với CPAK Client Interface, sử dụng bộ điều chế tiên tiến CP-DQPSK tối ưu việc truyền 100-Gbps.



Hình 2. 19 Cisco NCS 2000 100-Gbps Coherent DWDM Trunk Card

Dưới đây là mô hình chung cho việc triển khai thiết bị NCS 2006:



Hình 2. 20 Mô hình chung triển khai thiết bị NCS 2006

Thiết bị khuếch đại quang 10G/100G – A1006

Thiết bị khuếch đại quang 10G/100G cho các kết nối 80km, đó là Ascent A1616. Chassis được thiết kế 4RU, có thể khuếch đại cả cho kênh 10G và 100G.



Hình 2. 21 Tổng quan thiết bị khuếch đại Ascent A1616

NMU (Network Management Module) là một module của dòng A1600, cung cấp khả năng quản trị tất cả các dòng thiết bị A1600. NMU với bộ xử lý ARM tốc độ cao có khả năng xử lý dữ liệu mạnh mẽ, cung cấp giao diện quản lý NetRiver, Web, CLI.



Hình 2. 22 Network Management Module (NMU)

Module OTU là module đa giao diện interface, có thể chuyển đổi tín hiệu đầu vào thành CWDM tiêu chuẩn hoặc tín hiệu bước sóng DWDM, sẵn sàng cho DWDM Mux/ Demux thực hiện truyền đa kênh. Áp dụng cho SDH, SAN, SONET, ETHERNET, OTN, DCI.



Hình 2. 23 100G CFP OUT

EDFA (Optical Amplifier) được thiết kế để đi kèm với DCM cho cáp quang truyền tải tuyến dài. Các bộ phận cốt lõi của nó bao gồm laser PUMP, APC (Automatic Power Control), ATC (Automatic Temperature Control), tạo ra tín hiệu phát tốt hơn và ổn định. Sophisticated DFF (Gain Flat Filter) và tối hóa quang học và nhiễu.



Hình 2. 24 Optical Amplifier (EDFA)

2.6. Kết nối thiết bị trong mạng MAN-E

Lớp mạng MAN-E là lớp mạng thu gom triển khai theo phạm vi các VNPT tỉnh/thành phố. Lớp mạng MAN-E là lớp mạng trung gian giữa lớp mạng truy nhập và mạng truyền tải trực chính VN2, được phân chia thành các lớp lõi (MAN-E Core), lớp thu gom (MAN-E Access)

PE-AGG

PE-AGG là các thiết bị mạng Core của mạng MAN-E làm chức năng gom lưu lượng của các dịch vụ tại các nơi trong tỉnh thành về khu trung tâm, thường được trang bị ở khu trung tâm của tỉnh, được thiết kế mở rộng kết nối lên hạ

tầng VN2 để thiết lập các kết nối, truyền tải các lưu lượng liên tỉnh, lưu lượng dịch vụ di động, lưu lượng Internet. Các PE-AGG dự phòng bằng cách thiết lập Ring giữa các PE-AGG với nhau tạo thành Ring Core. Các PE-AGG của lớp Core kết nối với các ring Access và kết nối với mạng VN2, các nhà cung cấp dịch vụ của VNPT.

UPE

UPE là thiết bị router kết nối trực tiếp với lớp Access, thường được đặt tại các huyện, có chức năng gom lưu lượng của một huyện và đẩy về AGG, UPE kết cuối lưu lượng từ các OLT, DSLAM, L2Switch, UPE kết nối theo ring với nhau tạo thành lớp Ring Access, các ring Access kết nối với PE-AGG của lớp lõi. UPE kết nối với các thiết bị mạng truy nhập (di động/cố định, IP DSLAM, thiết bị truy nhập quang OLT, switch lớp 2).

Ngoài ra trong tỉnh/thành phố sẽ có tối thiểu 02 UPE đảm nhiệm chức năng RR: lưu trữ, trao đổi, cập nhật bảng định tuyến MP-BGP cho dịch vụ L3VPN trong mạng MAN-E.

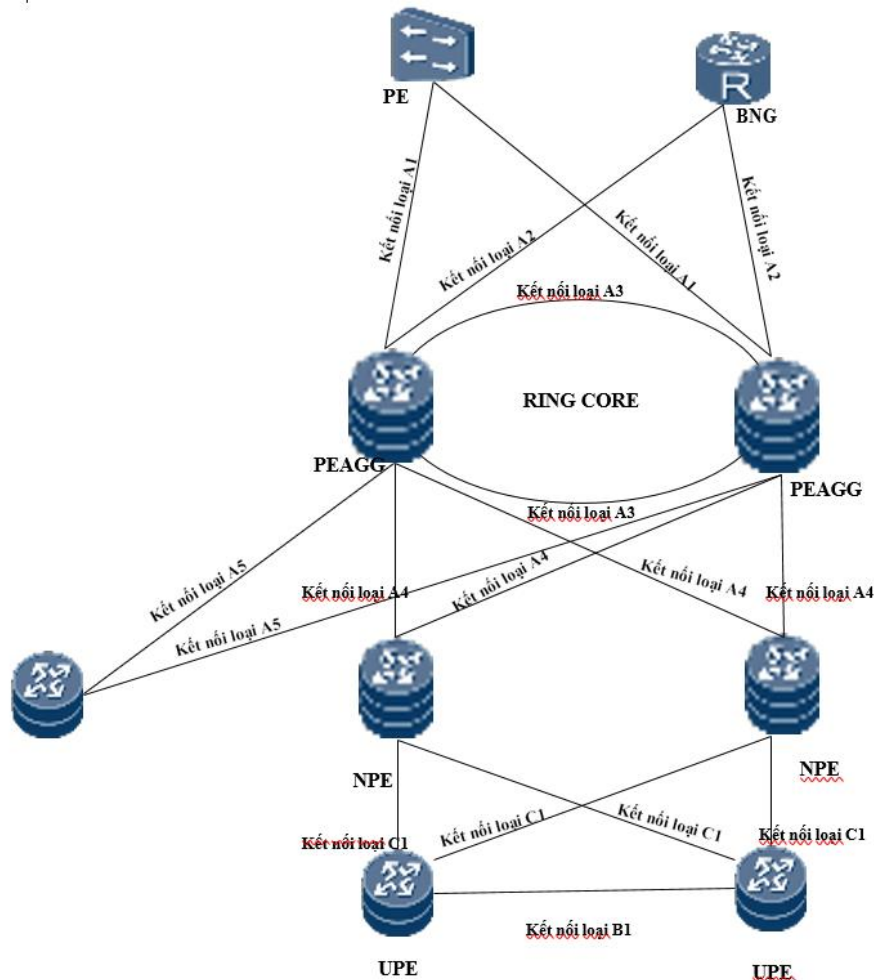
Các mô hình kết nối thiết bị

Loại A1 (PE-AGG – PE): Là các kết nối chuyển tiếp toàn bộ lưu lượng của toàn bộ dịch vụ cả huyện trong tỉnh/thành phố lên Gateway PE và ngược lại

Loại A2 (PE-AGG – BNG): Là kết nối uplink chuyển tiếp lưu lượng của toàn bộ dịch vụ Internet, băng rộng cố định của một huyện trong tỉnh/thành phố lên thiết bị BRAS đặt tại tỉnh kết cuối của dịch vụ Internet, băng rộng cố định và ngược lại

Loại A3 (PE-AGG – PE-AGG): Là các kết nối chuyển tiếp lưu lượng trong mạng Core, là kết nối dự phòng cho các lưu lượng kết nối UPE, VN2 và các nhà cung cấp dịch vụ của VNPT.

Loại A4 (PE-AGG – NPE): Là các kết nối chuyển tiếp lưu lượng từ NPE lên PE-AGG sau khi gom lưu lượng từ UPE, để chuyển lên PE-AGG, và ngược lại



Hình 2. 25 Mô hình tổng quan

Loại A5 (PE-AGG – UPE): Là các kết nối chuyên tiếp lưu lượng của một huyện trong tỉnh/ thành phố lên mạng Core và ngược lại.

Loại B1 (UPE – UPE): Là các kết nối chuyên tiếp cho các UPE có hạn chế về tuyến quang độc đạo, không kết nối trực tiếp được về PE-AGG được, mà kết nối thông qua một UPE khác để kết cuối về PE-AGG.

Loại C1 (NPE – UPE): Là các kết nối chuyên tiếp lưu lượng gom từ phân lớp mạng truy nhập (Access) lên phân lớp mạng thu gom (Aggregation) và ngược lại.

CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ MẠNG MAN-E

TẠI VIỄN THÔNG HẢI PHÒNG

3.1 Chỉ số băng thông các dịch vụ viễn thông

Băng thông các dịch vụ trên các thiết bị UPE:

Băng thông được tính dựa vào số lượng thuê bao trong bảng Dự báo thuê bao và chỉ số trong bảng Chỉ số.

Loại dịch vụ	Chỉ số băng thông			Các tham số sử dụng để tính chỉ số băng thông		
	Tên/ký hiệu	Giá trị	Đơn vị/cách tính	Tên/ký hiệu	Giá trị	Ý nghĩa
HSI	a	3	Mbps/thuê bao			Băng thông truy nhập trung bình của 1 thuê bao FTTH
VoD/MyTV	b	2.5	Mbps/thuê bao	dw1	4.5	Băng thông truy nhập /1 thuê bao FTTH
BTV/MyTV	c	1200	Mbps	Ch1	100	Tổng kênh BTV SD
				ew1	3.5	Băng thông/kênh SD (Mbps)
				Ch2	100	Tổng kênh BTV HD
				ew12	8.5	Băng thông/kênh HD (Mbps)
Thoại (VoIP)	d	0%	Tính trên tổng băng thông	d	0%	Tỷ lệ băng thông sử dụng cho dịch vụ thoại tính trên tổng băng thông cho tất cả các loại dịch vụ
VPN	e	5%	Tính trên tổng băng thông	e	5%	Tỷ lệ băng thông sử dụng cho dịch vụ VPN tính trên tổng băng thông cho tất cả các loại dịch vụ
NodeB 3G	f	10	Mbps/NodeB 3G của TTP loại 1	f	5	Băng thông cho 1 nodeB
eNB LTE	g	50	Mbps/eNB LTE	g	50	Băng thông cho 1 eNB
gNB 5G	h	300	Mbps/gNB 5G	h	100	Băng thông cho 1 gNB

Bảng 1 Chỉ số dữ liệu đầu vào

a) Dịch vụ High Speed Internet (HSI):

- Số lượng thuê bao Internet: **n^FTTH**.

→ Tổng băng thông Internet trên UPE:

$$A = a \cdot n^F TTH \text{ (Mbps)}$$

b) Dịch vụ VoD:

- Số lượng thuê bao MyTV OTT: **n^OTT**.

→ Tổng băng thông VoD OTT trên UPE:

$$B1 = b \cdot n^O TT \text{ (Mbps)}$$

- Số lượng thuê bao MyTV STB: **n^STB**.

→ Tổng băng thông VoD STB trên UPE:

$$B2 = b * n_{STB} \text{ (Mbps)}$$

Dịch vụ truyền hình quảng bá (multicast):

→ Tổng băng thông multicast trên UPE:

$$C = 1200 \text{ (Mbps)}$$

c) Dịch vụ VPN:

- Tổng băng thông dịch vụ VPN trên 1 UPE bằng 10% tổng băng thông các dịch vụ trên UPE đó

$$D = 5\% \text{ tổng băng thông tất cả các dịch vụ (Mbps)}$$

d) Dịch vụ truyền tải di động:

- Số lượng trạm NodeB trên thiết bị UPE đang tính toán: nNodeB.

- Số lượng trạm eNodeB trên thiết bị UPE đang tính toán: neNodeB.

→ Tổng băng thông cho dịch vụ truyền tải di động trên UPE:

$$E = g * n_{NodeB} + h * n_{eNodeB} \text{ (Mbps)}$$

3.2 Tổng hợp lưu lượng trên các thiết bị kết nối

a) Tổng băng thông trên UPE:

Tổng băng thông các dịch vụ trên 1 UPE:

$$CS = A + B + C + D + E$$

b) Tổng băng thông của ring Access:

$$R = (\sum_{i=1}^n CS_i - (n - 1) * C) * 100/80 \text{ (Mbps)}$$

Trong

đó: -

CS_i: dung lượng các UPE thuộc cùng 1 ring Access.

- n: số UPE trong ring Access.

- 100/80: hệ số dự phòng băng thông.

c) Tổng băng thông của ring Core:

→ Tổng băng thông ring Core:

$$RC = \frac{1}{2} * \left(\frac{\sum_{i=1}^n(Ai)}{a} + \frac{\sum_{i=1}^n(Bi)}{b} + \frac{\sum_{i=1}^n(Di)}{d} + \frac{\sum_{i=1}^n(Ei)}{e} + C \right) \text{ (Mbps)}$$

- n: Tổng số thiết bị UPE trên mạng MAN-E.
- a: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên BRAS/BNG.
- b: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên VoD Server.
- d: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên PE-VN2 cho dịch vụ VoIP.
- e: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên PE-VN2 cho dịch vụ VPN.
- f: Số thiết bị PE-AGG có kết nối cho dịch vụ Mobile Backhaul.

Tính băng thông kết nối liên mạng: Các PE-AGG sẽ là điểm kết cuối dịch vụ trong mạng MAN-E trước khi truyền tải liên mạng. Cần xác định PE-AGG nào sẽ kết cuối lưu lượng cho mỗi UPE.

d) Kết nối với PE:

Băng thông uplink bPE là tổng băng thông các dịch vụ kết cuối trên PE, được tính riêng rẽ cho mỗi PE-AGG.

$$bPE = \left(\frac{\sum_{i=1}^n(Di)}{d} + 0.5x \frac{\sum_{i=1}^n(Ei)}{e} + C \right) * 100/50 \text{ (Mbps)}$$

- **Di**: băng thông dịch vụ thoại trên các thiết bị truy nhập.
- **Ei**: băng thông dịch vụ VPN trên các thiết bị truy nhập.
- **C**: băng thông của lưu lượng Multicast.
- n: tổng số thiết bị UPE.
 - d: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên PE-VN2 cho dịch vụ VoIP.
 - e: Số thiết bị PE-AGG có kết nối lên PE-VN2 cho dịch vụ VPN.
- 100/50: hệ số dự phòng băng thông.

Kết nối với BRAS/BNG:

Băng thông uplink tới BRAS/BNG cho mỗi PE-AGG:

$$\mathbf{bBRAS} = 1/a * (\sum_{i=1}^n Ai + \sum_{i=1}^n B1i) * 100/50 \text{ (Mbps)}$$

- Ai: băng thông dịch vụ Internet trên các UPE.
- B1i: băng thông dịch vụ MyTV OTT trên các UPE.
- n: tổng số thiết bị UPE.
- a: số PE-AGG có kết nối đến BRAS.
- 100/50: hệ số dự phòng băng thông.

e) **Kết nối cho Mobile backhaul:**

$$\mathbf{bMobile} = 1/f * (\sum_{i=1}^n Fi) * 100/50 \text{ (Mbps)}$$

- Fi: băng thông truyền tải di động trên các UPE.
- n: tổng số thiết bị UPE.
- f: số PE-AGG có kết nối đến di động.
- 100/50: hệ số dự phòng băng thông.

f) **Kết nối VoD server:**

Băng thông uplink tới VoD server cho mỗi PE-AGG:

$$\mathbf{bVoD} = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^m B2i * 100/80 \text{ (Mbps)}$$

- B2i: băng thông dịch vụ VoD STB trên thiết bị UPE.
- b: số PE-AGG có kết nối đến VoD server.
- m: tổng số thiết bị truy nhập trên mạng MAN-E.
- 100/80: hệ số dự phòng băng thông.

g) **Tính số lượng cổng kết nối cho các thiết bị:**

Kết nối giữa thiết bị truy nhập với UPE:

Theo đề xuất của đơn vị dựa trên số lượng thiết bị access kết nối vào UPE.

Kết nối giữa các UPE trong ring Access:

Dựa trên băng thông Ring Access

$$\text{port10geUPEi} = 2 * \frac{Ri}{10000} \text{ (cổng)}$$

- Ri là băng thông Ring Access của UPEi.
- “2”: hệ số nhân 2 hướng ring Access.
- Kết quả sẽ được làm tròn.

Kết nối giữa các PE-AGG trong ring Core:

Tổng số cổng 10GE trên 1 PE-AGG để kết nối ring Core:

$$\text{port10geCORE} = 2 * \frac{RC}{10000} \text{ (cổng)}$$

- “2”: hệ số nhân 2 hướng ring Core.
- Kết quả sẽ được làm tròn.

h) Kết nối với BRAS/BNG:

Tổng số cổng 10GE trên mỗi PE-AGG kết nối đến BRAS/BNG:

$$\text{port10geBRAS} = \text{bBRAS}/10000 \text{ (cổng)}$$

- bBRAS: Tổng băng thông từ PE-AGG đó kết nối tới BRAS
- Kết quả tính toán sẽ được làm tròn.

i) Kết nối với PE:

Tổng số cổng 01GE/10GE trên mỗi PE-AGG kết nối đến PE:

$$\text{port10gePE} = \text{bPE}/10000 \text{ (cổng)}$$

- port10gePE: số lượng cổng 10GE cần kết nối đến PE.
- bPE: Tổng băng thông từ PE-AGG đó kết nối tới PE.

Kết quả tính toán sẽ được làm tròn.

j) Kết nối với VoD server:

Tổng số cổng 10 GE trên mỗi PE-AGG kết nối đến VoD server:

$$\text{port10geVOD} = \text{bVOD}/10000 \text{ (cổng)}$$

- port10geVoD: số lượng cổng 10GE cần kết nối đến VoD STB.
- bVOD: Tổng băng thông từ PE-AGG đó kết nối tới VoD STB
- Kết quả tính toán sẽ được làm tròn.

k) Kết nối với mobile router di động:

Tổng số cổng 10GE trên mỗi PE-AGG kết nối đến mobile router hoặc PE:

$$\text{port10geMOBILE} = \text{bMOBILE}/1000 \text{ (cổng)}$$

- port10geMOBILE: số lượng cổng 1GE cần kết nối đến mobile router hoặc PE để truyền tải lưu lượng di động.

- bMOBILE: Tổng băng thông truyền tải di động trên PE-AGG

Tối ưu số lượng cổng kết nối:

Thực hiện tối ưu số lượng cổng 01GE và 10GE để tiết kiệm chi phí, đảm bảo hiệu quả sử dụng.

Bảng tính toán

STT	Địa điểm	Loại thiết bị	Ring	FTTH	MyTV	3G	4G
1	ASR_HPG00LTY	PE-AGG	CORE 1				
2	ASR_HPG00SCH	PE-AGG	CORE 1				
3	ASR_HPG00KAN	PE-AGG	CORE 1				
4	ASR_HPG00LTY02	PE-AGG	CORE 2				
5	ASR_HPG00SCH02	PE-AGG	CORE 2				
6	ASR_HPG00TNN	PE-AGG	CORE 2				
7	ASR_HPG01ADG	UPE	Ring 1	9.396	6.706	20	16
8	ASR_HPG02VCO	UPE	Ring 2	12.975	9.664	44	43
9	ASR_HPG03ADG	UPE	Ring 3	6.681	5.716	25	23
10	ASR_HPG03DSN	UPE	Ring 3	5.850	4.994	23	21
11	ASR_HPG04SCH	UPE	Ring 4	2.993	1.753	23	22
12	ASR_HPG05CMI	UPE	Ring 5	9.378	6.512	17	16
13	ASR_HPG05TDT	UPE	Ring 5	6.795	5.038	25	23
14	ASR_HPG06ALO	UPE	Ring 6	13.206	13.140	31	30
15	ASR_HPG06MDC	UPE	Ring 6	5.379	5.100	10	9
16	ASR_HPG07TNN	UPE	Ring 7	8.555	6.072	52	50
17	ASR_HPG08AHI	UPE	Ring 8	15.652	11.101	37	36

STT	Địa điểm	Loại thiết bị	Ring	FTTH	MyTV	3G	4G
18	ASR_HPG09CGA	UPE	Ring 9	6.290	4.823	20	19
19	ASR_HPG09QTH	UPE	Ring 9	11.837	7.560	29	28
20	ASR_HPG10TLG	UPE	Ring 10	11.252	9.786	25	24
21	ASR_HPG10DQY	UPE	Ring 10	7.644	6.015	24	23
22	ASR_HPG11HDC	UPE	Ring 11	6.568	5.843	19	18
23	ASR_HPG11KTY	UPE	Ring 11	13.606	13.087	37	35
24	ASR_HPG12NLO	UPE	Ring 12	9.066	5.733	33	32
25	ASR_HPG12TLY	UPE	Ring 12	6.016	5.631	29	28
26	ASR_HPG13NAM	UPE	Ring 13	5.097	4.065	15	14
27	ASR_HPG13VBO	UPE	Ring 13	14.587	13.734	43	41
28	ASR_HPG14LTY02	UPE	Ring 14	5.931	4.053	6	5
29	ASR_HPG15KAN	UPE	Ring 15	7.478	6.121	27	26
30	ASR_HPG16CHO	UPE	Ring 16	9.769	6.943	37	36
31	ASR_HPG17QTU	UPE	Ring 17	9.470	7.901	18	17
32	HPG18LSS	UPE	Ring 18	5.424	4.026	25	24
33	ASR_HPG19VMY	UPE	Ring 19	11.672	7.966	69	67
34	ASR_HPG20LTY	UPE	Ring 20	5.543	3.568	60	59
35	HPG21TXA	UPE	Ring 21	4.507	3.374	19	18
36	ASR_HPG22QSI	UPE	Ring 22	7.255	5.469	39	37
37	HPG24CBA	UPE	Ring 24	3.504	2.017	38	33
38	ASR_HPG09CHI	UPE	Ring 24	3.072	2.001	13	12
39	HPG25THA	UPE	Ring 25	6.589	5.218	14	13
40	HPG26DVU	UPE	Ring 26	4.963	3.270	17	15
	Tổng			274.000	214.000	963	913

Bảng 2 Dự báo thuê bao

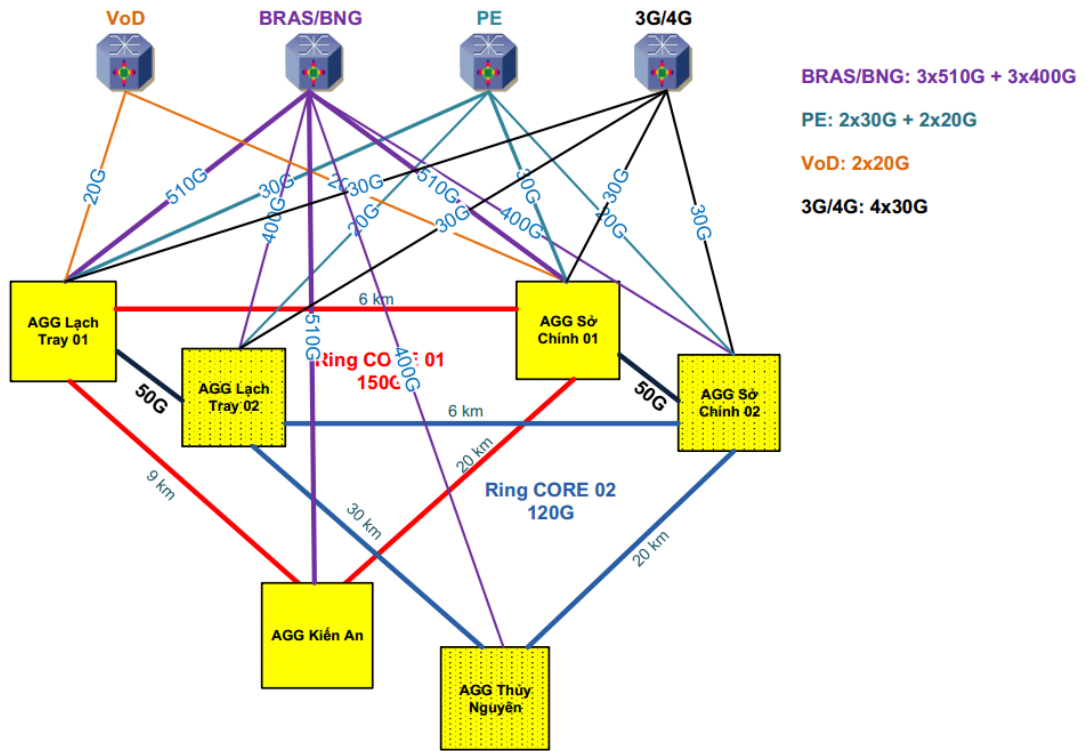
STT	Địa điểm	Loại thiết bị	Ring	Băng thông (Mbps)	Ghi chú
1	ASR_HPG00LTY	PE-AGG	CORE 1	145.102	
2	ASR_HPG00SCH	PE-AGG	CORE 1	145.102	
3	ASR_HPG00KAN	PE-AGG	CORE 1	145.102	
4	ASR_HPG00LTY02	PE-AGG	CORE 2	115.210	
5	ASR_HPG00SCH02	PE-AGG	CORE 2	115.210	
6	ASR_HPG00TNN	PE-AGG	CORE 2	115.210	
7	ASR_HPG01ADG	UPE	Ring 1	62.043	
8	ASR_HPG02VCO	UPE	Ring 2	87.993	

STT	Địa điểm	Loại thiết bị	Ring	Băng thông (Mbps)	Ghi chú
9	ASR_HPG03ADG	UPE	Ring 3	89.879	
10	ASR_HPG03DSN	UPE	Ring 3		
11	ASR_HPG04SCH	UPE	Ring 4	20.911	
12	ASR_HPG05CMI	UPE	Ring 5	106.611	
13	ASR_HPG05TDT	UPE	Ring 5		
14	ASR_HPG06ALO	UPE	Ring 6	138.125	
15	ASR_HPG06MDC	UPE	Ring 6		
16	ASR_HPG07TNN	UPE	Ring 7	59.296	
17	ASR_HPG08AHI	UPE	Ring 8	102.736	
18	ASR_HPG09CGA	UPE	Ring 9	117.683	
19	ASR_HPG09QTH	UPE	Ring 9		
20	ASR_HPG10TLG	UPE	Ring 10	131.962	
21	ASR_HPG10DQY	UPE	Ring 10		
22	ASR_HPG11HDC	UPE	Ring 11	147.787	
23	ASR_HPG11KTY	UPE	Ring 11		
24	ASR_HPG12NLO	UPE	Ring 12	103.338	
25	ASR_HPG12TLY	UPE	Ring 12		
26	ASR_HPG13NAM	UPE	Ring 13	142.289	
27	ASR_HPG13VBO	UPE	Ring 13		
28	ASR_HPG14LTY02	UPE	Ring 14	38.732	
29	ASR_HPG15KAN	UPE	Ring 15	53.299	
30	ASR_HPG16CHO	UPE	Ring 16	65.836	
31	ASR_HPG17QTU	UPE	Ring 17	66.307	
32	HPG18LSS	UPE	Ring 18	38.141	
33	ASR_HPG19VMY	UPE	Ring 19	79.172	
34	ASR_HPG20LTY	UPE	Ring 20	39.867	
35	HPG21TXA	UPE	Ring 21	31.903	
36	ASR_HPG22QSI	UPE	Ring 22	51.155	
37	HPG24CBA	UPE	Ring 24	44.466	
38	ASR_HPG09CHI	UPE	Ring 24		
39	HPG25THA	UPE	Ring 25	45.792	
40	HPG26DVU	UPE	Ring 26	33.137	
41	Cổng kết nối BRAS/BNG	BRAS/BNG		2.714.016	
42	Cổng kết nối PE	PE		86.092	
43	Cổng kết nối VoD server	MyTV		51.960	
44	Cổng kết nối di động 3G và 4G	VNP		110.560	

Bảng 3 Bảng tính toán dung lượng các thiết bị, Ring theo dịch vụ

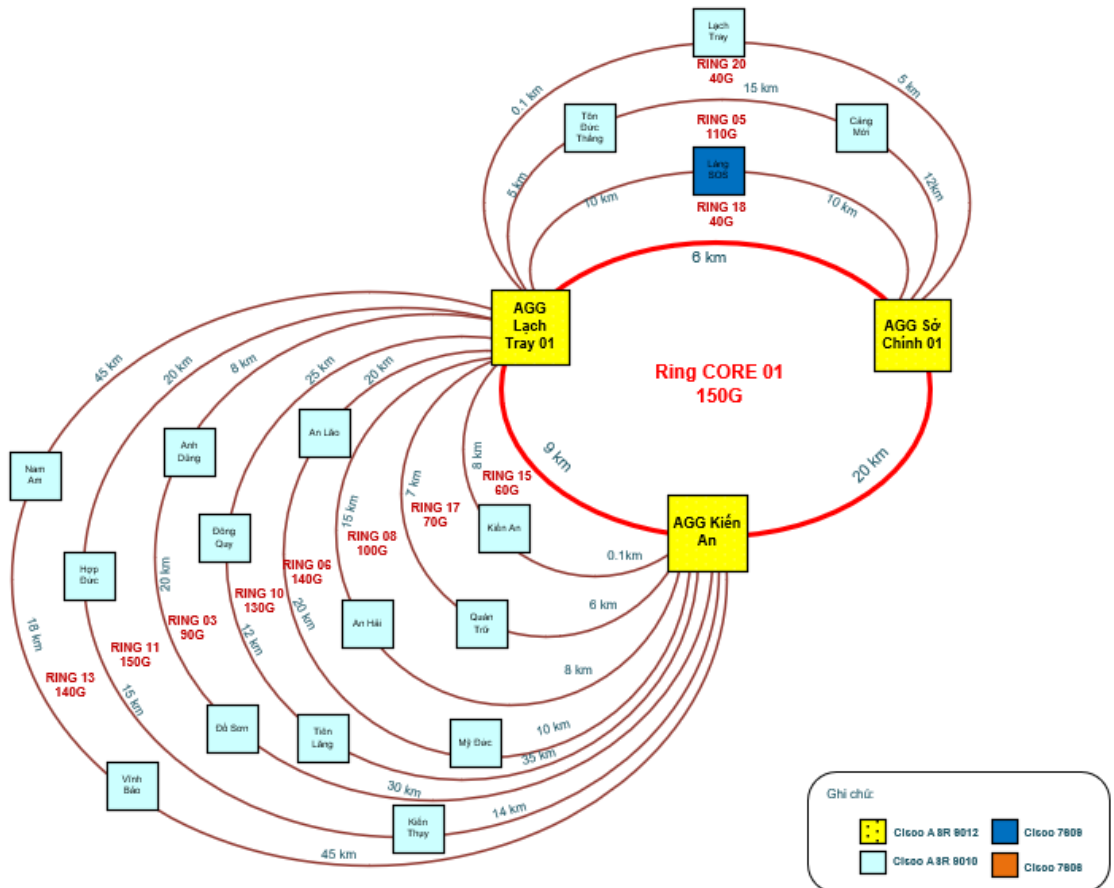
3.3 Thiết kế mạng

3.3.1. Cấu trúc phân lớp Core



Hình 3. 1 Cấu trúc mạng MAN-E phân lớp Core A2 và A3

3.3.2. Cấu trúc phân lớp UPE



Hình 3. 2 Cấu trúc mạng MAN-E lớp UPE

Với tính toán và xây dựng mạng, cấu trúc mạng MAN-E VNPT Hải Phòng đến cuối năm 2023 bao gồm:

Ring Core: 06 PE-AGG, kết nối thành 02 mặt phẳng Core:

- Băng thông mặt phẳng Core 1: 150 Gbps.
- Băng thông mặt phẳng Core 2: 120 Gbps.

Ring Access: 34 UPE, kết nối trên 25 ring Access:

- Băng thông ring 1: 60 Gbps.
- Băng thông ring 2: 90 Gbps.
- Băng thông ring 3: 90 Gbps.
- Băng thông ring 4: 20 Gbps.
- Băng thông ring 5: 110 Gbps.
- Băng thông ring 6: 140 Gbps.
- Băng thông ring 7: 60 Gbps.
- Băng thông ring 8: 100 Gbps.
- Băng thông ring 9: 120 Gbps.
- Băng thông ring 10: 130 Gbps.
- Băng thông ring 11: 150 Gbps.
- Băng thông ring 12: 110 Gbps.
- Băng thông ring 13: 140 Gbps.
- Băng thông ring 14: 40 Gbps.
- Băng thông ring 15: 60 Gbps.
- Băng thông ring 16: 70 Gbps.
- Băng thông ring 17: 70 Gbps.
- Băng thông ring 18: 40 Gbps.
- Băng thông ring 19: 80 Gbps.
- Băng thông ring 20: 40 Gbps.
- Băng thông ring 21: 30 Gbps.
- Băng thông ring 22: 50 Gbps.
- Băng thông ring 23: 50 Gbps.

- Băng thông ring 24: 50 Gbps.
- Băng thông ring 25: 40 Gbps.
- Băng thông dịch vụ Internet kết nối lên BRAS/BNG: 2.730 Gbps
- Băng thông kết nối PE: 100 Gbps
- Băng thông dịch vụ MyTV (kết nối lên VoD Server): 40 Gbps
- Băng thông kết nối dịch vụ di động 3G và 4G: 80 Gbps

CHƯƠNG 4: CÁC DỊCH VỤ CUNG CẤP TRÊN MẠNG MAN-E

4.1 Dịch vụ HSI

Dịch vụ HSI (High Speed Internet) cung cấp khả năng truy nhập internet tốc độ cao dựa trên nền công nghệ truy nhập xDSL và công nghệ GPON. Mạng MAN-E đóng vai trò truyền tải lưu lượng được phân biệt bởi các dịch vụ băng rộng.



Hình 4. 1 Mô hình HSI

Cấu hình tại CE (OLT).

// Uplink

```
Configure vlan id 1001 mode residential-bridge in-qos-prof-name name:
Default_TCO
```

```
configure vlan id 1001 circuit-id-pppoe physical-id configure vlan id 1001
pppoe-relay-tag configurable configure service vpls 1001 customer 1 v-vpls vlan
1001 configure service vpls 1001 no shutdown
```

```
configure service vpls 1001 sap lag-1:1001 configure service vpls 1001 sap
lt:1/1/1:1001
```

//Downlink

```
configure qos interface 1/1/1/6/22/1/1 upstream-queue 0 bandwidth-profile
name:100M
```

```
configure qos interface 1/1/1/6/22/1/1 queue 0 shaper-profile name:100M
configure bridge port 1/1/1/6/22/1/1
```

```
configure bridge port 1/1/1/6/22/1/1 max-unicast-mac 10
```

```
configure bridge port 1/1/1/6/22/1/1 vlan-id 32 tag single-tagged network-
vlan 1001 vlan-scope local
```

Cấu hình tại U-PE (Router cisco 7609)

```
interface GigabitEthernet 3/0/4
```

```
description HSI for DSLAM1 mtu 9000
```

*no ip address speed nonnegotiate spanning-tree portfast trunk spanning-tree
bpdufilter enable*

*service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 1001 xconnect <IP_PE-
Agg> 1001 encapsulation mpls*

Cấu hình tại PE-Agg (Router ARS 9000) *interface TenGigabitEthernet
0/1/0/1.1001 l2transport*

description HIS for DSLAM1

*mtu 9000 encapsulation dot1q 1001 l2vpn xconnect group HIS_for_DSLAM1
p2p PE-AGG_U-PE_HSI*

*interface TenGigabitEthernet 0/1/0/1.1001 neighbor <IP_U-PE> pw-id 1001
commit*

VLAN MetroNet Eline/Elan/Etree/L3 VPN

4.2 Dịch vụ Business

Cung cấp trên mạng MAN-E các tỉnh/thành phố bao gồm các dịch vụ truyền tải Layer 2 nội tỉnh E-LINE, E-LAN (hay còn gọi là MetroNet). Đối với mỗi loại dịch vụ, có kiểu ghép dịch vụ hoặc không ghép dịch vụ (multiplexed services hoặc nonmultiplex services), Multiplex Services bao gồm:

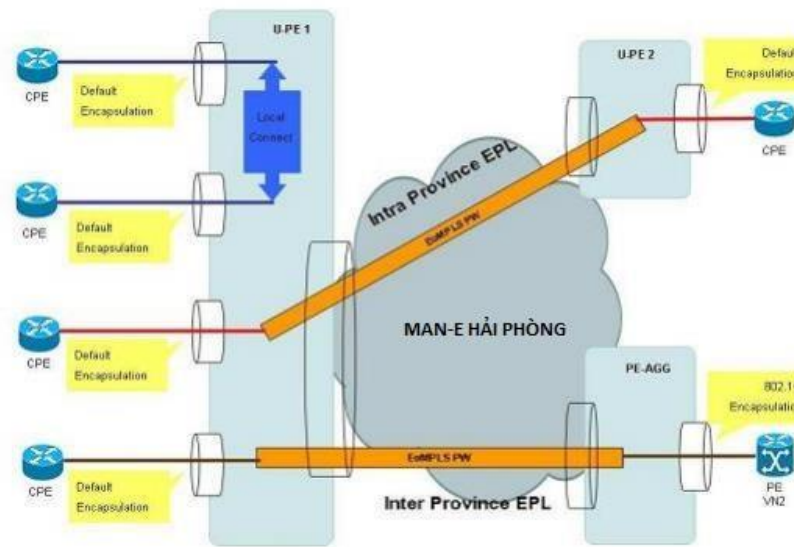
EVPL – Dịch vụ point-to-point multiplexed service

EVPLAN – Dịch vụ multipoint multiplexed service Nonmultiplex Services bao gồm:

EPL – Dịch vụ point-to-point transparent service sử dụng 802.1Q tunneling

EPLAN – Dịch vụ multipoint multiplexed service sử dụng 802.1Q tunneling

Dịch vụ Ethernet Private Line Service (EPL) cung cấp cho khách hàng một kết nối điểm - điểm lớp 2 (L2 Point to Point) giữa 2 site của khách hàng. Tất cả các frame dữ liệu của khách hàng được truyền dẫn trong suốt qua mạng của nhà cung cấp dịch vụ trên EoMPLS PW tạo giữa 2 U-PE Router kết nối đến 2 Site khách hàng. Thiết bị CPE của khách hàng có thể sử dụng Switch L2, Router hoặc Switch L3.



Hình 4. 2 Mô hình dịch vụ EPL

Cấu hình trên UPE

!Local U-PE1 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/4 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation default
xconnect <U-PE2> 100 encapsulation mpls
```

!Remote U-PE2 Node

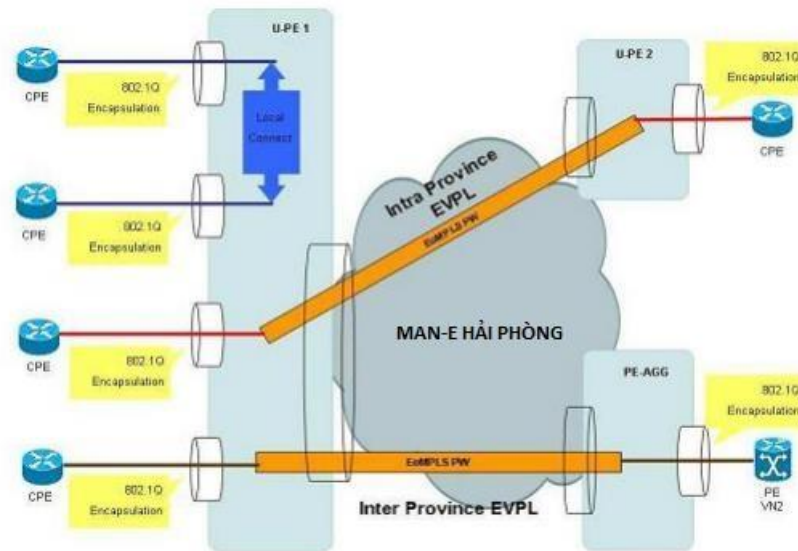
```
interface GigabitEthernet 3/0/10
mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation default
xconnect <U-PE1> 100 encapsulation mpls
```

Cấu hình trên CE

```
interface FastEthernet 0/24 // Uplink switch port mode trunk
switch trunk add vlan 100 no shut
interface FastEthernet 0/1 // downlink switch mode access
switch access vlan 100 no shut
```

Dịch vụ Ethernet Virtual Private Line Service (EVPL) cung cấp cho khách hàng kết nối điểm – đa điểm lớp 2 (L2 Point to MultiPoint) giữa các site của khách

hàng tương tự như mô hình Hub and Spoke trong Frame Relay. Lưu lượng từ các C-VLAN của khách hàng được ánh xạ vào các EVC riêng biệt với Service Instance tương ứng. Thiết bị CPE của khách hàng khuyến nghị sử dụng Router hoặc Switch L3.



Hình 4. 3 Mô hình dịch vụ EVPL

Cấu hình trên UPE

!Local U-PE1 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/4 mtu 9000
```

```
no ip address speed nonnegotiate
```

```
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
```

```
xconnect <U-PE2> 100 encapsulation mpls
```

```
service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
```

```
xconnect <U-PE3> 200 encapsulation mpls
```

!Remote U-PE2 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
```

```
no ip address speed nonnegotiate
```

```
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
```

```
xconnect <U-PE1> 100 encapsulation mpls
```

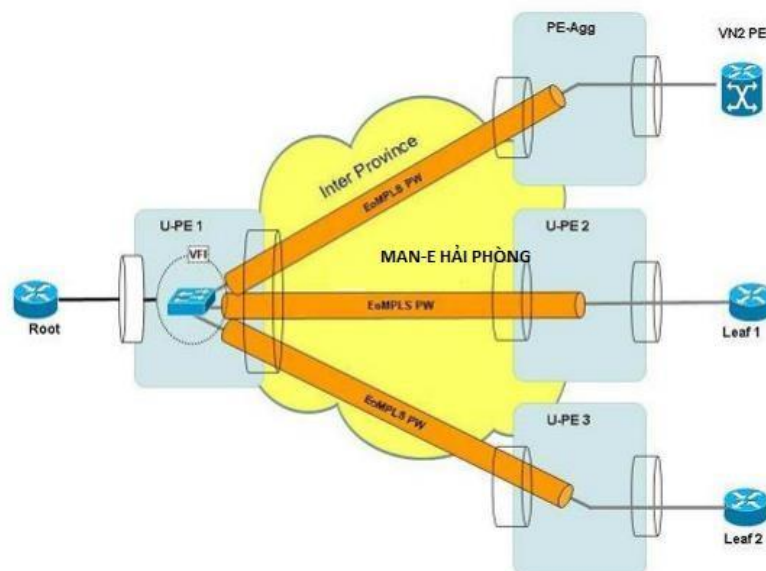
!Remote U-PE3 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
xconnect <U-PE1> 200 encapsulation mpls
```

Cấu hình trên CE

```
interface FastEthernet 0/24 // Uplink switch port mode trunk
switch trunk add vlan 100 no shut
interface FastEthernet 0/1 // downlink switch mode access
switch access vlan 100
```

Dịch vụ E-TREE là một biến thể của mô hình điểm – đa điểm, trong đó site trung tâm có thể thông kết nối tới các site chi nhánh nhưng các site chi nhánh chỉ có thể kết nối tới site trung tâm. Để thực hiện chức năng này, trên U-PE phải hỗ trợ tính năng chặn thông lưu lượng giữa các Pseudowire trong mô hình cross connect hoặc chặn thông các EFP trong mô hình local connect.



Hình 4. 4 Mô hình dịch vụ ETREE.

Cấu hình trên U-PE

!Local U-PE1 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/4 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
```



```

service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
l2 vfi etree manual vpn id 100
neighbor <U-PE2> encapsulation mpls neighbor <U-PE3> encapsulation
mpls
interface vlan100 no ip address mtu 9000 xconnect vfi etree
!Remote U-PE2 Node
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
xconnect <U-PE1> 100 encapsulation mpls
!Remote U-PE3 Node
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
xconnect <U-PE1> 100 encapsulation mpls

```

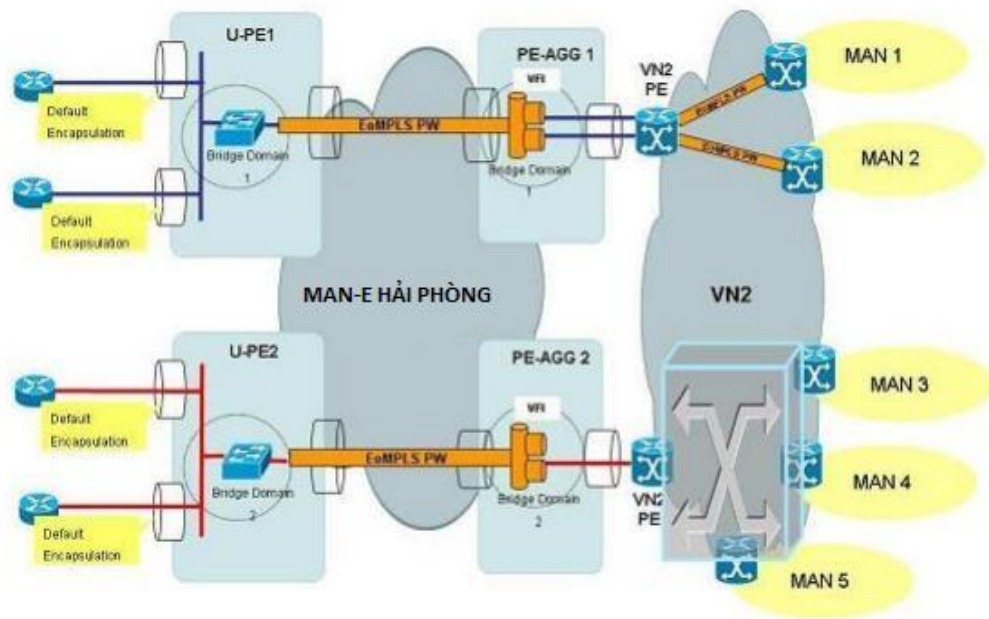
Cấu hình trên CE

```

interface FastEthernet 0/24 // Uplink switch port mode trunk
switch trunk add vlan 100 no shut
interface FastEthernet 0/1 // downlink switch mode access
switch access vlan 100

```

Dịch vụ Ethernet Private LAN (EPLAN) cung cấp cho khách hàng một kết nối đa điểm lớp 2 giữa các site của khách hàng. Mỗi khách hàng được tạo một VFI (Virtual Forwarding Instance) tương đương với full mesh EoMPLS. VFI thực hiện chức năng như 78 Thiết kế hòa mạng ASR 9000 một switch, MAC learning, flooding, forwarding dựa vào địa chỉ MAC. Thiết bị CPE khách hàng khuyến nghị sử dụng Router hoặc Switch L3.



Hình 4. 5 Mô hình dịch vụ EPLAN.

Cấu hình trên UPE

\\\\\\\\Local U-PE1 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/4 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
bridge-domain 200
interface vlan100 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 100 encapsulation mpls
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 200 encapsulation mpls
```

\\\\\\\\Remote U-PE2 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
```

```

service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
bridge-domain 200
interface vlan100 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 100 encapsulation mpls
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 200 encapsulation mpls
||||| PE-AGG Node
l2 vfi eplan1 manual
neighbor <U-PE1> 100 encapsulation mpls no-split-horizon neighbor <U-
PE2> 100 encapsulation mpls no-split-horizon
l2 vfi eplan2 manual
neighbor <U-PE1> 200 encapsulation mpls no-split-horizon neighbor <U-
PE2> 200 encapsulation mpls no-split-horizon
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
interface vlan100 no ip address mtu 9000
xconnect vfi eplan1

```

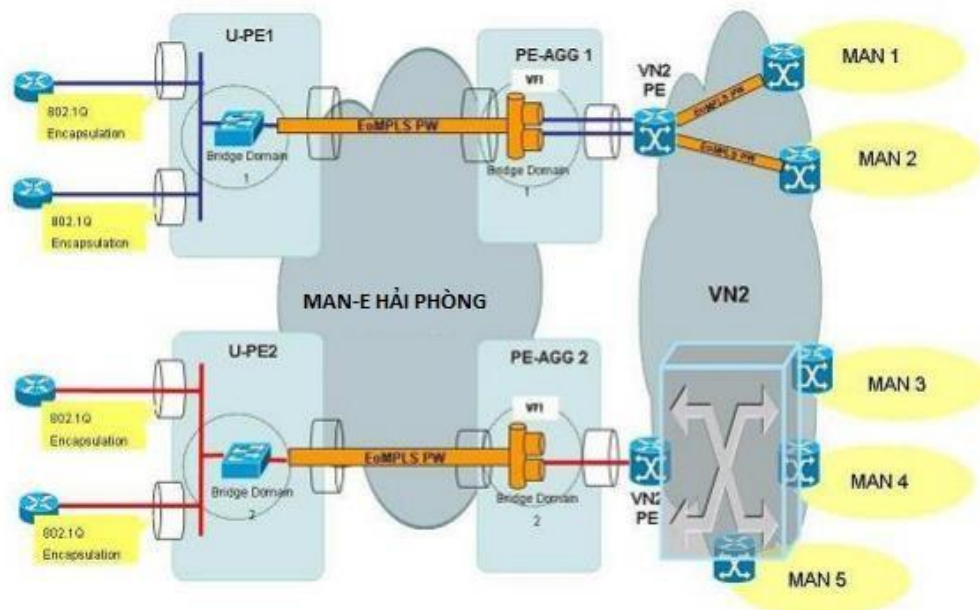
Cấu hình trên CE

```

interface FastEthernet 0/24 // Uplink switch port mode trunk
switch trunk add vlan 100 no shut
interface FastEthernet 0/1 // downlink switch mode access
switch access vlan 100

```

Dịch vụ Ethernet Virtual Private LAN (EPVLAN) cung cấp cho khách hàng một kết nối đa điểm lớp 2 giữa các site của khách hàng theo VLAN. Mỗi một VLAN được coi như một VFI và hiện chức năng như một switch, MAC learning, flooding, forwarding dựa vào địa chỉ MAC. Thiết bị CPE khách hàng khuyến nghị sử dụng Router hoặc Switch L3.



Hình 4. 6 Mô Hình dịch vụ EVPLAN.

Cấu hình trên UPE, PE-Agg

!Local U-PE1 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/4 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
bridge-domain 200
interface vlan100 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 100 encapsulation mpls
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 200 encapsulation mpls
```

!Remote U-PE2 Node

```
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
```

```

service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
bridge-domain 200
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 200 encapsulation mpls
interface vlan100 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 100 encapsulation mpls
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect <PE-AGG> 200 encapsulation mpls
!PE-AGG Node
l2 vfi eplan manual
neighbor <U-PE1> 100 encapsulation mpls no-split-horizon neighbor <U-
PE2> 100 encapsulation mpls no-split-horizon
l2 vfi eplan2 manual
neighbor <U-PE1> 200 encapsulation mpls no-split-horizon neighbor <U-
PE2> 200 encapsulation mpls no-split-horizon
interface GigabitEthernet 3/0/10 mtu 9000
no ip address speed nonnegotiate
service instance 100 ethernet encapsulation dot1q 100
bridge-domain 100
service instance 200 ethernet encapsulation dot1q 200
bridge-domain 200
interface vlan100 no ip address
mtu 9000 xconnect vfi eplan
interface vlan200 no ip address mtu 9000
xconnect vfi eplan2

```

Cấu hình trên CE

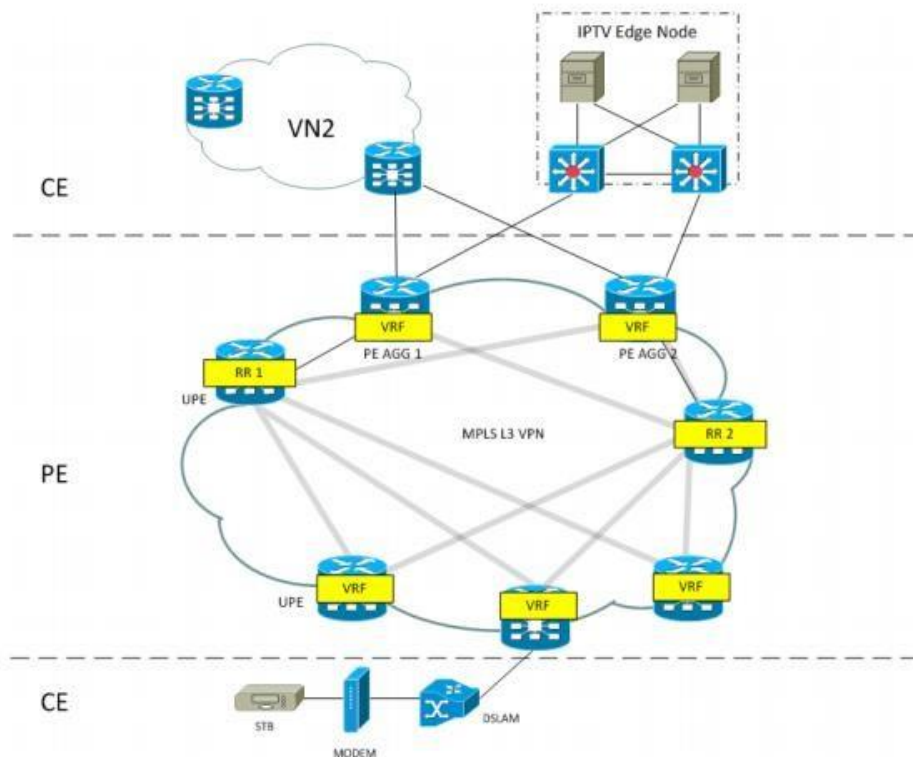
```

interface FastEthernet 0/24 // Uplink switch port mode trunk
switch trunk add vlan 100,200 no shut
interface FastEthernet 0/1 // downlink switch mode access
switch access vlan 100

```

4.3 Dịch vụ L3VPN

Dịch vụ Unicast VoD được cung cấp qua hạ tầng MAN-E thông qua cấu hình MPLS L3 VPN. STB và VoD Server đóng vai trò 2 site của khách hàng tham gia VPN này. MANE PE-Agg Router và U-PE Router đóng vai trò PE kết nối đến CE khách hàng.



Hình 4. 7 Mô hình dịch vụ VoD.

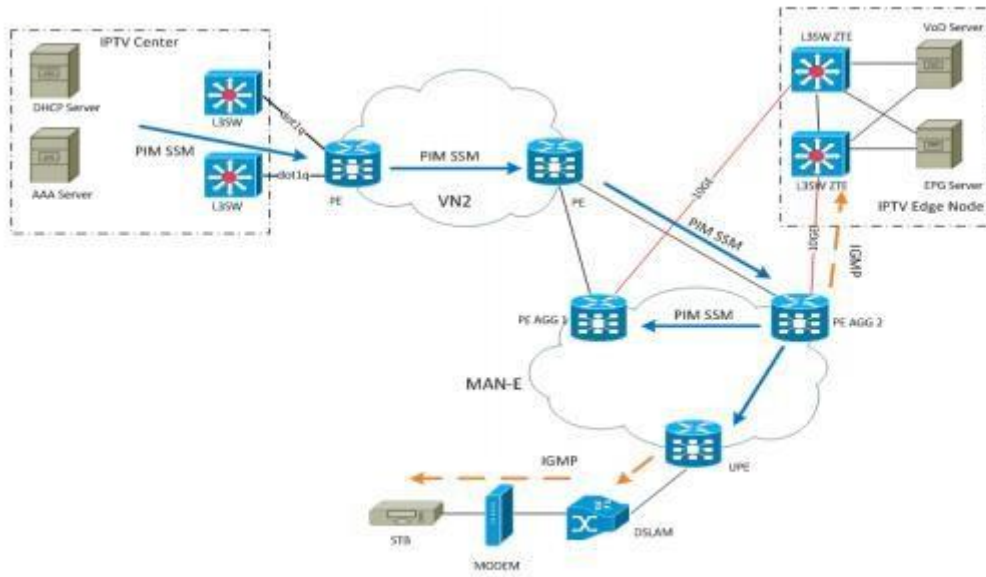
MPLS L3 VPN là mô hình VPN Peer-to-Peer, ISP tham gia định tuyến cho khách hàng, khách hàng kết nối trực tiếp đến router của ISP và trao đổi thông tin định tuyến (static routing, dynamic routing). Để phân tách khách hàng, VRF (Virtual Routing and Forwarding) được sử dụng như một router ảo dành riêng, mỗi khách hàng sẽ được kết nối đến một VRF riêng biệt (mô hình Dedicated-Router Peer-to-Peer).

4.4 Dịch vụ IPTV

Dịch vụ BTV Multicast được triển khai sử dụng PIM- SSM trong mạng truyền tải, yêu cầu các MAN-E Router và PE-VN2 Router phải hỗ trợ PIM SSM. Giữa MAN PE-Agg Router và PE-VN2 sử dụng giao thức định tuyến động (IS-IS),

trên MAN-E thực hiện redistribute vào IGP hiện tại và redistribute thông tin của các PE -Agg Router (địa chỉ Loopback 0) cho PE-VN2 để các router xây dựng multicast tree đến BTV Server. Dịch vụ IPTV được cung cấp qua hạ tầng mạng MAN-E các tỉnh/thành phố hoạt động như sau:

Set Top Box (STB) nhận IP từ DHCP Server qua Acc Router (Acc Router làm nhiệm vụ DHCP Relay)



Hình 4. 8 Mô hình dịch vụ IPTV.

Sau khi được cấp IP từ DHCP Server, STB sẽ được cấu hình tự động thông qua kết nối Unicast đến EPG Server (Electronic Program Guide)

Sau khi STB được cấu hình, người dùng có thể lựa chọn kênh truyền hình hoặc các ứng dụng, chương trình giải trí... trên STB.

4.5 Dịch vụ IMS/VoIP.

Dịch vụ điện thoại cố định IMS (IP Multimedia Subsystem) là dịch vụ điện thoại trên nền mạng cáp quang băng rộng NGN. Dịch vụ điện thoại cố định IMS được cung cấp đồng thời với dịch vụ Internet và MyTV trên đường cáp quang FiberVNN.

KẾT LUẬN

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 dịch vụ IPTV 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 truyền số liệu tốc độ cao thật sự là vấn đề cấp thiết của các nhà cung cấp dịch vụ. Mạng MAN-E đã và đang được triển khai với quy mô trên toàn quốc sẽ đáp ứng được nhu cầu hiện tại và đủ dự phòng trong tương lai.

Luận văn đã trình bày được các khái niệm về mạng MAN-E, ứng dụng kiến trúc Cisco IP NGN vào thiết kế mạng Metro Ethernet Viễn thông Hải Phòng cũng như các dịch vụ được cung cấp thông qua hệ thống mạng này. Mạng MAN-E là phân khúc nằm giữa lớp Core và lớp Access, có chức năng tập trung lưu lượng và thực hiện các chức năng đảm bảo yêu cầu về chất lượng dịch vụ cho khách hàng.

Luận văn “Xây dựng mạng Metro Ethernet VNPT Hải Phòng trên nền tảng mô hình Cisco IP NGN” cũng đã trình bày được mô hình triển khai mạng MAN-E tại Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam VNPT, một nhà cung cấp dịch vụ có thị phần lớn nhất tại Việt Nam, nhằm đánh giá vai trò của mạng MAN-E trong mô hình cung cấp dịch vụ của VNPT. Luận văn cung cấp những kiến thức cơ bản nhất của mạng MAN-E cũng như mô hình triển khai thực tế. Từ đó tiến hành định cỡ, tính toán lên phương án triển khai mạng MAN-E tại VNPT Hải Phòng trong gian đoạn 2023-2025 nhằm đáp ứng cho nhu cầu băng thông ngày càng lớn, chất lượng dịch vụ không ngừng được nâng cao của mạng lưới viễn thông.

Với sự hiểu biết còn hạn chế, 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] Nguyễn Huy Thành, "Nghiên cứu lựa chọn công nghệ và giải pháp xây dựng mạng MAN trên cáp quang, luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Học viện công nghệ bưu chính viễn thông", xuất bản năm 2006.
- [2] ThS. Nguyễn Quý Minh Hiền, ThS. Đỗ Kim Bằng, "Mạng viễn thông thế hệ sau", xuất bản năm 2002.
- [3] PGS.TS Nguyễn Tiến Ban, Mạng viễn thông thế hệ mới, Học viện công nghệ Bưu chính viễn thông, xuất bản năm 2014.
- [4] VNPT MAN-E High Level Design, VNPT 2022.
- [5] Nhà xuất bản Bưu Điện, "Công nghệ IP trên WDM", xuất bản năm 2005 [3] MEF forum, "Metro Ethernet Services – A technical overview", Inc, 2003. [6] MEF forum, "MEF 10.2 - Ethernet Services Attributes Phase 2", Inc, 2009.
- [6] Metro Ethernet Forum, "MEF 4 — Metro Ethernet Network Architecture Framework, Part 1: Generic Framework", Inc, 2004.
- [7] Metro Ethernet Forum, "MEF-12 Metro Ethernet Network Architecture Framework Part 2: Ethernet Services Layer", Inc, 2008.
- [8] G. Keiser, "Optical Fiber Communications", Inc, 2000.
- [9] Peter Tomsu and Christian Schmutzer, "Next Generation Optical Networks", Inc, 2002.
- [9] Gerard Lachs, "Fiber Optic Communications - Systems, Analysis and Networks", Inc, 1998.
- [10] Silvello Betti, Giancarlo De Marchis, Eugenio Iannoe, "Coherent Optical Communications Systems, Inc, 1999

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: “**Xây dựng mạng Metro Ethernet VNPT Hải Phòng trên nền tảng mô hình Cisco IP NGN**” 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 04 năm 2023

Sinh viên thực hiện

Vũ Hải Đăng