

VÕ ANH TUẤN

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

ĐỀ TÀI:

*Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng
viễn thông tỉnh Nghệ An*

MỤC LỤC

	Trang
THUẬT NGỮ VIẾT TẮT	i
DANH MỤC BIỂU BẢNG	v
DANH MỤC HÌNH VẼ	v
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1.....	3
XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT TRUYỀN TẢI IP TRÊN QUANG ...	3
1.1 IP trên quang - Hạ tầng cơ sở của mạng truyền thông hiện đại.....	4
1.1.1 Sự phát triển của Internet	4
1.1.1.1 Về mặt lưu lượng	4
1.1.1.2 Về mặt công nghệ.....	5
1.1.2 Sự phát triển của công nghệ truyền dẫn.....	5
1.1.3 Sự nỗ lực của các nhà cung cấp dịch vụ truyền thông và các tổ chức	6
1.2 Quá trình phát triển kỹ thuật truyền tải IP trên quang	8
1.2.1 Các giai đoạn phát triển	8
1.2.1.1 Giai đoạn I: IP over ATM	10
1.2.1.2 Giai đoạn II: IP over SDH.....	10
1.2.1.3 Giai đoạn III: IP over Optical.....	10
1.2.2 Mô hình phân lớp của các giai đoạn phát triển	11
1.2.2.1 Tầng OTN	12
1.2.2.2 Tầng SDH.....	14
1.2.2.3 Tầng ATM.....	14
1.2.2.4 Tầng IP	15
1.3 Các yêu cầu đối với truyền dẫn IP trên quang	16
1.4 Kết luận	16
CHƯƠNG 2.....	17
INTERNET PROTOCOL – IP	17
2.1 Giao thức IP version 4 (IPv4)	18
2.1.1 Phân lớp địa chỉ.....	18
2.1.2 Các kiểu địa chỉ phân phát gói tin.....	21
2.1.3 Mobile IP.....	21
2.1.4 Địa chỉ mạng con (Subnet).....	22
2.1.5 Cấu trúc tổng quan của một IP datagram trong IPv4.....	23
2.1.6 Phân mảnh và tái hợp	29
2.1.6.1 Phân mảnh	29
2.1.6.2 Tái hợp	29
2.1.7 Định tuyến.....	31
2.1.7.1 Cấu trúc bảng định tuyến	31

2.1.7.2 Nguyên tắc định tuyến trong IP	33
2.2 Giao thức IP version 6 (IPv6)	35
2.2.1 Sự ra đời của IP version 6 (IPv6)	35
2.2.2 Khuôn dạng datagram IPv6.....	36
2.2.3 Các tiêu đề mở rộng của IPv6	37
2.2.3.1 Tổng quát.....	37
2.2.3.2 Các loại tiêu đề mở rộng	39
2.2.4 Các loại địa chỉ của IPv6.....	43
2.2.5 Các đặc tính của IPv6.....	43
2.2.6 Chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6	45
2.2.6.1 Ngăn kếp	45
2.2.6.2 Đường hầm (tunnelling).....	46
2.2.6.3 Chuyển đổi tiêu đề (Header Translation).....	46
2.2.7 IPv6 cho IP/WDM.....	47
2.3 Dịch vụ của IP	48
2.3.1 Internet	48
2.3.2 Voice over IP.....	49
2.3.3 Mobile over IP.....	51
2.3.4 Mạng riêng ảo VPN	51
2.4 Kết luận	52
CHƯƠNG 3.....	53
CÁC PHƯƠNG THỨC TÍCH HỢP IP TRÊN QUANG	53
3.1 Kiến trúc IP/ PDH/ WDM.....	55
3.2 Kiến trúc IP/ ATM/ SDH/ WDM.....	56
3.2.1 Mô hình phân lớp	56
3.2.2 Ví dụ.....	62
3.3 Kiến trúc IP/ ATM/ WDM.....	64
3.4 Kiến trúc IP/ SDH/ WDM.....	65
3.4.1 Kiến trúc IP/ PPP/ HDLC/ SDH	67
3.4.1.1 Tầng PPP.....	67
3.4.1.2 Tầng HDLC.....	68
3.4.1.3 Sắp xếp khung SDH	69
3.4.2 Kiến trúc IP/ LAPS/ SDH	70
3.5 Công nghệ Ethernet quang (Gigabit Ethernet - GbE).....	72
3.6 Kỹ thuật MPLS để truyền dẫn IP trên quang	74
3.6.1 Mạng MPLS trên quang	74
3.6.1.1 Chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS.....	74
3.6.1.2 MPLS trên quang	76
3.6.2 Kỹ thuật lưu lượng MPLS trên quang.....	78
3.6.2.1 Các bó liên kết và các kênh điều khiển	78
3.6.2.2 Giao thức quản lý liên kết LMP	78

3.6.2.3 Mở rộng giao thức báo hiệu	78
3.6.2.4 Mở rộng báo hiệu	79
3.6.3 Mặt điều khiển MPLS	80
3.7 Kiến trúc IP/WDM	80
3.7.1 IP trên WDM	81
3.7.1.1 Nguyên lý hệ thống	81
3.7.1.2 Định tuyến tại tầng quang	82
3.7.1.3 Nguyên nhân chọn OXC làm nhân tố cơ bản trong việc định tuyến tại tầng quang	83
3.7.1.4 Mô hình kiến trúc mạng IP trên WDM	84
3.7.2 IP trên quang	86
3.8 Kết luận	87
CHƯƠNG 4.....	88
GIẢI PHÁP TRUYỀN TẢI IP TRÊN QUANG CHO MẠNG VIỄN THÔNG TỈNH NGHỆ AN	88
4.1 Tình hình đặc điểm của tỉnh Nghệ An	88
4.1.1 Vị trí, đặc điểm địa lý và điều kiện tự nhiên.....	88
4.1.2 Cơ sở hạ tầng, dịch vụ.....	89
4.2 Hiện trạng viễn thông ở Tỉnh Nghệ An	92
4.2.1 Hiện trạng mạng chuyển mạch PSTN.....	92
4.2.2 Hiện trạng mạng xDSL	92
4.2.3 Hiện trạng mạng truyền dẫn.....	93
4.3 Phân tích và đánh giá các phương thức tích hợp IP trên quang	93
4.3.1 Các chỉ tiêu phân tích và đánh giá	93
4.3.2 Phân tích và đánh giá các kiểu kiến trúc.....	93
4.4 Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An trong những năm tới.....	97
4.4.1 Giai đoạn 2010 – 2012.....	97
4.4.1.1 Quy hoạch và củng cố lại mạng cáp quang.....	99
4.4.1.2 Nâng cấp các thiết bị truyền dẫn SDH.....	100
4.4.2 Giai đoạn 2012 -2014.....	103
4.4.3 Giai đoạn sau năm 2014.....	104
4.5 Kết luận	104
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI.....	105
TÀI LIỆU THAM KHẢO	106

THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

AAL	ATM Adaptation Layer	Lớp thích ứng ATM
ADM	Add/ Drop Multiplexer	Bộ xen/ rẽ kênh quang
APD	Avalanche Photo Detector	Bộ tách quang thác
APS	Automatic Protection Switch	Chuyển mạch bảo vệ tự động
AR	Asynchronous Regeneration	Tái sinh cận đồng bộ
ARP	Address Resolution Protocol	Giao thức chuyển đổi địa chỉ
ASE	Amplified Spontaneous Emission	Bức xạ tự phát có khuếch đại
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Phương thức truyền tải không Đồng bộ
BGP	Border Gateway Protocol	Giao thức cổng biên
CBR	Constan Bit Rate	Tốc độ bit không đổi
CR- LDP	Constain- based routing using Lable Distribution Protocol	Định tuyến và sử dụng giao thức phân phối nhãn
DBR	Distribute Bragg Reflect	Laser phản xạ Bragg phân bố
DFB	Distribute FeedBack	Laser phản hồi phân bố
DVA	Distance Vector Algorithm	Thuật toán Vector khoảng cách
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplex	Ghép kênh bước sóng mật độ cao
DXC	Digital Cross- Connect	Kết nối chéo số
EGP	External Gateway Protocol	Giao thức ngoài cổng
FCS	Frame Check Sequence	Chuỗi kiểm tra khung
FEC	Forward Error Correction	Sửa lỗi trước
FPA	Fabry- Perot Amplifier	Bộ khuếch đại Fabry- Perot
FR	Frame Relay	Trễ khung
FWM	Four Wavelength Mix	Hiệu ứng trộn 4 bước sóng
HDLC	High- level Data Link Cotrol	Điều khiển liên kết dữ liệu mức cao
Host ID	Host Identification	Phần chỉ thị host

ICMP	Internet Group Management Protocol	Giao thức bản tin điều khiển Internet
IGMP	Internet Group Management Protocol	Giao thức quản lý nhóm
IGP	Internal Gateway Protocol	Giao thức trong công
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IS-IS	Intermediate System-to-Intermediate System	Giao thức node trung gian- node trung gian
ITU	International Telecommunication Union	Liên hiệp Viễn thông quốc tế
LAN	Local Area Network	Mạng địa phương
LCP	Link Control Protocol	Giao thức điều khiển liên kết
LEAF	Larger Effect Area Fiber	Sợi quang có diện tích hiệu dụng cao
LMP	Link Management Protocol	Giao thức quản lý liên kết
LSA	Link State Algorithm	Thuật toán trạng thái liên kết
LSP	Lable Switch Path	Đường chuyển mạch nhãn
LSR	Lable Switched Router	Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn
MF	More Fregment	Còn mảnh
MPLS	MultiProtocol lable-Switch	Chuyển mạch nhãn đa giao thức
MPLSTE	MPLS Traffic Engineering	Kỹ thuật lưu lượng MPLS
MPλS	MultiProtocol Lambda Switching	Chuyển mạch bước sóng đa giao thức
MSOH	Multiplex Section OverHead	Mào đầu đoạn ghép
MTU	Maximum Transmission Unit	Đơn vị truyền dẫn lớn nhất
Net ID	Network Identification	Chỉ thị mạng
NMS	Network Management Station	Trạm quản lý mạng
NNI	Network- Network Interface	Giao diện mạng- mạng
OADM	Optical ADM	ADM quang

OAM&P	Operation, Administration, Maintenance and Provisioning	Các chức năng vận hành, bảo dưỡng, quản lý và giám sát
OCH	Optical Channel	Kênh quang
OCHP	Optical Channel Protection	Bảo vệ kênh quang
ODSI	Optical Domain Service Interconnect	Kết nối dịch vụ miền quang
OIF	Optical Internetworking Forum	Diễn đàn kết nối mạng quang
OMS	Optical Multiplex Section	Đoạn ghép kênh quang
OMSP	OMS Protection	Bảo vệ đoạn ghép kênh quang
OSPF	Open Shortest Path First	Lựa chọn đường đi ngắn nhất
OTN	Optical Transport Network	Mạng truyền tải quang
OTS	Optical Transmission Section	Đoạn truyền dẫn quang
O-UNI	Optical User- Network Interface	Giao diện mạng- người sử dụng
OXC	Optical Cross- connect	Kết nối chéo quang
PCM	Pulse Code Modulation	Điều chế xung mã
PDH	Plesiochronous Digital Hierarche	Phân cấp số cận đồng bộ
PIN	Positive Intrinsic Negative	Bộ tách sóng quang loại PIN
POH	Path OverHead	Mào đầu đường truyền
PPP	Point to Point Protocol	Giao thức điểm nối điểm
PSTN	Public Switching Telephone Network	Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng
PVC	Permanent Virtual Channel	Kênh ảo cố định
QoS	Quality of Service	Chất lượng của dịch vụ
RARP	Reverse ARP	Giao thức chuyển đổi địa chỉ ngược
RIP	Routing Information Protocol	Giao thức thông tin định tuyến
RSOH	Regeneration Section OverHead	Mào đầu đoạn lặp
RSVP	Resource Reservation Protocol	Giao thức chiếm tài nguyên

RTCP	RTP Control Protocol	Giao thức điều khiển RTP
RTP	Real Time Protocol	Giao thức thời gian thực
SAPI	Service Access Point Identifier	Chỉ thị điểm truy cập dịch vụ
SDH	Synchronous Digital Hierarche	Phân cấp số đồng bộ
SLA	Semiconductor Laser Anplifier	Bộ khuếch đại laser bán dẫn
SPM	Self Pusle Modulation	Hiệu ứng tự điều chế pha
SRS	Sitimulated Raman Scattering	Hiệu ứng tán xạ bị kích thích Raman
SVC	Switched Virtual Channel	Kênh chuyển mạch ảo
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền dẫn
TE	Traffic Engineering	Kỹ thuật lưu lượng
TLV	Type Length Value	Kiểu mã hóa loại độ dài- giá trị
UBR	Unspecified Bit Rate	Tốc độ bit không xác định
UCP	Unified Control Plane	Mặt điều khiển chung
UDP	User Datagram Protocol	Giao thức gói dữ liệu người dùng
UNI	User- Network Interface	Giao diện mạng- người dùng
VBR-rt	Variable Bit Rate	Tốc độ bit khả biến- Thời gian thực
VC	Virtual Channel	Kênh ảo
VCI	VC Identification	Nhận dạng kênh ảo
VP	Virtual Path	Đường ảo
VT	Virtual Tributary	Luồng ảo
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng
WP	Wavelength Path	Đường bước sóng

DANH MỤC BIỂU BẢNG

Số hiệu	Tên bảng	Trang
2.1	Miền giá trị của từng lớp địa chỉ	20
3.1	Giá trị của SAPI tương ứng với các dịch vụ lớp trên	71

DANH MỤC HÌNH VẼ

Số hiệu	Tên hình vẽ	Trang
1.1	Tiến trình phát triển của tầng mạng	9
1.2	Mô hình phân lớp của các giai đoạn phát triển	11
1.3	Mô hình phân lớp tầng OTN	12
2.1	Phân lớp địa chỉ IP	19
2.2	Địa chỉ mạng con của địa chỉ lớp B	23
2.3	Cấu trúc của một datagram trong phiên bản Ipv4	23
2.4	Trường TOS	24
2.5	Trường Flags	26
2.6	Cấu trúc bảng định tuyến	31
2.7	Định dạng datagram của IPv6	36
2.8	Lựa chọn mã hóa TL	38
2.9	Khuôn dạng của Hop – by – Hop Options Header	40
2.10	Khuôn dạng của Routing Header	40
2.11	Tiêu đề Fragment IPv6	41
2.12	Các phương thức chuyển đổi IPv4 sang IPv6	45
2.13	Ngăn kếp	45
2.14	Sự chuyển đổi tiêu đề	46
3.1	Ngăn giao thức của các kiểu kiến trúc	54
3.2	Ngăn giao thức IP/ ATM/ SDH	56
3.3	Đóng gói LLC/ SNAP	57
3.4	Xử lý tại lớp thích ứng ATM AAL5	58
3.5	Sắp xếp các tế bào ATM vào VC-3/ VC-4	59
3.6	Sắp xếp các tế bào ATM vào VC-4-Xc	60

3.7	Sắp xếp các tế bào ATM vào : a) Đa khung VC-2. b) Đa khung VC-12.	61
3.8	Khung STM- N	62
3.9	Ví dụ về IP/ ATM/ WDM	63
3.10	Ngăn giao thức IP/ ATM/ WDM.	65
3.11	Ngăn xếp giao thức IP/ SDH	66
3.12	Khuôn dạng khung PPP	68
3.13	Khung HDLC chứa PPP	69
3.14	Khung LAPS chứa IP Datagram	70
3.15	Ví dụ về mạng IP/SDH/WDM	72
3.16	Khung Gigabit Ethernet	73
4.1	Kiến trúc mạng truyền dẫn IP trên quang của BĐT Nghệ An giai đoạn 2010- 2012	97
4.2	Cấu hình mạng truyền dẫn BĐT Nghệ An năm 2010 - 2012	101
4.3	SDH thế hệ sau	102

LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại ngày nay, kỷ nguyên của nền kinh tế tri thức thì nhu cầu thông tin cực kỳ quan trọng. Nhu cầu trao đổi thông tin là điều kiện sống còn của mọi hoạt động của xã hội. Do đó, ngành Viễn thông phải đi trước một bước phục vụ cho sự phát triển của xã hội.

Trong xu thế đó cùng với sự phát triển mạnh mẽ của Internet đã cho chúng ta thấy rằng nền tảng phát triển của xã hội là sự phát triển của các dịch vụ viễn thông. Do đó công nghệ viễn thông cùng kiến trúc mạng đã và đang phát triển nhanh chóng. Với mong muốn tìm ra những công nghệ truyền tải và kiến trúc mạng tối ưu để cho việc truyền thông tin đạt hiệu quả nhất và chất lượng tốt nhất. Các công nghệ mới và kiến trúc mạng mới liên tục ra đời để đáp ứng các nhu cầu lưu lượng tăng mạnh do bùng nổ các loại hình dịch vụ Internet và các dịch vụ băng rộng. Bên cạnh đó, các nhà cung cấp dịch vụ ngày càng cung cấp nhiều loại hình dịch vụ khác nhau nhằm đáp ứng nhu cầu của khách hàng.

Để thỏa mãn việc thông suốt lưu lượng với băng tần lớn, các hệ thống truyền dẫn thông tin quang được sử dụng nhờ các ưu điểm nổi bật của nó. Mặt khác, công nghệ WDM được xem là công nghệ quan trọng và hiệu quả nhất cho đường truyền dẫn. Công nghệ WDM đã và đang cung cấp cho mạng lưới khả năng truyền dẫn cao trên băng tần cực lớn. Với công nghệ WDM, nhiều kênh quang, thậm chí tới hàng nghìn kênh quang truyền đồng thời trên một sợi, trong đó mỗi kênh quang tương ứng với một hệ thống truyền dẫn độc lập với tốc độ Gbps. Hơn nữa, sự ra đời của phiên bản mới IPv6 và các công nghệ mới như chuyển mạch quang, GbE... là cơ sở để xây dựng một mạng thông tin toàn quang. Với tốc độ truyền dẫn ánh sáng và dung lượng truyền dẫn có thể đạt được tốc độ nhiều Gbps hoặc Tbps trong các mạng toàn quang này, khối lượng lớn các tín hiệu quang được truyền dẫn trong suốt từ đầu đến cuối.

Vì vậy, việc ứng dụng các kỹ thuật truyền tải IP trên quang là một xu hướng tất yếu của mạng viễn thông hiện nay. Với mục tiêu tìm hiểu kỹ thuật truyền tải IP

trên quang và hi vọng đóng góp một phần nhỏ kết quả nghiên cứu vào quy hoạch phát triển mạng viễn thông tỉnh Nghệ An, em xin thực hiện đề tài đồ án tốt nghiệp:
“ Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An “.

Nội dung của bản đồ án bao gồm 4 chương sau:

- **Chương 1:** Xu hướng phát triển kỹ thuật truyền tải IP trên quang.
- **Chương 2:** Giao thức IP – Internet Protocol.
- **Chương 3:** Các kiến trúc IP trên quang.
- **Chương 4:** Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An.

Do có sự hạn chế về mặt thời gian cũng như năng lực của cá nhân nên nội dung của đồ án này cũng không tránh khỏi những thiếu sót và hạn chế. Em mong các thầy cô giáo và các bạn quan tâm đóng góp ý kiến thêm vào để đồ án này càng được hoàn thiện hơn. Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo ThS. Nguyễn Văn Hào đã tận tình hướng dẫn em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này. Em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các thầy cô giáo trong khoa Kỹ thuật & Công Nghệ, Đại Học Quy Nhơn đã dạy dỗ chỉ bảo em trong suốt khóa học này.

Quy Nhơn, tháng 06 năm 2010

Sinh viên

Võ Anh Tuấn

CHƯƠNG 1

XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN KỸ THUẬT TRUYỀN TẢI IP TRÊN QUANG

Trong những năm đầu thế kỷ XXI công nghệ truyền thông, tin học đã có những bước phát triển mạnh mẽ và có những ảnh hưởng sâu sắc đến đời sống kinh tế xã hội. Về mặt công nghệ viễn thông, công nghệ truyền dẫn thông tin quang với băng tần hàng ngàn TeraHz đã đóng vai trò chủ đạo trong các mạng truyền dẫn viễn thông. Đặc biệt khi công nghệ truyền dẫn quang ghép kênh theo bước sóng mật độ cao DWDM ra đời và phát triển đáp ứng một cách hiệu quả các nhu cầu trao đổi thông tin ngày càng cao, ngày càng đa dạng và phong phú với chất lượng cao của toàn xã hội. Công nghệ này cho phép đồng thời tăng tốc độ và giảm giá thành trong việc trao đổi thông tin cho nên các mạng truyền dẫn thông tin quang đã trở thành nhân tố chiến lược của nhiều nhà khai thác mạng. Về mặt công nghệ thông tin, các mạng máy tính diện rộng, Mạng Internet tốc độ cao có sử dụng giao thức TCP/IP đã thay thế các PC, các mạng cục bộ và đã cung cấp đầy đủ rộng khắp cho xã hội nguồn tài nguyên quý báu đó là: **Thông tin – Tri thức loài người**. Sự phát triển này làm thay đổi hẳn cách sống và cách làm việc của con người và đã đưa loài người sang một kỷ nguyên mới - **Kỷ nguyên của nền kinh tế tri thức, kỷ nguyên công nghệ thông tin**.

Khi công nghệ viễn thông và tin học phát triển đến trình độ cao, chúng luôn luôn tác động và hỗ trợ cho nhau cùng phát triển. Quá trình này dẫn đến sự hội tụ của công nghệ viễn thông và tin học, tạo nên một mạng viễn thông thống nhất đáp ứng mọi nhu cầu dịch vụ đa năng, phong phú của xã hội. Mạng viễn thông thống nhất có xu thế toàn cầu hoá với mục tiêu phát triển:

- **Công nghệ hiện đại.**
- **Chất lượng tiên tiến.**
- **Khai thác đơn giản, thuận tiện.**

- **Chuẩn hoá quốc tế và đạt được hiệu quả kinh tế cao.**

Chính vì thế đòi hỏi cần phải có một phương thức truyền dẫn mới ra đời có khả năng đáp ứng được các yêu cầu này. Đó là: **Truyền dẫn IP trên hệ thống thông tin quang ghép kênh theo bước sóng mật độ cao DWDM** và được gọi tắt là **IP trên quang**..

1.1 IP trên quang - Hạ tầng cơ sở của mạng truyền thông hiện đại

1.1.1 Sự phát triển của Internet

Mạng internet ngày nay là một mạng truyền thông không thể thiếu được trong xã hội hiện đại. Mạng internet cho phép kết nối mọi máy tính trên toàn cầu. Mạng Internet hoạt động dựa trên bộ giao thức TCP/IP. TCP/IP là bộ giao thức cho phép máy tính và người dùng có thể liên lạc với nhau trên mạng. Ưu điểm của Internet là có thể kết nối mọi máy tính có kích cỡ khác nhau và với mọi phương tiện khác nhau, miễn là máy tính đó có cài bộ giao thức TCP/IP.

TCP/IP là một giao thức kết hợp giữa hai giao thức TCP và IP nhằm quản lý và điều khiển việc trao đổi thông tin giữa các mạng, đảm bảo thông tin từ hệ thống đầu cuối này đến hệ thống đầu cuối kia chính xác.

Ngoài ra giao thức TCP/IP còn dùng để kết nối giữa LAN và WAN hay đóng vai trò là một giao thức cho LAN.

1.1.1.1 Về mật lưu lượng

Thoại là hình thức thông tin đã xuất hiện từ lâu và ngày nay lưu lượng thoại đang dần đi vào trạng thái ổn định mà trong quá trình phát triển khó có thể có được sự đột biến nào. Trong khi đó, xã hội loài người đang chuyển sang xã hội thông tin, nhu cầu trao đổi số liệu lớn nên lưu lượng số liệu ngày càng cao. Sự ra đời và phổ biến của mạng Internet đã khiến cho nhu cầu trao đổi thông tin tăng dẫn đến sự bùng nổ lưu lượng Internet. Theo số liệu thống kê trên thế giới thì tốc độ phát triển của mạng Internet trên thế giới trung bình là 39%. Lưu lượng Internet có tốc độ phát triển gấp sáu lần so với tốc độ phát triển của lưu lượng thoại.

Ngày nay, giao thức IP không chỉ còn sử dụng để truyền số liệu cho mạng Internet mà còn được sử dụng để truyền dẫn cho các loại lưu lượng khác nhau như thoại, video, các loại dịch vụ băng rộng khác... với QoS cao. Vì vậy, phương thức truyền dẫn phải có dung lượng lớn và chất lượng cao.

1.1.1.2 Về mặt công nghệ

Các tổ chức viễn thông quốc tế đã khuyến nghị nhiều công nghệ truyền dẫn số liệu khác nhau. Sử dụng giao thức X25 để truyền dẫn có nhược điểm là thời gian trễ lớn do có nhiều thủ tục quản lý, sửa lỗi, phát lại gói tin và cần thiết lập liên kết trước khi truyền, các liên kết này được dùng riêng nên hiệu suất sử dụng không cao. X.25 có thông lượng tối đa là 64Kbs nên không đáp ứng được truyền thông đa phương tiện.

Để khắc phục giao thức Frame Relay ra đời cho phép thông lượng đạt tới 2 Mbps. Đồng thời nó còn giảm thời gian trễ vì không có chức năng sửa lỗi, gói tin hỏng sẽ bị loại bỏ, việc kiểm tra gói tin được thực hiện tại từng node trên đường truyền và khi gói tin bị hỏng sẽ bị loại bỏ ngay và các gói sau sẽ được phát tiếp. Đến đích, gói nào thiếu mới yêu cầu phát lại.

IP băng hẹp sử dụng mã hoá vi sai nên với cùng một tốc độ truyền dẫn thì lượng thông tin truyền đi nhiều hơn. Trong khi đó, IP băng rộng ra đời sẽ cung cấp phương thức truyền dẫn có băng thông rộng, truyền được tất cả các nhu cầu của xã hội như truyền hình, hội nghị truyền hình,...

Công nghệ truyền dẫn IP có nhiều điểm ưu việt so với chuyển mạch kênh truyền thông, cụ thể: nó là hình thức truyền dẫn thông tin theo các gói nên định tuyến các gói tin là độc lập với nhau, hiệu suất sử dụng tài nguyên mạng cao, quản lý mạng đơn giản, khai thác dễ dàng... và nó sẽ là xu hướng phát triển tất yếu.

1.1.2 Sự phát triển của công nghệ truyền dẫn

Có nhiều hình thức để truyền dẫn tín hiệu từ đầu cuối đến đầu cuối. Các phương thức truyền thống chính là sử dụng cáp. Đầu tiên là sử dụng cáp đồng. Đây

là hình thức đơn giản nhất nhưng có nhiều nhược điểm như: băng thông hẹp, tốc độ thấp, chịu ảnh hưởng của sóng điện từ... Hiện nay, cáp đồng chỉ còn được sử dụng để truyền dẫn ở cự ly ngắn, dung lượng ít. Để cải thiện chất lượng truyền dẫn, người ta sử dụng cáp đồng trục. Tuy cáp đồng trục đã hạn chế được ảnh hưởng của sóng điện từ nhưng băng thông và tốc độ truyền dẫn thì vẫn không đáp ứng được nhu cầu phát triển truyền dẫn. Các hệ thống truyền dẫn vô tuyến như vi ba số vệ tinh cũng đã ra đời nhưng chất lượng của các phương pháp truyền dẫn này lại phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố điều kiện của môi trường như: nhiệt độ, độ ẩm, mưa, điều kiện địa chất,...

Khi truyền dẫn cáp sợi quang ra đời đã đem đến một phương pháp truyền dẫn mới có băng thông rộng, tốc độ cao, và chất lượng truyền dẫn tốt vì không chịu ảnh hưởng của sóng điện từ cũng như các điều kiện của môi trường xung quanh. Ngoài ra, các hệ thống ghép kênh theo bước sóng WDM cũng đang được ứng dụng trên mạng, có khả năng đáp ứng được tất cả các yêu cầu của người sử dụng cũng như của các nhà cung cấp. DWDM còn cho phép ghép nhiều bước sóng trên một sợi quang, như vậy giá thành sẽ giảm trong khi dung lượng của hệ thống là rất lớn, đáp ứng được sự bùng nổ về nhu cầu trao đổi thông tin của xã hội ngày nay. DWDM là công nghệ cho sự lựa chọn tất yếu của các mạng truyền dẫn.

1.1.3 Sự nỗ lực của các nhà cung cấp dịch vụ truyền thông và các tổ chức

Bên cạnh nhu cầu lắp đặt các module định tuyến IP, đã có một số tham luận trong lĩnh vực kinh tế và kỹ thuật đề cập đến các nỗ lực nhằm kết hợp giữa công nghệ IP và công nghệ truyền dẫn cáp sợi quang. Ví dụ, đối với các nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP) cần có độ rộng băng thông cho phép ghép kênh tăng dung lượng, vì thế có thể sử dụng biện pháp như ghép kênh theo bước sóng mật độ cao DWDM để đáp ứng được nhu cầu truyền tải lưu lượng lớn cho mạng. DWDM cho phép ghép ở tốc độ STM - 16 (2,5 Gbps) hay STM - 64 (10 Gbps) ở trên các bước sóng để truyền dẫn song song trên một sợi cáp quang.

ISP còn dùng công nghệ quang có chi phí thấp để truyền toàn bộ các gói IP kích thước lớn dưới dạng quang trong suốt qua các điểm trung chuyển mà không phải chuyển đổi lại (không cần chuyển tín hiệu quang thành tín hiệu điện, xử lý tại tầng IP và chuyển đổi ngược lại thành tín hiệu quang cho bước tiếp theo trên tuyến). Các nhà cung cấp luôn mong muốn thúc đẩy việc hoàn thiện cơ cấu kỹ thuật lưu lượng IP để nhanh chóng xây dựng các chức năng cho tầng quang nhằm đáp ứng được yêu cầu tăng số địa chỉ dự phòng. Công nghệ truyền tải quang còn có kỹ thuật bảo vệ và khôi phục dữ liệu một cách nhanh chóng. Đây là vấn đề mà các ISP rất quan tâm khi họ muốn truyền được nhiều dữ liệu có tính khẩn cấp cao.

Mặt khác, một số nhà cung cấp cho rằng các chức năng của tầng truyền dẫn không đồng bộ ATM hay tầng SDH - các thành phần chính trong cơ sở hạ tầng của nhiều mạng - sẽ không cần thiết khi có các chức năng tương tự hay tốt hơn được thực hiện nhờ sự liên kết giữa tầng IP và tầng quang. Việc loại bỏ một tầng tương ứng với việc loại bỏ phần cứng và chi phí vận hành của nó, do đó cơ sở hạ tầng của mạng sẽ có giá thành thấp và ít phức tạp hơn. Tất nhiên nó không đúng trong tất cả mọi trường hợp, cụ thể là đối với các nhà cung cấp còn sử dụng các dịch vụ ATM hay TDM.

Các hoạt động giúp cho việc thống nhất công nghệ IP và công nghệ quang thực hiện tốt hơn vẫn chưa được nói đến nhiều từ trước đến nay. Loại router có card đường dây cung cấp OC-192/STM-64 đã được sản xuất và sử dụng trong một số mạng. Một họ thiết bị mạng mới đã ra đời gọi là các bộ định tuyến theo bước sóng. Những thiết bị định tuyến này dùng giao thức định tuyến động giả IP để tạo và chuyển mạch một số lượng kết nối quang.

Tổ chức IETF đang giải quyết một số lượng lớn các công việc để tìm ra những cách tốt hơn nhằm thực hiện truyền dẫn IP trên mạng quang. Đáng chú ý hơn, nhóm làm việc về chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS (Multi Protocol Label Switching) đã đề xuất việc mở rộng để có thể thực hiện được tại các kết nối

chéo quang OXC (Optical Cross Connect) và được gọi là chuyển mạch bước sóng đa giao thức MPLS (Multi Protocol Lambda Switching).

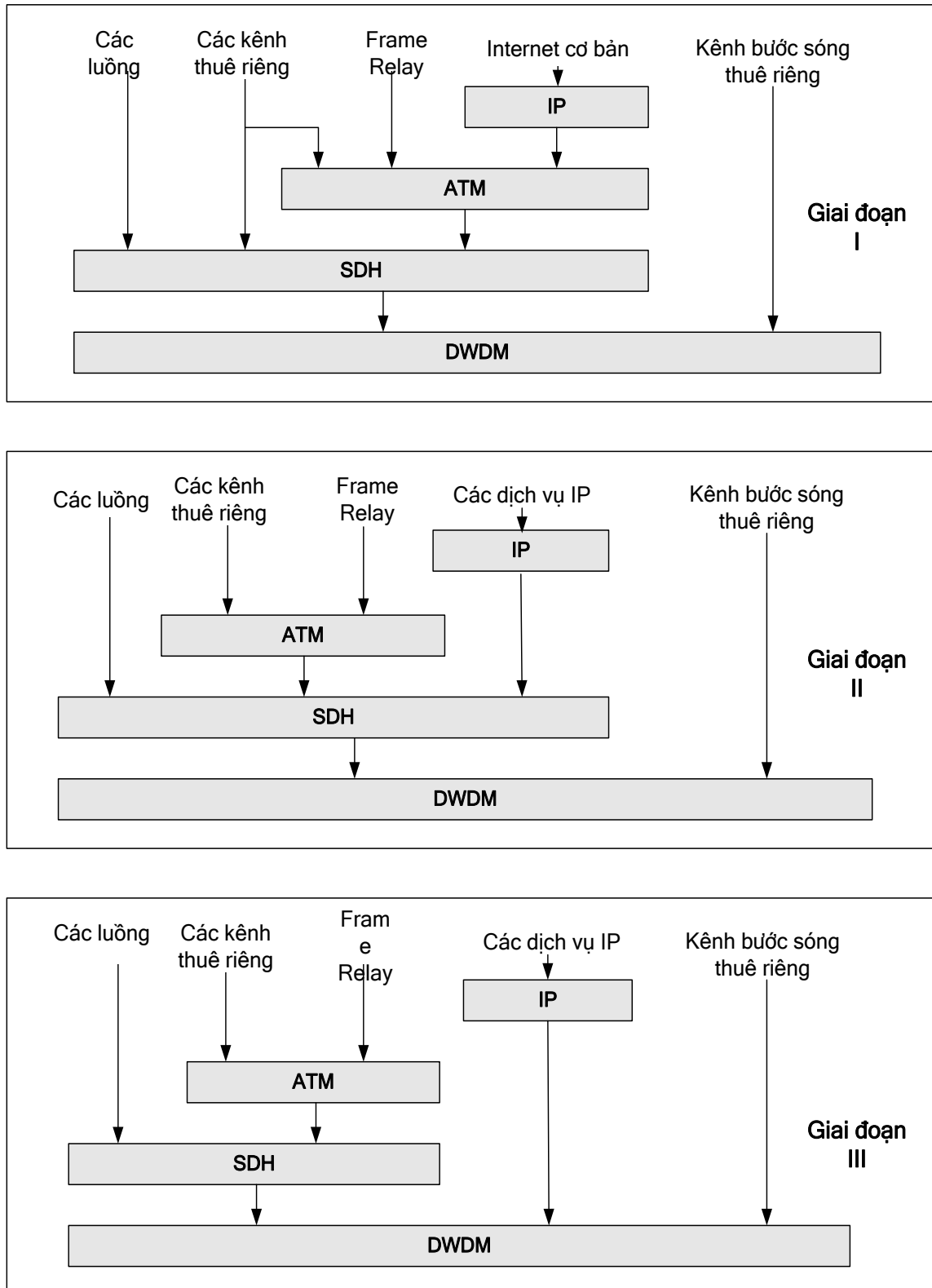
Ngoài ra, còn có các tổ chức khác đang sử dụng các giao thức chuẩn cho phép các thực thể Client (Ví dụ như router IP) báo hiệu và thiết lập kết nối qua mạng truyền tải quang OTN (Optical Transport Network). Các nhóm này gồm: Diễn đàn kết nối mạng quang OIF (Optical Internetworking Forum), kết nối song hướng dịch vụ miền quang ODSI (Optical Domain Service Interconnect) và liên hiệp viễn thông quốc tế ITU.

Hạ tầng cơ sở của mạng truyền thông trong tương lai, đặc biệt là trong xã hội thông tin, thì IP trên DWDM là tất yếu. Trên cơ sở IP trên DWDM sẽ đáp ứng được các nhu cầu dịch vụ phong phú, đa dạng cũng như đảm bảo được chất lượng dịch vụ. Vì thế, IP trên DWDM đang nhận được sự quan tâm của các nhà nghiên cứu, các nhà sản xuất cũng như các tổ chức viễn thông trên thế giới.

1.2 Quá trình phát triển kỹ thuật truyền tải IP trên quang

1.2.1 Các giai đoạn phát triển

Do sự phát triển của công nghệ còn nhiều hạn chế mà kỹ thuật IP trên quang không thể thực hiện ngay lập tức các gói IP trực tiếp trên quang. Để đạt được kỹ thuật này cần phải trải qua một quá trình phát triển. Quá trình này được chia làm ba giai đoạn phát triển và được minh họa như hình 1.1:



Hình 1.1: Tiến trình phát triển của tầng mạng

1.2.1.1 Giai đoạn I: IP over ATM

Đây là giai đoạn đầu tiên trong công nghệ truyền tải IP trên quang. Trong giai đoạn này, các IP datagram trước khi đưa vào mạng truyền tải quang (OTN) thì phải thực hiện chia cắt thành các tế bào ATM để có thể đi từ nguồn tới đích. Tại chuyển mạch ATM cuối cùng, các IP datagram mới được khôi phục lại từ các tế bào. Đây là giai đoạn đầu tiên nên có đầy đủ các tầng IP, ATM và SDH, do đó chi phí cho lắp đặt, vận hành và bảo dưỡng là tốn kém nhất. Tuy nhiên, khi mà công nghệ của các router còn nhiều hạn chế về mặt tốc độ, dung lượng thì việc xử lý truyền dẫn IP trên quang thông qua ATM và SDH vẫn có lợi về mặt kinh tế.

1.2.1.2 Giai đoạn II: IP over SDH

IP over SDH là giai đoạn tiếp theo trong tiến trình phát triển hướng tới mạng Internet quang. Mô hình này đã được sử dụng trong nhiều mạng thực tế hiện nay. Trong hình vẽ này, tầng ATM đã bị loại bỏ và các IP datagram được chuyển trực tiếp xuống tầng SDH. Như vậy, đã loại bỏ được các chức năng sự hoạt động và chi phí bảo dưỡng cho riêng mạng ATM. Điều này có thể thực hiện được bởi công nghệ router đã có những ưu điểm vượt trội so với chuyển mạch ATM về tính năng, dung lượng và còn vì router IP là phương tiện có chức năng định hướng cho đơn vị truyền dẫn ưu việt: IP datagram.

Ngoài ra, việc có thêm kỹ thuật MPLS bổ sung vào tầng IP sẽ xuất hiện hai khả năng mới. Đầu tiên, nó cho phép thực hiện kỹ thuật, lưu lượng nhờ vào khả năng thiết lập kênh ảo VC - giống như các đường cụ thể trong mạng chỉ gồm các router IP. Thứ hai, MPLS tách riêng mặt điều khiển ra khỏi mặt định hướng nên cho phép giao thức điều khiển IP quản lý trạng thái thiết bị mà không yêu cầu xác định rõ biên giới của các IP datagram (như trong chuyển mạch ATM đòi hỏi phải xác định rõ biên giới của từng tế bào). Như vậy, có thể dễ dàng xử lý đối với các IP datagram có độ dài thay đổi.

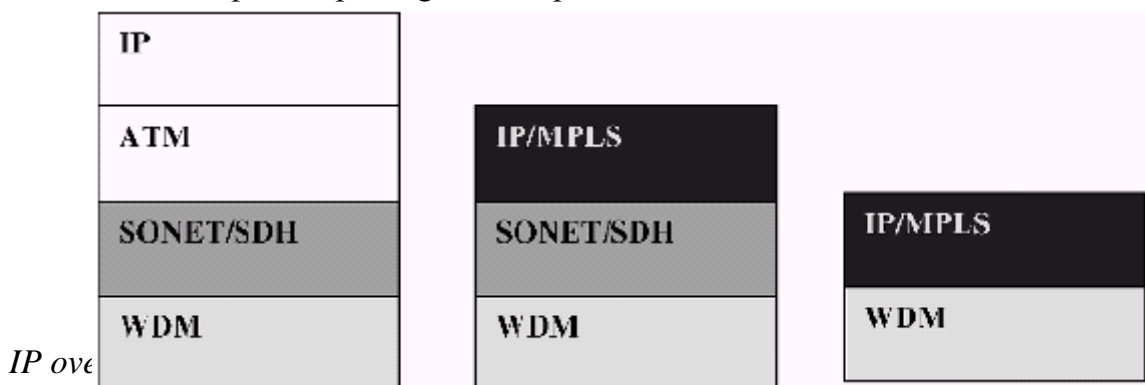
1.2.1.3 Giai đoạn III: IP over Optical

Trong giai đoạn này, tầng SDH cũng bị loại bỏ và IP datagram được chuyển trực tiếp xuống tầng quang. Việc loại bỏ tầng ATM và tầng SDH đồng nghĩa với việc có ít phần tử mạng phải quản lý hơn. Sự kết hợp IP phiên bản mới với khả năng khôi phục của tầng quang, các thiết bị OAM&P và chức năng định tuyến phân bố đã tạo ra khả năng phục hồi, phát hiện lỗi và khả năng giám sát nhanh. Một điểm mới là cấu trúc khung gọn nhẹ có thể thay thế cho các chức năng mà các khung SDH thực hiện trong các kết nối OCH. Sự tồn tại của hàng loạt giao thức kỹ thuật lưu lượng MPLS đã mở rộng khả năng hoạt động cho mạng quang và tầng IP, đặc biệt là các router IP ngày nay có thể giao diện trực tiếp với mạng quang.

Thông qua ba giai đoạn phát triển trên ta thấy rằng các giai đoạn về sau thì các tầng ATM, SDH càng giảm do ít sử dụng vì một số hạn chế vốn có của nó trong khi yêu cầu về chất lượng dịch vụ ngày càng tăng, còn DWDM ngày càng tăng lên do có những ưu điểm ưu việt cho việc tích hợp các gói tin IP trên quang. Trong quá trình đó xuất hiện một số công nghệ mới hỗ trợ cho việc phát triển truyền dẫn cho quá trình tích hợp IP trên quang như GMPLS, DTM, GbE...

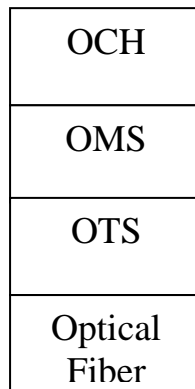
1.2.2 Mô hình phân lớp của các giai đoạn phát triển

Mô hình phân lớp các giai đoạn phát triển được minh họa ở hình 1.2



Hình 1.2: Mô hình phân lớp của các giai đoạn phát triển

Trong đó: Tầng WDM chính là tầng truyền tải quang OTN (Optical Transport Network) và có sơ đồ như hình 1.3:



Hình 1.3: Mô hình phân lớp tầng OTN

1.2.2.1 Tầng OTN

Tầng OTN là lớp mạng truyền tải quang, nó bao gồm các lớp sau:

- **Lớp kênh quang (OCH):** Định nghĩa một kết nối quang (đường tia sáng) giữa hai thực thể client quang. Lớp kênh quang là sự truyền dẫn trong suốt các tin tức dịch vụ từ đầu cuối đến đầu cuối (Kênh quang OCH tương đương với một bước sóng trong DWDM). Nó thực hiện các chức năng sau: định tuyến tin tức của thuê bao khách hàng, phân phối bước sóng, sắp xếp kênh tín hiệu quang để mạng kết nối linh hoạt, xử lý các thông tin phụ của kênh tín hiệu quang, đo kiểm lớp kênh tín hiệu quang và thực hiện chức năng quản lý. Khi phát sinh sự cố, thông qua việc định tuyến lại hoặc cắt chuyển dịch vụ công tác sang tuyến bảo vệ cho trước để thực hiện đầu chuyển bảo vệ và khôi phục mạng.

- **Lớp đoạn ghép kênh quang (OMS):** Định nghĩa việc kết nối và xử lý trong ghép kênh hay một nhóm các kết nối quang ở mức kênh quang OCH (OMS còn được gọi là một nhóm bước sóng truyền trên sợi cáp quang giữa hai bộ phận ghép kênh DWDM). Nó đảm bảo truyền dẫn tín hiệu quang ghép kênh nhiều bước sóng giữa hai thiết bị truyền dẫn ghép kênh bước sóng lân cận, cung cấp chức năng mạng cho tín hiệu nhiều bước sóng. OMS có các tính năng như: Cấu hình lại đoạn ghép kênh quang đảm bảo mạng định tuyến nhiều bước sóng linh hoạt, đảm bảo xử lý hoàn chỉnh tin tức phối hợp của đoạn ghép kênh quang, cung cấp chức năng đo kiểm và quản lý của đoạn ghép kênh quang để vận hành và bảo dưỡng mạng.

- **Lớp đoạn truyền dẫn quang (OTS):** Định nghĩa cách truyền tín hiệu quang trên các phương tiện quang đồng thời thực hiện tính năng đo kiểm và điều khiển đối với bộ khuếch đại quang và bộ lặp. Lớp này thực hiện các vấn đề sau: cân bằng công suất, điều khiển tăng tích của EDFA, tích lũy và bù tán sắc.

- **Lớp sợi quang:** là tầng vật lý ở dưới cùng, gồm các sợi quang khác nhau như: G.652, G.653, G.655... các sợi này sẽ được trình bày trong phần sau:

- **Sợi quang G. 652:** Đây là sợi quang đơn mode được sử dụng rộng rãi hiện nay, là sợi quang đơn mode tốt nhất ở bước sóng 1310 nm, còn gọi là sợi quang đơn mode không thay đổi vị trí tán sắc. Hệ số khúc xạ của lõi sợi quang này được chia làm hai loại: lớp bao phối hợp và lớp bao lõm xuống, chúng đều có thể thích hợp với cửa sổ 1310 nm và 1550 nm. Khi làm việc ở bước sóng 1550 nm thì tổn hao truyền dẫn nhỏ nhất, nhưng hệ số tán sắc tương đối lớn. Khi tốc độ của kênh đơn đạt tới STM-64 thì cần phải dùng biện pháp điều tiết tán sắc, giá thành sẽ tương đối cao.

- **Sợi quang G. 653:** Đây là sợi quang đơn mode có tính năng tốt nhất ở bước sóng 1550nm, còn gọi là sợi quang thay đổi vị trí tán sắc. Thay đổi sự phân bố khúc xạ làm cho điểm tán sắc bằng 0 dịch từ 1310 nm đến khu vực bước sóng làm việc 1550 nm.

- **Sợi quang G. 654:** Sợi quang này còn gọi là sợi quang đơn mode tới hạn thay đổi vị trí bước sóng cắt. thiết kế làm sao phải giảm được tiêu hao ở bước sóng 1550 nm, điểm tán sắc vẫn bằng 0 ở bước sóng 1310 nm, tán sắc ở bước sóng 1550 nm vẫn tương đối cao. Chủ yếu sử dụng trong thông tin sợi quang dưới đáy biển, cần có cự ly đoạn tái sinh rất dài.

- **Sợi quang G. 655:** Sợi quang này còn gọi là sợi quang đơn mode thay đổi vị trí tán sắc khác 0, điểm tán sắc bằng 0 của nó không nằm ở 1550 nm mà dịch tới 1570 nm hoặc gần đoạn (1510 đến 1520) nm, do đó làm cho tán sắc ở chỗ 1550 nm có một trị số nhất định. Sợi quang này thích hợp ở khu bước sóng 1550 nm, hệ số tán sắc của nó không lớn, cự ly bị hạn chế bởi tán sắc là vài trăm km, có hệ số tán

sắc nhỏ nhất, khi khai thác hệ số ghép kênh bước sóng, nó giảm đáng kể ảnh hưởng của trộn tần bốn sóng.

- **Sợi quang có tiết diện hữu hiệu lớn:** Sợi quang này thích ứng cho ứng dụng trong hệ thống WDM có dung lượng và cự ly truyền dẫn lớn hơn, tiết diện hữu hiệu là $72\mu\text{m}^2$, điểm tán sắc bằng 0 nằm ở chỗ 1510 nm, chịu được công suất tương đối lớn. Trong hệ thống WDM có EDFA khắc phục được hiệu ứng phi tuyến.

1.2.2.2 Tầng SDH

Tầng SDH có tốc độ thấp, các mạng đường dây TDM (ví dụ luồng Mbps, 34 Mbps) nối với các thiết bị client (như chuyển mạch ATM), sắp xếp chúng vào khuôn dạng của các khung đồng bộ để truyền tải qua mạng truyền tải tốc độ cao (có thể là STM-1). Biểu hình cho chức năng này là hoạt động của bộ ghép kênh xen / r ã ADM SDH. Nói chung ADM được thiết kế để sử dụng trong cấu hình mạng ring kết nối vào nhau thông qua việc sử dụng các thiết bị kết nối chéo số DXC. Việc thiết lập một mạch TDM kết nối end - to - end có thể mất nhiều thời gian bởi vì nhà cung cấp phải xử lý tại từng ring và từng DXC dọc trên đường truyền.

Kế thừa mạch ghép kênh TDM trong mạng thoại, mạng SDH cung cấp tất cả các chức năng vận hành, quản lý, bảo dưỡng và giám sát (OAM&P). Các chức năng này được dùng để thiết lập và quản lý các mạch kết nối qua mạng. Để bảo vệ thông tin khi sợi quang bị đứt hay bị các tổn hao quan trọng khác, mạng SDH có chức năng chuyển mạch bảo vệ tự động (APS). APS cho phép thiết lập và chuyển mạch sang các đường bảo vệ vật lý dự phòng trong trường hợp lỗi xảy ra trên đường hoạt động. Dịch vụ được khôi phục nhanh chóng (trong khoảng thời gian xấp xỉ 50ms), nhưng khi đó ta phải có băng thông rộng hơn và phải có chi phí thêm cho các thiết bị được lắp đặt trên đường truyền dự phòng.

1.2.2.3 Tầng ATM

Tầng ATM (nếu có) nằm ngay trên tầng SDH, hỗ trợ một vài chức năng mạnh cho mạng. Đây là kỹ thuật kết nối có định hướng yêu cầu thiết lập một kênh ảo VC giữa nguồn và đích trước khi thông tin được trao đổi. VC có thể được thiết lập thông qua tiến trình xử lý động một cách tự động hoặc bằng lệnh. Tiến trình này có sử dụng báo hiệu của ATM và các giao thức định tuyến. ATM có lớp đa dịch vụ cho phép nhà cung cấp thực hiện ghép kênh và truyền tải lưu lượng dữ liệu, thoại và video với tính năng có thể dự đoán trước lưu lượng để thực hiện ghép kênh thống kê ATDM. Ngoài việc định nghĩa kênh ảo VC trên một đường truyền xác định giữa hai điểm trên mạng, nhà cung cấp còn có thể sử dụng ATM để thực hiện kỹ thuật lưu lượng TE.

Tại tầng ATM có thể thực hiện chức năng chuyển mạch gói theo từng tế bào ATM. Việc này được thực hiện tại các tổng đài. Tại đây, chỉ thị kênh ảo VCI và chỉ thị đường ảo VPI được biên dịch để các tế bào ATM đến được đầu ra tương ứng. Đây là xử lý chuyển mạch gói tại miền điện.

Tuy nhiên, giống như bất kỳ một công nghệ nào khác ATM cũng có những hạn chế của nó. Hiệu quả băng thông bị giảm vì ATM cắt gói thành các tế bào 53 byte để truyền tải, trong đó có 5 byte tiêu đề mang thông tin điều khiển cho mỗi tế bào ATM. Một hạn chế khác là khả năng mở rộng *scalability*: giao thức định tuyến IP không thể thực hiện được khi lượng liên kết lớn, do đó không thể mở rộng phạm vi mạng. Một VC được coi là một liên kết, và để kết nối N router IP trong kiến trúc mạng mesh với đầy đủ các kết nối thì cần $(N^2 - N)$ VC được thiết lập và quản lý. Cuối cùng là ATM yêu cầu cần phải có sơ đồ địa chỉ, giao thức định tuyến và hệ thống quản lý mạng của nó, vì thế làm tăng độ phức tạp của mạng và tăng chi phí vận hành.

1.2.2.4 Tầng IP

Tầng IP có chức năng cung cấp dịch vụ cho các tầng dưới. Tầng này sử dụng giao thức chính là giao thức IP. Tại đây thực hiện việc đóng gói dữ liệu, thoại và video thành các IP datagram, sau đó định hướng nó truyền qua mạng theo từng bước

một. Tầng IP cung cấp các liên kết any – to – any, chức năng liên kết mạng phi kết nối. Nó cũng có khả năng tự sửa lỗi, nghĩa là các gói IP có thể được định tuyến động khi mạng hay node hay liên kết xảy ra lỗi.

1.3 Các yêu cầu đối với truyền dẫn IP trên quang

Giao thức IP thực hiện truyền dẫn dựa trên cơ sở đơn vị truyền dẫn là các IP datagram. Và các datagram này định tuyến hoàn toàn độc lập với nhau cho dù có xuất phát từ cùng một nguồn và đến cùng một đích. Để đảm bảo sử dụng các tài nguyên của mạng với hiệu suất cao thì các gói tin có thể đi theo bất kỳ hướng nào mà tài nguyên mạng rỗi. Vì thế đòi hỏi năng lực để định tuyến của các node mạng phải cao.

Mặt khác, nhược điểm lớn nhất của IP chính là trễ lớn do phải chia sẻ tài nguyên và các gói tin phải xử lý tiêu đề và có thể phải phân tách datagram (nếu cần) tại mỗi node trung gian trên đường truyền dẫn.

Để khắc phục có thể ứng dụng rộng rãi phiên bản mới của IP là IPv6 có thể định tuyến và phân đoạn datagram ngay tại nguồn. Ngoài ra, có thể sử dụng các giao thức giúp định tuyến nhanh hơn như sử dụng giao thức MPLS.

Để có thể đưa kỹ thuật này vào thực tế, một yêu cầu khá quan trọng khác là tính hiện hữu của công nghệ cũng như giá thành thiết bị của nhà cung cấp hay các thiết bị của khách hàng.

1.4 Kết luận

Tóm lại, trong chương này em đã trình bày xu hướng tất yếu là tích hợp IP trên quang. Trong đó, với sự phát triển mạnh mẽ của internet thì giao thức IP và công nghệ ghép kênh theo bước sóng WDM và DWDM là những công nghệ lõi và đóng một vai trò quyết định trong quá trình tích hợp IP trên quang. Trong phần tiếp theo, em sẽ nghiên cứu về giao thức và công nghệ này.

CHƯƠNG 2

INTERNET PROTOCOL – IP

IP (Internet Protocol) là giao thức được thiết kế để kết nối các hệ thống chuyển mạch gói nhằm mục đích phục vụ trao đổi thông tin giữa các mạng. Đơn vị truyền dẫn là các datagram được truyền từ nguồn tới đích với nguồn và đích là các host được chỉ thị bằng một địa chỉ có độ dài xác định. IP còn cung cấp khả năng phân mảnh và tái hợp các gói tin nếu cần thiết. Giao thức này thực hiện phân phát datagram theo phương thức phi kết nối nghĩa là các datagram được truyền đi theo các hướng độc lập với nhau.

IP tập hợp các nguyên tắc cho việc xử lý số liệu tại các bộ định tuyến và host như thế nào, khi nào bản tin lỗi cần được tạo ra và khi nào số liệu cần được hủy bỏ.

Phần mềm IP thực hiện chức năng định tuyến dựa trên địa chỉ IP.

IP không có cơ cấu để đảm bảo độ tin cậy, điều khiển luồng thứ tự đến hay các đảm bảo khác cho truyền dẫn dữ liệu từ đầu cuối đến đầu cuối. Không tin cậy có nghĩa là không đảm bảo cho các datagram đến đích thành công. Nhưng IP có khả năng cung cấp nhiều loại hình dịch vụ khác nhau với các cấp chất lượng khác nhau. Tóm lại IP là giao thức cung cấp các chức năng chính sau:

- *Định nghĩa cấu trúc các gói dữ liệu là đơn vị cơ sở cho việc truyền dữ liệu trên mạng.*
- *Định nghĩa phương thức đánh địa chỉ IP.*
- *Truyền dữ liệu giữa tầng giao vận và tầng mạng.*
- *Định tuyến để chuyển các gói dữ liệu trong mạng.*
- *Thực hiện việc phân mảnh và hợp nhất (Fragmentation – Reassembly) các gói dữ liệu và nhúng / tách chúng trong các gói dữ liệu ở tầng liên kết.*

Đầu tiên, giao thức IP sử dụng cho mạng Internet. Đây là mạng truyền dẫn số liệu lớn nhất và được coi là kho thông tin khổng lồ mà ai cũng có thể truy nhập

trình một số trang Web đặc biệt sử dụng cho mục đích riêng. Ngày nay, giao thức IP được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như thoại, mobile, video...

Cho đến nay đã có hai phiên bản của giao thức IP, đó là: IP version 4 (IPv4) và IP version 6 (IPv6). Trong đó: IP version 4 (IPv4) được ra đời từ năm 1978, IP version 6 (IPv6) ra đời để thay thế IP version 4 (IPv4) và nó có một không gian địa chỉ cực kỳ lớn cùng với khả năng hỗ trợ QoS.

2.1 Giao thức IP version 4 (IPv4)

2.1.1 Phân lớp địa chỉ

Trong giao thức IP việc nhận diện các máy được thực hiện thông qua các địa chỉ của máy. Địa chỉ này nằm trong hệ thống đánh địa chỉ được dùng để quản lý các máy cũng như việc truy xuất từng máy.

Có ba khái niệm địa chỉ:

- Địa chỉ logic (Logical address) chính là IP address được sử dụng 32 bit để đánh địa chỉ của máy. Địa chỉ này do tổ chức IAB quản lý và mỗi địa chỉ được cấp duy nhất cho một máy.

- Địa chỉ vật lý (Physical address) chính là địa chỉ phần cứng của một node nằm trong mạng (ví dụ Ethernet là 48 bit) địa chỉ này là địa chỉ duy nhất nằm trong một mạng LAN hay WAN.

- Địa chỉ cổng (Port address) gán nhãn cho các dịch vụ đồng thời.

Hệ thống đánh địa chỉ dùng để định danh duy nhất cho tất cả các máy. Mỗi máy được gán một địa chỉ số nguyên 32 bit duy nhất và địa chỉ này cũng chỉ được dành riêng cho máy đó. Máy sử dụng địa chỉ này trong tất cả các môi liên lạc của nó.

32 bit địa chỉ này được phân thành các lớp như sau:

- **Lớp A:** Dùng 1 byte đầu tiên để đánh địa chỉ mạng (bit đầu tiên của byte thứ nhất là 0) và 3 byte tiếp theo để đánh địa chỉ host trong mạng. Lớp này dùng cho các

mạng có số trạm cực lớn. Nó cho phép định danh $2^7 - 2$ mạng (do hai địa chỉ mạng 00000000 và 11111111 là không dùng vì 00000000: là địa chỉ dùng chung trong một mạng và 11111111 là địa chỉ quảng bá trong một mạng) và tối đa $2^{24} - 2$ host trên mỗi mạng.

Lớp A:

0	Net ID	Host ID
---	--------	---------

Lớp B:

1	0	Net ID	Host ID
---	---	--------	---------

Lớp C:

1	1	0	Net ID	Host ID
---	---	---	--------	---------

Lớp D:

1	1	1	0	Địa chỉ Multicast
---	---	---	---	-------------------

Lớp E:

1	1	1	1	0	Dự phòng cho tương lai
---	---	---	---	---	------------------------

Hình 2.1: Phân lớp địa chỉ IP

➤ **Lớp B:** Dùng 2 byte đầu tiên để đánh địa chỉ mạng (hai bit đầu tiên của byte thứ nhất là 10) và 2 byte tiếp theo để đánh địa chỉ host trong mạng. Lớp này cho phép định danh $2^{14} - 2 = 16382$ mạng với tối đa $2^{16} - 2 = 65534$ host trên mỗi mạng.

➤ **Lớp C:** Dùng 3 byte đầu tiên để đánh địa chỉ mạng (ba bit đầu tiên của byte thứ nhất là 110) và một byte tiếp theo dùng để đánh địa chỉ host trong mạng. Lớp này cho phép định danh $2^{21} - 2$ mạng với tối đa 254 host trên mỗi mạng.

➤ **Lớp D:** Dùng để gửi IP Datagram tới một nhóm các host trên một mạng. Bốn bit đầu tiên của byte thứ nhất là 1110.

➤ **Lớp E:** Dự phòng để dùng cho tương lai. Năm bit đầu tiên của byte thứ nhất là 11110

Mỗi địa chỉ IP là một cặp Net ID và Host ID với Net ID xác định một mạng và Host ID để xác định một máy ở trên mạng đó. Một địa chỉ ID mà có Host ID = 0 dùng để hướng tới mạng định danh bởi vùng Net ID. Một địa chỉ ID có Host ID gồm toàn số 1 được dùng để hướng tới tất cả các Host nối vào mạng được định danh Net ID, và nếu vùng Net ID cũng gồm toàn số 1 thì nó hướng tới tất cả các host trên tất cả các mạng.

Địa chỉ IP có độ dài 32 bit thường được chia thành 4 vùng (mỗi vùng một byte) và biểu diễn dưới dạng ký hiệu thập phân có dấu chấm (.) ngăn cách giữa các vùng. Nhìn vào các giá trị thập phân có thể biết được máy tính đó thuộc lớp địa chỉ nào (A, B, C, D, E) như bảng 2.1

Bảng 2.1: Miền giá trị của từng lớp địa chỉ

Lớp	Địa chỉ nhỏ nhất	Địa chỉ lớn nhất
Lớp A	0.0.0.0	127.255.255.255
Lớp B	128.0.0.0	191.255.255.255
Lớp C	192.0.0.0	223.255.255.255
Lớp D	224.0.0.0	239.255.255.255
Lớp E	240.0.0.0	255.255.255.255

Địa chỉ logic giúp đơn giản hoá việc quản lý và cấp phát địa chỉ nhưng các máy chỉ có thể liên lạc với nhau khi biết địa chỉ phần cứng của nhau. Vì vậy người ta sử dụng giao thức ARP (Address Resolution Protocol: Giao thức chuyển đổi địa chỉ) để ánh xạ địa chỉ IP thành địa chỉ vật lý khi gửi các gói tin qua mạng. Đồng thời máy cũng phải xác định địa chỉ IP của mình ngay sau khi khởi động nhờ giao thức RARP (Reverse Address Resolution Protocol: Giao thức chuyển đổi địa chỉ ngược).

2.1.2 Các kiểu địa chỉ phân phát gói tin

Có ba loại địa chỉ để phân phát gói tin:

➤ **Unicast:**

Datagram đến một máy xác định vì thế nó có đầy đủ cả Net ID và Host ID ở địa chỉ đích.

➤ **Broadcast:** Có hai dạng sau:

. Direct Broadcast Address: Dùng để một router gửi datagram đến tất cả các máy thuộc mạng được xác định theo địa chỉ có Net ID và Host ID bằng 1

. Limited Broadcast Address: Dùng để một máy trên mạng gửi datagram tới tất cả các máy thuộc mạng đó trên phần địa chỉ đích có Host ID bằng 0.

➤ **Multicast**

Dùng địa chỉ lớp D để phát datagram đến một nhóm các máy tính xác định. Các máy tính này có thể cùng thuộc một mạng hoặc thuộc tất cả các mạng khác nhau.

2.1.3 Mobile IP

Một nhược điểm của địa chỉ IP là nó còn mang thông tin mạng (phần Net ID) nên địa chỉ tham chiếu đến các liên kết chứ không phải là các máy tính. Vì thế khi máy tính di chuyển từ mạng này sang mạng khác thì địa chỉ IP của nó cũng thay đổi theo. Để một máy tính xách tay có thể kết nối vào mạng Internet và có thể di chuyển từ mạng này sang mạng khác mà không thay đổi địa chỉ IP người ta đưa ra khái niệm Mobile IP.

Đó là, trong một máy tính được cung cấp hai địa chỉ: Địa chỉ đầu có thể coi là địa chỉ cơ bản của máy có liên quan đến mạng gốc của máy là cố định và thường trực. Địa chỉ thứ hai được xem như là địa chỉ phụ là tạm thời và nó thay đổi khi máy tính di dời sang mạng khác và chỉ hợp lệ khi máy tính đang nối vào một mạng nào đó. Khi máy tính di chuyển đến một mạng mới thì nó phải được lấy địa chỉ tạm thời

và gửi địa chỉ này vào một đại lý đặt tại mạng gốc. Khi đó hoạt động của máy tính trên mạng như sau: Nó tạo các datagram gửi đến một máy thì địa chỉ đích là địa chỉ của máy cần gửi và địa chỉ nguồn là địa chỉ gốc của nó. Khi có máy khác cần gửi dữ liệu đến nó thì không thể gửi trực tiếp đến mà phải gửi qua bộ định tuyến có chức năng đại lý kết nối vào mạng gốc. Đại lý này sẽ kiểm tra bảng của nó về các máy tính đang ở trong mạng gốc hay ở mạng nào, rồi sẽ chuyển dữ liệu đến. Mobile IP chỉ hiệu quả trong tình huống một máy ít di chuyển và ở nguyên ở vị trí mới nào đó trong một thời gian tương đối dài, đặc biệt khi đang truy cập mạng và trao đổi dữ liệu (khác với điện thoại di động có thể di chuyển liên tục).

2.1.4 Địa chỉ mạng con (Subnet)

Trong mô hình phân lớp địa chỉ IP ở trên thì mỗi mạng vật lý được gán địa chỉ mạng duy nhất, và mỗi máy tính trên mạng đó sẽ có phần tiền tố địa chỉ chính đó là địa chỉ của mạng đó

Ưu điểm chính của việc phân chia địa chỉ IP thành hai phần là làm cho kích thước của bảng định tuyến giảm. Đó là nhờ thay vì lưu trữ tất cả các đường đi đến từng máy, mỗi đường một dòng, bảng định tuyến có thể lưu trữ một dòng cho mỗi mạng và chỉ kiểm tra phần mạng của địa chỉ đích khi thực hiện các quyết định định tuyến. Phần địa chỉ Host chỉ được kiểm tra khi đã xác định được datagram này có đích là đúng mạng.

Với sự phát triển của mạng Internet toàn cầu, số lượng máy tính cũng tăng lên nhanh chóng nên kích thước bảng định tuyến là rất lớn. Ngoài ra, mô hình địa chỉ ban đầu không dung nạp được tất cả các mạng hiện có trên Internet. Đặc biệt là địa chỉ lớp B. Yêu cầu đặt ra là phải mở rộng địa chỉ lớp B. Có nhiều cách khác nhau như proxy ARP (Address Resolution Protocol), sử dụng các bộ định tuyến trong suốt... Nhưng phổ biến và được dùng rộng rãi trên mạng Internet hơn cả là kỹ thuật đánh địa chỉ mạng con. Lúc này, thay cho địa chỉ IP chỉ gồm có hai phần Net ID và Host ID thì phần Host ID lại được chia thành Subnet ID và Host ID.

Ví dụ: Địa chỉ lớp B có 16 bit Host ID được chia thành 8 bit Subnet ID và Host ID.

1	0	Net ID	Subnet ID	Host ID
---	---	--------	-----------	---------

Hình 2.2: Địa chỉ mạng con của địa chỉ lớp B

Không có quy định nào về việc sử dụng bao nhiêu bit cho Subnet ID. Vì thế, phần Subnet ID thường có độ dài biến đổi tùy thuộc vào yêu cầu sử dụng của từng tổ chức. Vì vậy, ngoài địa chỉ IP, một Host còn phải biết được có bao nhiêu bit sử dụng cho Subnet ID và bao nhiêu cho Host ID. Để giải quyết vấn đề này người ta sử dụng mặt nạ mạng con (Subnet mask).

Subnet mask là một dãy 32 bit bao gồm các bit 1 chỉ phần net ID và subnet ID, các bit 0 chỉ phần host ID. Subnet mask thường được biểu diễn dưới dạng cơ số 16.

Ví dụ: Một máy địa chỉ lớp B có subnet mask là $0xFFFFFC0 = 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 1100\ 0000$ thì nó có 16 bit net ID và 10 bit subnet ID cùng với 6 bit host ID.

2.1.5 Cấu trúc tổng quan của một IP datagram trong IPv4

Ver	HL	TOS	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
TTL		Protocol	Header Checksum	
Source IP Address				
Destination IP Address				
Options (nếu cần)			Padding (nếu cần)	
Data				

Hình 2.3: Cấu trúc của một datagram trong phiên bản IPv4

Hình 2.3 là cấu trúc của một datagram trong phiên bản IPv4. Việc xử lý datagram xảy ra trong phần mềm, nội dung và định dạng của nó không ràng buộc bởi bất kỳ phần cứng nào. Vì vậy, nó đáp ứng được yêu cầu của mạng Internet là hoàn toàn độc lập với các chi tiết cấp thấp.

Ý nghĩa của các trường như sau:

- **Ver:** Gồm có 4 bit.

Chứa giá trị của phiên bản giao thức IP đã dùng để tạo datagram. Nó đảm bảo cho máy gửi, máy nhận và các bộ định tuyến cùng thống nhất với nhau về định dạng gói datagram. Tất cả các phần mềm IP được yêu cầu kiểm tra vùng phiên bản trước khi xử lý datagram để đảm bảo nó phù hợp với định dạng mà phần mềm đang sử dụng. Nếu chuẩn bị thay đổi, máy tính sẽ từ chối những datagram có phiên bản khác để tránh hiểu sai nội dung của datagram.

Với IPv4 thì giá trị thường xảy ra là (0100).

- **HL:** (Header Length) gồm có 4 bit

Cung cấp thông tin về độ dài vùng tiêu đề của datagram, được tính theo các từ 32 bit. Ta nhận thấy, tất cả các trường trong tiêu đề có độ dài cố định trừ hai trường hợp Options và Padding tương ứng. Phần tiêu đề thông thường nhất, không có Options và Padding, dài 20 octet và giá trị trường độ dài sẽ bằng 5.

- **TOS:** (Type of Service) gồm có 8 bit:

Xác định cách các datagram được xử lý nhờ vùng Identification của datagram đó.

	0	2	3	4	5	6	7
Precedence	D	T	R	0	0		

Hình 2.4: Trường TOS

+ Precedence(3 bit): Xác định độ ưu tiên của datagram, cho phép nơi gửi xác định độ quan trọng của mỗi datagram. Nó cung cấp cơ chế cho phép điều khiển

thông tin, nghĩa là khi mạng có hiện tượng tắc nghẽn hay quá tải xảy ra thì những datagram có độ ưu tiên cao sẽ được ưu tiên phục vụ. 000 là độ ưu tiên thấp nhất, 111 là độ ưu tiên mức điều khiển mạng.

+ D – Delay(1 bit): D=0 độ trễ thông thường.

D=1 độ trễ thấp.

+ T – Throughput(1 bit): T= 0 lưu lượng thông thường.

T=1 lưu lượng cao.

+ R – Reliability(1 bit): R=0 độ tin cậy thông thường.

R=1 độ tin cậy cao.

+ Hai bit cuối cùng dùng để dự trữ, chưa sử dụng.

Các phần mềm TCP/IP hiện nay thường cung cấp tính năng TOS mà tính năng này lại được tạo bởi các hệ thống mới. Các giao thức định tuyến mới như OSPF (Open Shortest Path First) và IS – IS sẽ đưa ra các quyết định định tuyến dựa trên cơ sở trường này.

➤ **Total Length:** (gồm có 16 bit):

Cho biết độ dài IP datagram tính theo octet bao gồm cả phần tiêu đề và phần dữ liệu. Kích thước của trường dữ liệu được tính bằng cách lấy Total Length trừ đi HL. Trường này có 16 bit nên cho phép độ dài của datagram có thể lên đến 65535octet. Tuy nhiên, các tầng liên kết sẽ phân mảnh chúng vì hầu hết các host chỉ có thể làm việc với các datagram có độ dài tối đa là 576 byte.

➤ **Identification:** (gồm có 16 bit):

Chứa 1 số nguyên duy nhất xác định datagram do máy gửi gán cho datagram đó. Giá trị này hỗ trợ trong việc ghép nối các fragment của một datagram. Khi một bộ định tuyến phân đoạn một datagram, nó sẽ sao chép hầu hết các vùng tiêu đề của datagram vào mỗi fragment trong đó có cả Identification. Nhờ đó, máy đích sẽ biết được fragment đến thuộc vào datagram nào. Để thực hiện gán giá trị trường

Identification, một kỹ thuật được sử dụng trong phần mềm IP là lưu giữ một bộ đếm trong bộ nhớ, tăng nó lên mỗi khi có một datagram mới được tạo ra và gán kết quả cho vùng Identification của datagram đó.

- **Flags:** (gồm có 3 bit): Tạo các cờ điều khiển khác nhau.

0	1	2
0	DF	MF

Hình 2.5: Trường Flags

- Bit 0: dự trữ, được gán giá trị 0.
- Bit 1: DF →DF=0: có thể phân mảnh.
→DF=1: không phân mảnh.
- Bit 2: MF →MF=0: fragment cuối cùng.
→MF=1: vẫn còn fragment.

DF là bit không phân mảnh vì khi DF=1 thì không có nghĩa rằng không nên phân mảnh datagram. Bất cứ khi nào một bộ định tuyến cần phân mảnh một datagram mà không có bit phân mảnh độc lập, bộ định tuyến sẽ hủy bỏ datagram và gửi thông báo lỗi trở về nơi xuất phát.

MF gọi là bit vẫn còn fragment. Để hiểu vì sao chúng ta cần đến bit này, xét phần mềm IP tại đích cuối cùng đang cố gắng kết hợp lại một datagram. Nó sẽ nhận các fragment (có thể không theo thứ tự) và cần biết khi nào nhận được tất cả fragment của một datagram. Khi một fragment đến, trường Total Length trong tiêu đề là để chỉ độ dài của fragment chứ không phải là độ dài của datagram ban đầu nên máy đích không thể dùng trường Total Length để biết nó đã nhận đủ các fragment hay chưa? Bit MF sẽ phải giải quyết vấn đề này: khi máy đích nhận được fragment với MF=0 nó biết rằng fragment phải chuyển tải dữ liệu thuộc phần cuối cùng của datagram ban đầu. Từ các trường Fragment Offset và Total Length, nó có thể tính độ dài của datagram ban đầu. Và bằng cách kiểm tra 2 trường này tất cả các fragment

đến, máy nhận sẽ biết được các fragment đã nhận được đủ để kết hợp lại thành datagram ban đầu hay chưa.

➤ **Fragment Offset:** (gồm có 13 bit):

Trường này chỉ vị trí fragment trong datagram. Nó tính theo đơn vị 8 octet một (64 bit). Như vậy, độ dài của các fragment phải là bội số của 8 octet trừ fragment cuối cùng. Fragment đầu tiên có trường này bằng 0.

➤ **TTL:** Time to Live (gồm có 8 bit)

Trường này xác định thời gian tối đa mà datagram được tồn tại trong mạng tính theo đơn vị thời gian là giây. Tại bất cứ một router nào nó đều giảm 1 đơn vị khi xử lý tiêu đề datagram và cả thời gian mà datagram phải lưu lại trong router (đặc biệt khi router bị quá tải), ngoài ra tính cả thời gian router truyền trên mạng. Khi giá trị này bằng 0 thì datagram sẽ bị hủy. Vì vậy, giá trị này phải đảm bảo đủ lớn để datagram có thể truyền được từ nguồn tới đích. Để thực hiện điều này trước khi truyền các datagram từ nguồn tới đích sẽ có 1 bản tin ICMP quay lại nguồn để thông báo tăng thêm thời gian cho các datagram truyền sau đó. Đây là một trường quan trọng vì nó sẽ đảm bảo các IP datagram không bị quẫn trong mạng. Công nghệ hiện nay gán giá trị cho trường Time to Live là số router lớn nhất mà các datagram phải truyền qua khi đi từ nguồn tới đích. Mỗi khi datagram đi qua một router thì giá trị của trường này sẽ giảm đi 1. Và khi giá trị của trường này bằng 0 thì datagram bị hủy.

➤ **Protocol:**(gồm có 8 bit)

Giá trị trường này xác định giao thức cấp cao nào (TCP, UDP hay ICMP) được sử dụng để tạo thông điệp để truyền tải trong phần Data của IP datagram. Về thực chất, giá trị của trường này đặc tả định dạng của trường Data.

➤ **Header Cheksum**(gồm có 16 bit):

Trường này chỉ dùng để kiểm soát lỗi cho tiêu đề IP datagram. Trong quá trình truyền, tại các router sẽ tiến hành xử lý tiêu đề nên có một số trường bị thay đổi

(như Time to Live) vì thế nó sẽ kiểm tra và tính toán lại tại mỗi điểm này. Thuật toán tính toán như sau: Đầu tiên, giá trị của trường này được gán bằng 0. Sau đó, tiêu đề IP datagram sẽ được chia thành từng 16 bit và được cộng với nhau theo từng vị trí bit. Kết quả được gán choChecksum. Đầu thu (kể cả tại các router và đích) sẽ tiến hành cộng tất cả các từ 16 bit của tiêu đề IP datagram (cả trường checksum) nhận được. Nếu bằng 0 thì kết quả truyền là tốt, khác 0 thì kết quả truyền có sai lỗi.

➤ **Source IP Address:** (gồm có 32 bit):

Xác định địa chỉ IP nguồn của IP datagram. Nó không thay đổi trong suốt quá trình datagram được truyền.

➤ **Destination IP Address:** (gồm có 32 bit)

Xác định địa chỉ IP đích của IP datagram. Nó không thay đổi trong suốt quá trình datagram được truyền.

➤ **Options:** (có độ dài thay đổi):

Trường này chứa danh sách các thông tin được lựa chọn cho datagram. Nó có thể có hoặc không có, chứa một lựa chọn hay nhiều lựa chọn. Các lựa chọn hiện có gồm:

- + Chọn lựa bảo an và kiểm soát thẩm quyền.
- + Chọn lựa bản ghi định tuyến.
- + Chọn lựa ghi nhận thời gian.
- + Chọn lựa nguồn định tuyến.

➤ **Padding:** (có độ dài thay đổi):

Trường này được sử dụng để đảm bảo cho tiêu đề của IP datagram luôn là bội của 32 bit(bù cho trường Options có độ dài thay đổi). Nhờ đó đơn giản cho phần cứng trong xử lý tiêu đề của IP datagram.

➤ **Data:** (độ dài thay đổi):

Mang dữ liệu của lớp trên, có độ dài tối đa là 65535 byte.

Tiêu đề với các trường có độ dài cố định có thể tăng tốc độ xử lý bằng cách cứng hóa quá trình xử lý thay cho xử lý bằng phần mềm. Tuy nhiên, việc sử dụng phần cứng sẽ làm tăng chi phí thiết bị cũng như không mềm dẻo bằng phần mềm khi có những điều kiện bị thay đổi.

2.1.6 Phân mảnh và tái hợp

2.1.6.1 Phân mảnh

Các IP datagram có độ dài tối đa là 65535byte. Nhưng trong thực tế, frame của các liên kết truyền dẫn có các kích thước vùng dữ liệu bị giới hạn. Giá trị này gọi là đơn vị truyền dẫn lớn nhất MTU của liên kết. Mặt khác, các datagram lại phải qua nhiều liên kết khác nhau trước khi đến đích nên MTU cũng thay đổi theo từng liên kết. MTU có giá trị nhỏ nhất trong các MTU của các liên kết tạo nên đường truyền dẫn được gọi là path MTU (MTU của đường truyền). Các datagram có thể định tuyến theo các con đường khác nhau nên path MTU giữa 2 host không phải là hằng số. Nó sẽ phụ thuộc vào tuyến đường lựa chọn định tuyến tại thời gian đang sử dụng. Path MTU hướng thuận khác với path MTU hướng ngược.

Để các datagram có thể đóng gói vào các frame của tầng liên kết thì IP phải có khả năng phân mảnh datagram thành các fragment có kích thước phù hợp. Việc phân mảnh có thể ở ngay nguồn hay ở các bộ định tuyến mà tại đó datagram có kích thước lớn hơn kích thước vùng dữ liệu của frame. Các fragment đầu sẽ có kích thước tối đa sao cho vừa với vùng dữ liệu của frame, riêng fragment cuối cùng sẽ là phần dữ liệu còn lại(nhỏ hơn hoặc bằng vùng dữ liệu của frame). Quá trình phân mảnh được thực hiện nhờ các trường Flag, Fragment Offset và làm thay đổi các trường Total Length, Header Checksum.

2.1.6.2 Tái hợp

Các fragment được truyền như những datagram độc lập cho đến máy đích mới được tái hợp lại. Thực hiện tái hợp sẽ nhờ vào trường Flag để biết được Fragment cuối cùng cũng như sử dụng Identification, Source Address, Destination

Address và Protocol giống nhau thì sẽ thuộc cùng vào một datagram để truyền lên lớp cao.

Chỉ khi phía thu nhận đủ fragment thì mới thực hiện quá trình tái hợp. Vì vậy, cần có các bộ đệm, một bảng theo bit chỉ các khối fragment đã nhận được, một bộ đếm thời gian tái hợp. Dữ liệu của fragment được đặt vào 1 bộ đệm dữ liệu và vị trí của nó phụ thuộc vào Fragment Offset, bit trong bảng tương ứng với Fragment nhận được sẽ được lập. Nếu nhận được fragment đầu tiên có Fragment Offset bằng 0 tiêu đề của nó được đặt vào bộ đệm tiêu đề. Nếu nhận được fragment cuối cùng (có MF của trường fragment bằng 0) thì độ dài tổng sẽ được tính. Khi đã nhận đủ các Fragment (biết được bằng cách kiểm tra các bit trong bảng bit khối Fragment) thì sau đó các datagram được gửi lên tầng trên. Mặt khác, bộ đếm thời gian tái hợp nhận giá trị lớn nhất là giá trị của bộ đếm thời gian tái hợp hiện thời hoặc giá trị của trường Time to Live trong Fragment.

Chú ý: Trong quá trình tái hợp, nếu bộ đếm thời gian tái hợp đã hết thì các tài nguyên phục vụ cho quá trình tái hợp (các bộ đệm, một bảng theo bit chỉ các khối fragment đã nhận được) sẽ bị giải phóng, các fragment đã nhận được sẽ bị hủy mà không xử lý gì về datagram. Khi tái hợp, giá trị khởi đầu của bộ đếm thời gian tái hợp của bộ đếm thường thấp hơn giới hạn thời gian thực hiện tái hợp. Đó là vì thời gian thực hiện tái hợp sẽ tăng lên nếu Time to Live trong fragment nhận được lớn hơn giá trị hiện thời của bộ đếm thời gian tái hợp nhưng nó lại không giảm nếu nhỏ hơn.

Đối với các datagram có kích thước nhỏ, trong quá trình truyền không phải bị phân mảnh (có trường Fragment Offset và vùng MF của trường Flag bằng 0) thì phía thu không cần thực hiện tái hợp mà datagram được gửi luôn lên tầng trên.

Việc chỉ tái hợp các fragment ở đích cuối cùng có những hạn chế sau: sau khi phân mảnh các fragment có thể đi qua mạng có MTU (Maximum Transmission Unit: Đơn vị truyền dẫn lớn nhất) lớn hơn, do đó không tận dụng được hiệu quả truyền dẫn. Ngoài ra, như ta đã biết các fragment chỉ được tái hợp lại khi đã nhận

đủ. Với số lượng fragment lớn thì xác suất mất fragment cao hơn, khi đó kéo theo xác suất mất datagram cũng cao vì chỉ cần một fragment không về đến đích trước khi bộ đếm thời gian bằng không thì toàn bộ datagram sẽ mất.

Nhưng việc kết hợp các gói tin tại đích sẽ giúp cho chức năng của các router đơn giản hơn, xử lý nhanh hơn và tránh được tình trạng tái hợp rồi phân mảnh. Vì thế, cơ cấu này vẫn được sử dụng trong IP.

2.1.7 Định tuyến

Định tuyến là một trong các chức năng quan trọng của IP. Datagram sẽ được định tuyến bởi host tạo ra nó và có thể còn có một số host khác (có chức năng như các router). Sau đây, sẽ tìm hiểu định tuyến trong IP.

2.1.7.1 Cấu trúc bảng định tuyến

Thành phần cơ bản được sử dụng trong quá trình định tuyến đó là bảng định tuyến. Hình 2.6 thể hiện cấu trúc của bảng định tuyến.

Mask	Destination Add	Next Hop Add	Flag	Reference cout	Use	Interface
.....
.....

Hình 2.6: Cấu trúc bảng định tuyến.

Các thành phần trong bảng định tuyến gồm có:

- **Mask:** Subnetmask được dùng cho địa chỉ IP của máy đích.
- **Destination Add:** Địa chỉ IP của máy đích.
- **Next Hop Add:** Địa chỉ của router tiếp theo (next hop router) trên đường truyền.
- **Flag:** Là các cờ dùng để báo hiệu. Có 5 loại cờ khác nhau đó là: U, G, H, D, M. Cụ thể như sau:

- U: Khi được lập có nghĩa là các router tiếp theo đang còn chạy.
- G: - Khi được lập có nghĩa là tuyến của datagram phải đi qua một router (Undirect delivery).
 - Khi tất có nghĩa là datagram được truyền trực tiếp đến máy đích (direct delivery). Tức là, máy đích nằm trên cùng một mạng vật lý với máy nguồn hay với router có nhiệm vụ định tuyến cho datagram đó. Khi này, cột Next hop Add sẽ có địa chỉ của giao diện đầu ra. Nếu máy đích nối trực tiếp vào mạng thì đó là địa chỉ đích.
- H: Khi lập sẽ chỉ định tuyến đến một host tức là cột Destination Add là một địa chỉ host. Nếu không chỉ định tuyến đến một mạng, cột Destination Add là một địa chỉ mạng: chỉ sử dụng phần net ID hay kết hợp net ID và subnet ID.
- D: Khi được lập chỉ rằng các thông tin định tuyến đã được cập nhật vào bảng định tuyến.
- M: Khi được lập chỉ rằng các thông tin thay đổi trong bảng định tuyến đã được ghi chú lại.
 - **Reference cout:** Chỉ ra các số dịch vụ đang kết nối vào đường truyền tại cùng một thời điểm với địa chỉ là Destination Add.
 - **Use:** Chỉ ra số các gói tin được truyền qua router để đến một đích
 - **Interface:** Là tên của giao diện.

Địa chỉ 0.0.0.0 được sử dụng để xác định là tuyến mặc định trong bảng định tuyến.

Độ phức tạp của bảng định tuyến phụ thuộc vào cấu hình mạng. Độ phức tạp được chia thành các mức độ sau:

- Trường hợp đơn giản nhất là chỉ có một máy duy nhất, máy này không được nối vào mạng nào cả. Trong trường hợp này, bảng định tuyến chỉ có đầu ra sử dụng giao diện loopback.

- Một host được kết nối đến một mạng LAN độc lập chỉ cho phép truy cập đến các host trên mạng đó. Bảng định tuyến gồm có hai đường: một cho giao diện loopback và một cho mạng LAN

- Các mạng chỉ nối với nhau qua một router duy nhất. Khi đó bảng định tuyến thường sử dụng điểm đầu ra mặc định đến chính router này.

- Cuối cùng, có thêm các tuyến host – specific và network – specific.

2.1.7.2 Nguyên tắc định tuyến trong IP

Định tuyến trong IP có hai loại:

- Định tuyến động.
- Định tuyến tĩnh.

➤ **Định tuyến tĩnh**

Phương pháp định tuyến tĩnh sử dụng một bảng định tuyến (cấu trúc đã trình bày ở phần 2.1.7.1 phía trên) để lưu trữ thông tin về các đích có thể đến và làm sao có thể đến được đó. Vì cả máy tính và router đều phải chuyển datagram nên cả hai đều phải có các bảng định tuyến. Để chuyển datagram đi thì trước hết phải tìm thông tin trong bảng định tuyến. Có ba bước tìm kiếm thông tin trong bảng định tuyến theo thứ tự như sau:

+ Tìm xem có host nào có địa chỉ phù hợp với địa chỉ đích không (trùng hợp cả vùng net ID và vùng host ID). Khi này có thể truyền trực tiếp datagram tới đích.

+ Tìm xem có host nào có địa chỉ phù hợp với địa chỉ đích không (trùng hợp vùng net ID). Lúc này, datagram được gửi tới router (được xác định tại cột Next hop address) hay giao diện kết nối trực tiếp (được xác định tại cột Interface) với mạng trên.

+ Tìm kiếm một đầu ra mặc định (đầu ra mặc định trong bảng định tuyến thường được xác định là một địa chỉ mạng). Datagram được gửi ra theo Next hop router được xác định tương ứng với dòng này.

Nếu không bước nào thực hiện được thì datagram sẽ không được chuyển đi. Nếu datagram đang trên host tạo ra nó thì xảy ra lỗi: *host unreachable*. Hay là lỗi: *network unreachable* sẽ được gửi về ứng dụng đã tạo ra datagram này.

➤ **Định tuyến động**

Định tuyến động là công nghệ tối ưu bởi nó thích ứng với những điều kiện thay đổi của mạng. Các router sử dụng các giao thức định tuyến động để trao đổi các thông tin cần thiết cho nhau. Quá trình trao đổi thông tin này sẽ thực hiện cập nhật bảng định tuyến cho các router. Và việc định tuyến sau đó lại dựa vào thông tin của bảng định tuyến vừa được cập nhật.

Bộ định tuyến sử dụng các số liệu được đánh giá theo một chỉ tiêu nào đó để xây dựng đường dẫn tối ưu giữa 2 host. Các chỉ tiêu có thể là: khoảng cách ngắn nhất, giá thành rẻ nhất... Khi đó, nếu có nhiều tuyến để đi đến đích thì thông tin về đường đi tốt nhất sẽ được cập nhật vào bảng. Đặc biệt khi có một liên kết trên tuyến bị lỗi, tuyến đó sẽ được bỏ đi và thay thế bằng 1 tuyến khác nên đã khắc phục được lỗi.

Có nhiều giao thức định tuyến khác nhau sử dụng các thuật toán khác nhau để xác định đường đi tối ưu tới đích. Các thuật toán đó là: thuật toán vector khoảng cách DVA (Distance Vector Algorithm) và thuật toán trạng thái kết nối LSA (Link State Algorithm). Trong đó, các giao thức sử dụng thuật toán DVA thường chỉ dùng cho các mạng có phạm vi nhỏ.

Các mạng của một nhà cung cấp sử dụng chung giao thức định tuyến để trao đổi thông tin giữa các router. Các giao thức này được gọi là giao thức trong công IGP (Internal Gateway Protocol). Các loại giao thức IGP bao gồm: giao thức RIP (Routing Information Protocol) dựa trên thuật toán DVA, giao thức lựa chọn đường đi ngắn nhất OSPF (Open Shortest Path First).

Giao thức node trung gian tới node trung gian IS – IS (Intermediate System - to - Intermediate System) là những giao thức IGP được sử dụng thay thế cho giao thức RIP và dựa trên thuật toán LSA.

Để trao đổi thông tin giữa các router thuộc các nhà cung cấp khác nhau người ta sử dụng các giao thức định tuyến chung gọi là giao thức định tuyến ngoài cổng EGP (External Gateway Protocol).Thế hệ mới hiện nay đã được sử dụng là giao thức cổng biên BGP (Border Gateway Protocol).

2.2 Giao thức IP version 6 (IPv6)

2.2.1 Sự ra đời của IP version 6 (IPv6)

Giao thức lớp mạng trong dãy giao thức TCP/IP được dùng hiện nay là IP version4 (IPv4) và được ra đời từ những năm 1970. IPv4 cung cấp sự truyền dẫn host - to - host giữa các hệ thống trong mạng Internet. Mặc dù IPv4 được thiết kế khá hoàn chỉnh, việc truyền số liệu kể từ khi IPv4 ra đời và tồn tại cho đến ngày nay mà không có sự thay đổi gì nhiều. Nhưng với sự phát triển chóng mặt của Internet, IPv4 không còn phù hợp bởi vì nó còn có một số điểm chưa hoàn thiện sau:

- Không gian địa chỉ sắp cạn kiệt, đặc biệt là địa chỉ lớp B.
- Cấu trúc bảng định tuyến không phân lớp. Vì thế, khi số lượng mạng tăng lên thì đồng thời kích thước bảng định tuyến tăng.

- Mạng truyền dẫn Internet yêu cầu về thời gian thực cao trong truyền dẫn hình ảnh và âm thanh do ngày càng có nhiều dịch vụ khác nhau sử dụng IP. Loại truyền dẫn này yêu cầu độ trễ nhỏ nhất và khả năng dự trữ về tài nguyên không được cung cấp trong cấu trúc của IPv4. Khắc phục những thiếu sót trên IPv6 được ra đời và hiện nay là một phiên bản chuẩn. Trong IPv6, mạng Internet được thay đổi nhiều để phù hợp với sự phát triển. Định dạng và chiều dài của các địa chỉ IP được thay đổi cho phù hợp với định dạng của gói tin. Các giao thức liên quan như ICMP (Internet Control Message Protocol: Giao thức bản tin điều khiển Internet) cũng được biến đổi. Các giao thức khác trong lớp mạng như ARP, RARP và IGMP hoặc là được xóa bỏ hoặc là được thêm vào giao thức ICMP. Các giao thức định tuyến như RIP và OSPF cũng thay đổi để phù hợp với sự biến đổi trên. Theo dự đoán thì IPv6 và các giao thức liên quan sẽ thay thế phiên bản IP hiện nay. Sau đây là trình bày về IPv6.

2.2.2 Khuôn dạng datagram IPv6

Giống như IPv4, IPv6 cũng định dạng cho các datagram của mình. Hình 2.7 là cấu trúc của một datagram trong phiên bản IPv6

0	34	78	15	16	23	24	31
Ver	Prio	Flow label					
Payload Length				Next Header	Hop Limit		
TTL		Protocol		Header Checksum			
Source Address							
Destination Address							
Data							

Hình 2.7: Định dạng datagram của IPv6

Ý nghĩa của các trường trong cấu trúc như sau:

➤ **Ver:** (4 bit) Chứa giá trị của phiên bản giao thức IP đã dùng để tạo datagram. Với IPv6 thì trường giá trị này sẽ là 0110.

➤ **Prio:** (4 bit) Chỉ thị mức độ ưu tiên trong quá trình phân phát của datagram.

- Giá trị từ 0 đến 7: mức độ ưu tiên của lưu lượng còn yêu cầu phía phát điều khiển nghẽn lưu lượng. Đây là những lưu lượng có thể phát lại nếu tắc nghẽn xảy ra thường sử dụng cho các dịch vụ truyền không lỗi.

- Giá trị từ 8 đến 15: Mức độ ưu tiên của lưu lượng không yêu cầu phía phát thực hiện điều khiển tắc nghẽn lưu lượng. Đây là những yêu cầu thời gian thực.

➤ **Flow Label:** (24 bit) Đây là một giá trị khác 0 được phía nguồn gán cho các datagram thuộc một luồng cụ thể có yêu cầu router xử lý đặc biệt (các dịch vụ có QoS hay dịch vụ không lỗi) và để điều khiển.

➤ **Payload Length:** (16 bit) Chỉ độ dài của phần tải tin và bất kỳ tiêu đề của phần mở rộng nào nằm tiếp theo phần tiêu đề cơ bản của IPv6 (không bao gồm phần tiêu đề cơ bản của datagram IPv6). Đơn vị tính theo từng octet. Như vậy, một datagram IPv6 có phần độ dài tải tối đa là 65535 byte nên có thể chứa khoảng 64 Kb để tải số liệu hữu hiệu. Nếu bằng 0 nó ngụ ý rằng độ dài tải tin được đặt trong lựa chọn hop - by - hop cho tải tin lớn hơn Jumbo Payload.

➤ **Next Header:** (8 bit) Chỉ loại tiêu đề được sử dụng ngay sau tiêu đề cơ bản của IPv6. Nó có thể là tiêu đề mở rộng hay tiêu đề của tầng truyền tải (khi đó các giá trị giống như trường Protocol trong IPv4) hay thậm chí là chỉ trường tải dữ liệu.

➤ **Hop Limit:** (8 bit) Giá trị của trường này giảm đi 1 mỗi khi datagram được chuyển tiếp qua một Router. Datagram sẽ bị hủy nếu giá trị này bằng 0, (gần giống như Trường Time to Live trong IPv4).

➤ **Source Address:** (128 bit) Xác định địa chỉ IP nguồn của IPv6 datagram. Nó không thay đổi trong suốt quá trình datagram được truyền.

➤ **Destination Address:** (128 bit) Xác định địa chỉ IP đích của IPv6 datagram. Nó không thay đổi trong suốt quá trình datagram được truyền.

➤ **Data:** Chứa dữ liệu cần truyền

2.2.3 Các tiêu đề mở rộng của IPv6

2.2.3.1 Tổng quát

Các tiêu đề mở rộng nằm giữa phần tiêu đề cơ bản và phần tải tin. Có thể có một hoặc nhiều tiêu đề mở rộng. Giống như Option trong IPv4 tiêu đề mở rộng chứa các thông tin yêu cầu xử lý đặc biệt của các datagram. Hầu hết các tiêu đề mở rộng của IPv6 chỉ được xử lý tại đích mà không được xử lý tại các router chuyển tiếp vì thế đạt được hiệu năng cao hơn. Nội dung trong các tiêu đề mở rộng sẽ được chỉ thị bởi trường Next Header trong tiêu đề cơ bản hay trong các tiêu đề mở rộng khác.

Nội dung và ngữ nghĩa của các tiêu đề mở rộng phụ thuộc vào giá trị của trường Next Header của tiêu đề ngay trước nó vì thế các tiêu đề phải được xử lý theo đúng trình tự xuất hiện trong mỗi datagram.

Mỗi tiêu đề mở rộng sẽ nhận một giá trị riêng. Độ dài tính theo đơn vị Octet của mỗi tiêu đề mở rộng phải là bội số của 8.

Các Option trong tiêu đề mở rộng: Hai loại tiêu đề mở rộng được định nghĩa hiện nay là Hop – by – hop Options Header và Destination Options Header có mang các loại mã hóa Loại – Độ dài – Giá trị TLV có khuôn dạng chung như hình 2.8.

Option Type	Option Data Length	Option Data
-------------	--------------------	-------------

Hình 2.8: Lựa chọn mã hóa TL

- Option Type: (8 bit) Chỉ thị loại lựa chọn.
- Option Data Length (8 bit) Chỉ độ dài của trường data trong lựa chọn này theo đơn vị Octet.
- Option Data: (Độ dài thay đổi) Chứa dữ liệu cụ thể của loại lựa chọn tương ứng.

Các Option trong một tiêu đề phải được xử lý đúng theo trình tự đã nhận được chúng. Nghĩa là, Phía thu không được phép tìm kiếm một loại lựa chọn nào đó và xử lý nó trước các lựa chọn khác đã nhận được trước nó.

Trong Option Type có sử dụng hai bit có trọng số cao nhất để mã hóa việc xử lý đối với datagram khi các node IPv6 không nhận ra được loại của Option. Mã hóa như sau:

- + 00: Bỏ qua Option này và tiếp tục xử lý tiêu đề.
- + 01: Xóa bỏ datagram.
- + 10: Xóa bỏ datagram. Xem địa chỉ đích của datagram có phải là địa chỉ multicast không, nếu đúng sẽ gửi bản tin ICMP lỗi thông số, mã số 2 được đưa về địa chỉ nguồn để báo rằng loại lựa chọn không thể nhận ra.

+ 11: Xóa bỏ datagram. Xem địa chỉ đích của datagram có phải là địa chỉ multicast không, chỉ khi không phải mới gửi bản tin ICMP lỗi thông số, mã số 2 được đưa về địa chỉ nguồn để báo rằng loại lựa chọn không thể nhận ra. Bit có trọng số cao thứ ba trong Option Type để xác định dữ liệu trong lựa chọn có thể bị thay đổi tại các router hay không:

+ 0: Dữ liệu trong lựa chọn không được thay đổi tại các router.

+ 1: Dữ liệu trong lựa chọn có thể được thay đổi tại các router.

Nếu dữ liệu trong lựa chọn có thể thay đổi tại các router thì tiêu đề nhận thực Authentication Header phải có trong datagram và toàn bộ trường dữ liệu của lựa chọn được coi như là các Octet toàn giá trị 0 trong khi tính toán hay thay đổi giá trị nhận thực của datagram.

2.2.3.2 Các loại tiêu đề mở rộng

Các loại tiêu đề mở rộng được định nghĩa trong IPv6 và thường xuất hiện theo thứ tự sau:

➤ *Hop – by – Hop Option Header*

Được xác định với giá trị của trường Next Header bằng 0. Nó mang thông tin lựa chọn yêu cầu phải được kiểm tra tại mỗi router trên đường phân phát datagram. Khi trường Payload Length của tiêu đề cơ bản bằng 0 thì hai thành phần lựa chọn đệm của Hop - by - Hop Options được sử dụng để mang Jumbo Payload Option. Jumbo Payload Option được sử dụng để mang các datagram của IPv6 có dung lượng tải tin lớn hơn 65535 Octet. Khuôn dạng của Hop – by – Hop Option như hình 2.9:

- Next Header: (8 bit) Xác định loại tiêu đề tiếp ngay sau nó.

- Header External Length: (8 bit) Là số không âm chỉ độ dài của Hop - by - Hop Options Header theo đơn vị 8 octet nhưng không kể 8 octet đầu tiên.

- Options: (Độ dài thay đổi là bội của 8 octet) Gồm một hay nhiều lựa chọn mã hóa TLV.

Next Header	Header External Length
Options	

Hình 2.9: Khuôn dạng của Hop – by – Hop Options Header

➤ **Destination Options Header**

Được xác định với giá trị của trường Next Header bằng 60 (00111100). Dùng để mang các thông tin chỉ yêu cầu xử lý tại đích. Khuôn dạng của Destination Options Header giống như của Hop - by - Hop Options Header.

➤ **Routing Header**

Được xác định với giá trị của trường Next Header bằng 43. Được module IPv6 phía nguồn sử dụng để liệt kê tất cả các router trung gian mà gói tin sẽ đi qua để đến được đích. Khuôn dạng của Routing Header như sau:

Next Header	Hdr Ext Len	Routing Type	Segments Left
Type - Specific Data			

Hình 2.10: Khuôn dạng của Routing Header

- Next Header: (8 bit) Xác định loại của tiêu đề tiếp ngay sau nó.
- Hdr Ext Len: (8 bit) Là số không âm chỉ độ dài của Routing Header theo đơn vị octet nhưng không kể 8 octet đầu tiên.
- Routing Type (8 bit) Xác định loại tiêu đề định tuyến cụ thể.
- Segments Left (8 bit) Là số nguyên không âm chỉ số các router còn lại mà datagram phải qua để đến đích. Khi xử lý datagram nhận được mà node không nhận biết được giá trị loại định tuyến thì nó sẽ xử lý phụ thuộc vào giá trị của trường Segments Left:

+ Segments Left bằng 0 thì node sẽ bỏ qua việc xử lý tiêu đề định tuyến mà xử lý tiêu đề tiếp theo được xác định bởi Next Header của Routing Header.

+ Segments Left khác 0 thì datagram sẽ bị xóa và bản tin ICMP lỗi tham số, mã số 0 được gửi về địa chỉ nguồn để báo rằng loại định tuyến không nhận biết được.

- Type – Specific data (Độ dài thay đổi, là bội của 8 octet) Nó có khuôn dạng được qui định cho từng loại định tuyến cụ thể.

➤ *Fragment Header*

Được xác định với giá trị của trường Next Header bằng 44. Được module IPv6 phía nguồn sử dụng để phân mảnh các gói tin lớn phù hợp với path MTU (Maximum Transmission Unit: đơn vị truyền dẫn lớn nhất) trước khi được phân phát tới đích. Quá trình phân mảnh chỉ được xảy ra tại nguồn. Khuôn dạng của Fragment Header như hình 2.11.

Next header	Reserved	Fragment Offset	Res/M
Identification			

Hình 2.11: Tiêu đề Fragment IPv6

Tiêu đề này gồm có các trường:

- Next header: (8 bit) Xác định loại của tiêu đề tiếp ngay sau nó.
- Reserved: (8 bit) Giá trị khởi đầu để truyền dẫn bằng 0 và được bỏ qua khi xử lý ở phía nhận
- Fragment Offset: (13 bit) Chỉ độ lệch theo đơn vị 8 octet của phần dữ liệu tiếp theo phần tiêu đề của datagram trong datagram ban đầu trước khi được phân mảnh.
- Res: (2 bit) Là trường Reserved.
- M: (1 bit) Trường cờ. Bằng 0 chỉ fragment cuối cùng, bằng 1 chỉ còn có fragment.
- Identification (32 bit) Giống như trường Identification trong IPv4. Được sử dụng để nhận biết các fragment của cùng một datagram. Các datagram bị phân mảnh

thì nhận các giá trị Identification hoàn toàn khác nhau và gán cùng một giá trị này cho tất cả các fragment của nó. Một datagram thường được chia thành hai phần: Phần không thể phân mảnh và phần có thể phân mảnh. Phần không thể phân mảnh bao gồm tiêu đề cơ bản và các tiêu đề mở rộng được xử lý tại các node trung gian như: Hop – by – Hop Options Header, Routing Options Header. Phần có thể được phân mảnh bao gồm các phần còn lại của datagram, nghĩa là các tiêu đề mở rộng không xử lý tại các node trung gian mà chỉ xử lý tại đích cuối cùng: Tiêu đề Upper-layer Header và dữ liệu. Phần có thể được phân mảnh của datagram ban đầu được chia nhỏ thành các fragment có độ dài là bội của 8 octet ngoại trừ fragment cuối cùng. Sau đó, các fragment được truyền đi hoàn toàn độc lập với nhau như các datagram và có chứa phần không thể phân mảnh của datagram ban đầu trong phần không thể phân mảnh của nó nhưng trường Payload Length trong tiêu đề cơ bản thay đổi chỉ chứa độ dài của fragment. Các fragment chỉ được tái hợp tại đích đó là:

- + Authentication Header
- + Encapsulating Security Payload Header.
- + Destination Options Header.
- + Upper – layer Header.

Các tiêu đề mở rộng chỉ xuất hiện một lần trong một datagram ngoại trừ Destination Options Header có thể xuất hiện hai lần (Một lần trước Routing Header và một lần trước Upper – layer Header). IPv6 phải thực hiện xử lý được các tiêu đề mở rộng theo bất cứ thứ tự xuất hiện nào và phải biết số lần xuất hiện của từng loại. Riêng Hop – by – Hop Options Header luôn xuất hiện ngay sau tiêu đề Ipv6 cơ bản. Khi Next Header có giá trị bằng 59 thì sau phần tiêu đề (cơ bản hay mở rộng) này sẽ không mang thông tin gì. Khi đó, nếu trường Payload Length tại tiêu đề cơ bản chỉ ra vẫn có các octet tồn tại sau tiêu đề có trường Next Header bằng 0 thì những octet này bị bỏ qua không xử lý, và nếu router thực hiện chức năng chuyển tiếp thì phần này sẽ được chuyển qua mà không có bất cứ sự thay đổi nào.

Như vậy, khuôn dạng tiêu đề cơ sở của IPv6 có độ dài cố định. Điều này cho phép quá trình xử lý tiêu đề bằng phần cứng thay thế cho xử lý phần mềm, sẽ tăng được tốc độ định tuyến, tăng tốc độ phân mảnh của các datagram. Các datagram được phân mảnh ngay tại nguồn và thông tin về phân mảnh được đặt trong một tiêu đề mở rộng Fragment Header. Nhờ đó, đơn giản được giao thức và tăng tốc độ xử lý các datagram tại các router.

2.2.4 Các loại địa chỉ của IPv6

Địa chỉ IPv6 sử dụng 128 bit được dùng định danh các giao diện đơn và tập các giao diện. Địa chỉ IPv6 được gán cho các giao diện chứ không phải cho các node. Nếu mỗi giao diện thuộc về một node đơn thì bất kỳ địa chỉ Unicast của giao diện của node đó có thể được sử dụng như là định danh cho node đó. Địa chỉ IPv6 được chia thành 3 loại sau:

- **Unicast:** Xác định một giao diện duy nhất mà datagram được gửi đến.
- **Anycast:** Xác định một tập hợp các giao diện có thể thuộc các mạng khác nhau và datagram có thể gửi đến bất kỳ một giao diện nào phù hợp nhất với giá trị đo của giao thức định tuyến (ví dụ: đường đi ngắn nhất, giá thành rẻ nhất...).
- **Multicast:** Xác định một tập hợp các giao diện có thể thuộc các mạng khác nhau mà datagram sẽ được gửi đến tất cả các giao diện này.

Trong IPv6 không có loại địa chỉ Broadcast. Loại địa chỉ này được thay thế bằng cách sử dụng địa chỉ Multicast. Địa chỉ trong IPv6 chỉ được sử dụng để chỉ đến từng máy (từng giao diện) chứ không mang thông tin về mạng. Vì thế, nó còn khắc phục được nhược điểm của hệ thống đánh địa chỉ IPv4 đó là: Máy có thể di chuyển đến các mạng khác nhau mà không cần thực hiện kết nối lại.

Biểu diễn địa chỉ IPv6 dưới dạng: $x : x : x : x : x : x : x : x$.

Hay $x : x : x : x : x : x : d . d . d . d$ (Sử dụng khi tồn tại cùng với IPv4).
Trong đó, x dùng mã cơ số 16 và d dùng mã cơ số 10.

2.2.5 Các đặc tính của IPv6

IPv6 có vài ưu điểm hơn so với IPv4 là:

- Không gian địa chỉ lớn hơn, một địa chỉ IPv6 có chiều dài là 128 bit. Tăng hơn 4 lần so với không gian địa chỉ của IPv4. Nâng cao khả năng định tuyến vì có không gian địa chỉ rộng nên có thể phân cấp địa chỉ, việc định tuyến thực hiện tại nguồn với tiêu đề mở rộng để định tuyến sẽ hiệu quả hơn.

- Định dạng tiêu đề tốt hơn: IPv6 sử dụng một định dạng tiêu đề mới trong đó: các options được tách riêng với các tiêu đề cơ sở và được thêm vào giữa các tiêu đề cơ sở và dữ liệu lớp cao hơn khi cần thiết. Điều này làm cho đơn giản và tăng tốc độ trong quá trình xử lý định tuyến các gói tin vì hầu hết các options không cần thiết để được kiểm tra bởi các router.

- Cấu hình địa chỉ tự động: các máy tính nối vào mạng là có thể tự động xác định địa chỉ của mình nhờ đó giảm gánh nặng cho nhà quản lý và thuê bao không cần mất nhiều công sức để xác định địa chỉ.

- Các option mới: IPv6 có các options để đáp ứng với các chức năng được thêm vào.

- Cho phép mở rộng: IPv6 được thiết kế để phù hợp với sự mở rộng của giao thức nếu cần các công nghệ và ứng dụng mới.

- Hỗ trợ cho định vị tài nguyên: Trong IPv6, các trường Type of Service được loại bỏ, nhưng một cơ chế (được gọi là Flow Label) đã được thêm vào để tài nguyên được phép yêu cầu xử lý gói tin một cách đặc biệt. Cơ chế này có thể được sử dụng để hỗ trợ lưu lượng như vấn đề thời gian thực của âm thanh, hình ảnh...

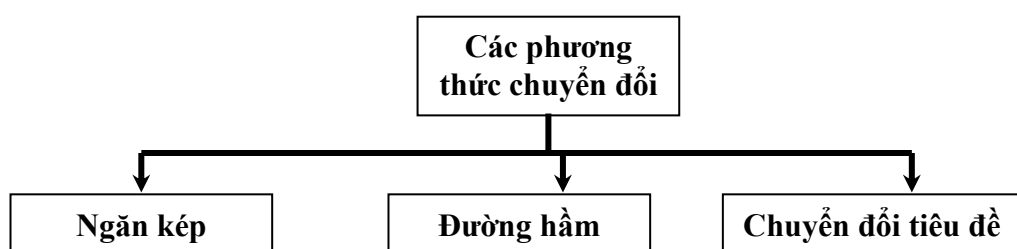
- Hỗ trợ cho tính bảo mật cao hơn: các option về việc mã hóa trong IPv6 cung cấp độ tin cậy và kiểm tra gói tin.

- Hỗ trợ chất lượng dịch vụ QoS.

- Tính di động: IPv6 hỗ trợ việc chuyển vùng (roaming) giữa các mạng khác nhau khi khách hàng rời khỏi phạm vi của một mạng và vào phạm vi của nhà cung cấp khác.

2.2.6 Chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6

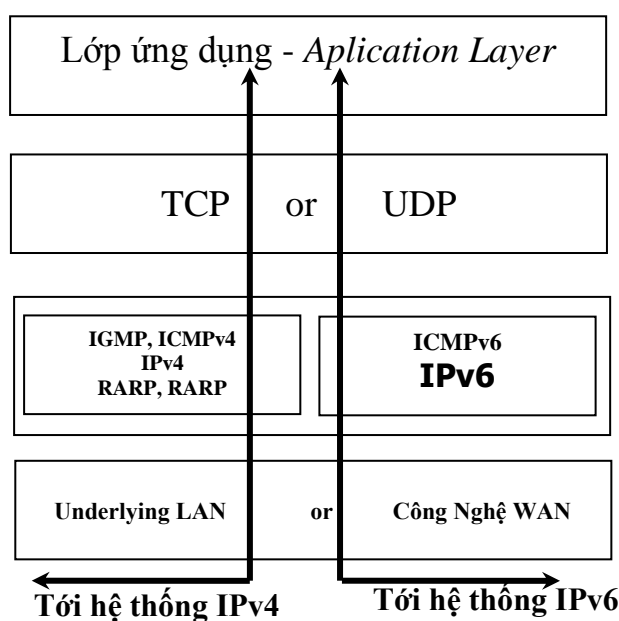
Do một số lượng lớn các hệ thống trong mạng Internet hiện nay là dùng IPv4 nên việc chuyển đổi IPv4 sang IPv6 không thể thực hiện một cách tức thì mà phải cần một thời gian dài. IETF đưa ra 3 phương pháp để làm cho giai đoạn chuyển đổi này dễ dàng hơn. Đó là: Phương pháp ngăn kép (Dual Stack); Đường hầm (Tunnelling) và Chuyển đổi tiêu đề (Header Translation).



Hình 2.12: Các phương thức chuyển đổi IPv4 sang IPv6

2.2.6.1 Ngăn kép

Điều này có nghĩa là tất cả các host có một ngăn kép của các giao thức trước khi chuyển hoàn toàn sang IPv6. Nói cách khác, một trạm có thể chạy IPv4 và IPv6 một cách đồng thời đến tận khi tất cả trên Internet sử dụng IPv6. Hình sau thể hiện vị trí của ngăn kép.



Hình 2.13: Ngăn kép

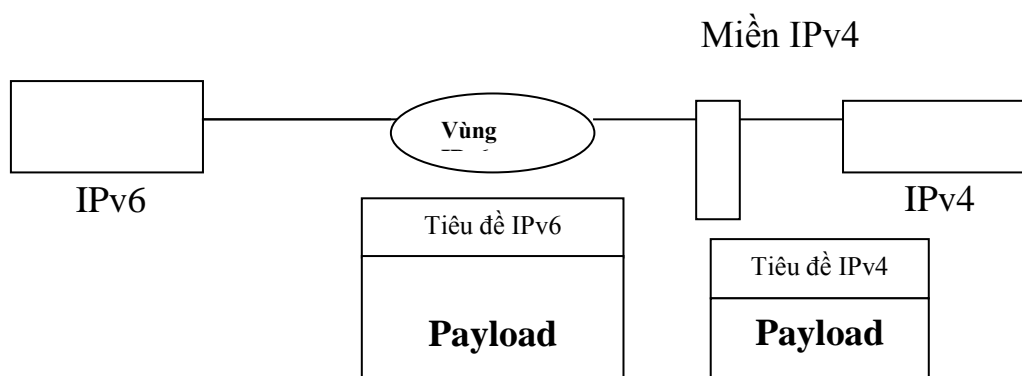
Để quyết định phiên bản nào sử dụng khi gửi một gói tin tới đích, Host nguồn hỏi DNS (Domain Name System). Nếu DNS trả lời địa chỉ IPv4 thì host nguồn sẽ gửi gói tin IPv4. Nếu DNS trả lại địa chỉ IPv6 thì host nguồn sẽ gửi gói tin IPv6.

2.2.6.2 Đường hầm (tunnelling)

Đường hầm là một phương pháp được sử dụng khi các máy tính dùng IPv6 muốn liên lạc với nhau nhưng các gói tin này lại phải đi qua một vùng mà vùng này sử dụng IPv4. Để các gói tin đi qua được vùng này, gói tin phải có một địa chỉ IPv4. Bởi vậy, gói tin IPv6 phải rút ngắn lại thành gói tin IPv4 khi nó vào vùng này, và nó di chuyển các gói cắt ngắn của nó khi ở trong vùng này. Điều này giống như gói tin IPv6 đi xuyên qua một đường hầm tại một đầu cuối và thoát ra tại một đầu cuối khác. Nói một cách rõ ràng hơn, gói tin IPv4 đang vận chuyển các gói tin IPv6 như là dữ liệu.

2.2.6.3 Chuyển đổi tiêu đề (Header Translation).

Sự chuyển đổi tiêu đề là cần thiết khi đa số mạng Internet đã được chuyển thành IPv6 nhưng một vài hệ thống vẫn sử dụng IPv4. Bên gửi muốn sử dụng IPv6, nhưng phía thu không nhận biết được IPv6. Đường hầm không làm việc được trong trường hợp này bởi vì gói tin phải là định dạng IPv4 thì phía thu mới hiểu được. Trong trường hợp này, định dạng tiêu đề phải được thay đổi toàn bộ thông qua việc chuyển đổi tiêu đề. Tiêu đề của IPv4 được chuyển đổi thành IPv6. Sự chuyển đổi tiêu đề sử dụng bản đồ địa chỉ để chuyển một địa chỉ IPv6 thành một địa chỉ IPv4 hình vẽ 2.14:



Hình 2.14: Sự chuyển đổi tiêu đề

Sau đây là các bước sử dụng cho việc chuyển đổi tiêu đề gói tin IPv6 thành tiêu đề gói tin IPv4:

- Bước 1: Sơ đồ địa chỉ IPv6 được thay đổi thành 1 địa chỉ IPv4 bằng cách tách từ bên phải thành các phần 32 bit.
- Bước 2: Giá trị của trường Priority IPv6 bị xóa.
- Bước 3: Đặt trường Type of Service trong IPv4 về 0.
- Bước 4: Trường Checksum đối với IPv4 được tính và thêm vào trong trường tương ứng.
- Bước 5: Flow Label của IPv6 được bỏ qua.
- Bước 6: Các tiêu đề mở rộng của IPv6 được chuyển đổi thành các option và được ấn vào trong tiêu đề IPv4.
- Bước 7: Chiều dài của tiêu đề IPv4 được tính và được thêm vào trường tương ứng.
- Bước 8: Chiều dài tổng của gói tin IPv4 được tính và được thêm vào trường tương ứng.

2.2.7 IPv6 cho IP/WDM

Vấn đề chính của chúng ta là phải xác định xem những gì cần cho mạng và những gì nên loại bỏ để làm cho truyền tải IP trên mạng WDM hiệu quả hơn. Trong bối cảnh hiện nay, IPv6 là phiên bản hợp lý nhất để thực hiện hóa điều này, để mạng tối ưu hơn. Mà đầu nhỏ và hiệu quả cao, không có chức năng kiểm tra lỗi trong giao thức đó là ưu điểm của việc sử dụng IPv6. Điều này có nghĩa là yêu cầu cơ bản đối với hạ tầng WDM là phân phối dung lượng truyền tải tin cậy, đó là một trong điểm giá trị nhất của nó. Trong bất kỳ trường hợp nào, sự thích ứng mới giữa IP và WDM cần được phát triển. Lớp thích ứng mới này có khả năng dành trước tài nguyên. Kịch bản này xem các bộ định tuyến IPv4 được thích ứng ở biên của mạng WDM, điều này đồng nghĩa với việc tạo ra một quá trình chuyển đổi dần dần tại

biên giới giữa các thành phần mạng. Sử dụng IPv6 trong phần lõi của mạng WDM sẽ đem lại hiệu quả, khả năng mở rộng lớn hơn so với IPv4.

2.3 Dịch vụ của IP

2.3.1 Internet

IP gắn liền với Internet. IP là giao thức chính của Internet và Internet là môi trường sử dụng IP nhiều nhất. Sự phát triển của IP xuất phát từ nhu cầu của mạng Internet. Ngày nay, cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin và nhu cầu của xã hội danh sách các dịch vụ được cung cấp bởi mạng Internet ngày một nhiều. Sau đây sẽ trình bày một số dịch vụ điển hình.

➤ Dịch vụ tên miền DNS

Là hệ thống đặt tên trực tiếp và phân tán cho các phần tử mạng Internet cho phép người sử dụng chỉ cần nhớ tên chứ không cần nhớ địa chỉ IP. Việc đặt tên cho các phần tử sẽ giúp cho người sử dụng dễ nhớ hơn và không bị quên. DNS thực hiện quản lý các tên bằng cách giao trách nhiệm phân cấp cho các nhóm tên. Mỗi cấp trong một hệ thống được gọi là một miền, các miền được phân biệt với nhau bởi một dấu chấm (.). Số lượng miền trong một tên có thể được thay đổi nhưng nhiều nhất là 5. Dạng tổng quát: Local-past@domain name. Yêu cầu tên cũng phải duy nhất trên mạng, ngoài ra cần có sự chuyển đổi tương ứng giữa tên và địa chỉ để có thể sử dụng cả hai cách.

➤ Đăng nhập từ xa

Telnet cho phép người sử dụng từ trạm của mình có thể đăng nhập vào một trạm ở xa qua mạng và làm việc với hệ thống y như ở trạm đầu cuối nối trực tiếp với trạm xa đó.

➤ Truyền tệp FPT

FPT cho phép truyền các tệp từ trạm này sang trạm khác bất kể trạm đó ở đâu và sử dụng hệ điều hành gì, chỉ cần chúng được kết nối Internet và có cài đặt phần mềm FPT.

➤ **Thư điện tử E-mail**

Ngày càng được sử dụng rộng rãi, tuy nhiên đây không phải là dịch vụ từ đầu cuối đến đầu cuối. Điều này có nghĩa là máy gửi thư và máy nhận thư không cần liên kết trực tiếp với nhau để thực hiện việc chuyển thư. Thư điện tử được truyền trực tiếp từ máy này qua máy khác cho đến máy đích.

➤ **Nhóm tin**

Đây là dịch vụ cho phép người sử dụng ở nhiều nơi khác nhau có cùng mối quan tâm có thể tham gia vào một nhóm tin và trao đổi vấn đề quan tâm của mình thông qua nhóm tin này. Có thể có nhiều nhóm tin khác nhau như: nhóm tin về nhạc cổ điển, nhóm tin về hội họa, nhóm tin về thể thao....

➤ **Tìm kiếm thông tin dựa trên siêu văn bản www**

Nó dựa trên một kỹ thuật biểu diễn thông tin có tên gọi là siêu văn bản. Trong đó các từ được chọn trong văn bản có thể mở rộng bất kỳ lúc nào để cung cấp thông tin đầy đủ hơn về từ đó. Sự mở rộng ở đây được hiểu theo nghĩa là chúng có các liên kết tới các tài liệu khác (văn bản, âm thanh, hình ảnh hay hỗn hợp của chúng) có chứa các thông tin bổ sung.

Phía trên đã trình bày các dịch vụ phục vụ cho truyền số liệu thông thường trên mạng Internet. Tuy nhiên, ngày càng có nhiều lĩnh vực sử dụng giao thức IP để truyền tải lưu lượng. Đó là các ứng dụng như: Voice over IP, Mobile over IP, mạng riêng ảo VPN...

2.3.2 Voice over IP

Cách đơn giản để truyền tín hiệu âm thanh qua mạng IP là số hóa tín hiệu tương tự của âm thanh thành tệp dữ liệu, sử dụng giao thức thông thường để truyền tệp tin này. Các tín hiệu tương tự ngày nay hầu hết đã được số hóa trước khi truyền. Tín hiệu thoại lấy từ mạng PSTN đều là các luồng PCM.

Một số nhược điểm khi truyền âm thanh dưới dạng tệp tin là:

- Độ trễ lớn: Trễ trong quá trình CODEC/DECODEC, trễ do bị xử lý tại các router, trễ do sắp xếp thứ tự cho datagram nhận được (do các datagram đến không theo đúng thứ tự).

- Các datagram bị trì hoãn gây ra hiện tượng Jitter. Jitter là hiện tượng sai lệch thời gian, các datagram đến đích không đúng địa điểm.

- Trễ có thể chia làm hai loại:

+ Trễ thiết lập: Là khoảng thời gian từ khi có yêu cầu cuộc gọi cho đến khi có thể đàm thoại. Yêu cầu độ trễ này khi qua mạng IP tối đa là 7 ms nếu hơn thì không đảm bảo QoS.

+ Trễ do giao tiếp đầu cuối – đầu cuối: Thời gian truyền thông tin một chiều giữa hai điểm đầu cuối trong quá trình thoại. Yêu cầu tối đa không quá 400 ms. Để khắc phục hiện tượng Jitter người ta sử dụng các bộ đệm. Yêu cầu lớn của các bộ đệm phải đảm bảo sao cho datagram đến muộn nhất cũng được lưu trước khi khôi phục. Mặt khác các dịch vụ âm thanh thường là các dịch vụ yêu cầu thời gian thực cao. Ví dụ như các cuộc điện đàm thông thường trên điện thoại. Để đảm bảo QoS thời gian thực của dịch vụ khi truyền tín hiệu thoại qua mạng IP người ta sử dụng giao thức RTP (Real Time Protocol). RTP thực hiện hai nhiệm vụ chủ chốt: Là đánh số thứ tự trong datagram để cho phép nơi nhận phát hiện ra datagram có được chuyển theo đúng thứ tự hay không và xác lập Timestamp để báo cho nơi nhận biết khi nào dữ liệu trong datagram được sử dụng. Đi kèm với RTP còn có giao thức RTCP (Real Time Control Protocol) thực hiện các chức năng kiểm soát mạng cơ sở trong suốt quá trình giao dịch và cung cấp việc thông tin liên lạc “ out of band “ giữa đầu cuối. “ Out of band “ cho phép thay đổi cách mã hóa với băng thông thấp khi nghẽn mạch, thay đổi kích thước vùng đệm khi jitter trên mạng thay đổi, cho phép gửi số liệu song song với dữ liệu thời gian thực. VoIP không đáp ứng được QoS như thoại qua mạng PSTN do độ trễ cao. Tuy nhiên, do có khả năng ghép nhiều cuộc gọi và truyền chung thoại trên cùng một luồng vì thế mà có thể đạt được hiệu quả sử dụng đường truyền cao và giảm chi phí cuộc gọi.

2.3.3 Mobile over IP

Cũng giống như ở dịch vụ thoại cố định, trong thông tin di động để giảm cước cuộc gọi thì xu hướng tất yếu là sử dụng IP. Mặt khác nhu cầu về truyền số liệu trong tương lai đặc biệt khi mà các máy di động có thể truy nhập vào mạng Internet sẽ cho phép nhà khai thác mạng viễn thông cung cấp rất nhiều khả năng mới của mạng cũng như các dịch vụ giá trị gia tăng. Trong khi đó Internet là một mạng đa dịch vụ, vì vậy việc kết nối các mạng lõi với mạng Internet là một nhu cầu tất yếu.

Quá trình phát triển của mạng thông tin di động với các thế hệ sau đã được thiết kế phục vụ cho việc kết nối Internet. Để truyền thông tin thoại và số liệu từ mạng lõi (mạng di động) qua mạng Internet phải định nghĩa các giao thức, các giao thức này được gọi chung là giao thức đường hầm Tunelling Protocol. Có các loại giao thức Tunelling là PTPP, L2F (Layer 2 Forwarding Protocol), L2TP (Layer 2 Tunelling Protocol) được sử dụng cho các dịch vụ di động qua mạng Internet. L2TP là sự kết hợp giữa hai giao thức đầu. Giao thức này cho phép truyền dẫn dữ liệu một cách an toàn từ Client đến Server của nhà cung cấp bằng cách tạo ra các mạng ảo VPN qua mạng TCP/IP. Ví dụ: Thế hệ 2,5 G GPRS sử dụng giao thức đường hầm gọi là giao thức GTP để truyền lưu lượng qua Internet.

2.3.4 Mạng riêng ảo VPN

Giao thức IP kết hợp với kỹ thuật MPLS sẽ cho phép hình thành các mạng riêng ảo VPN. Các gói tin xuất phát từ một mạng riêng ảo sẽ nhận được độ ưu tiên cao khi truyền dẫn qua mạng lõi. MPLS có thể tập hợp các gói tin IP có cùng hướng truyền và cùng phương thức xử lý vào một nhóm tại đầu mạng MPLS. Các nhóm này có thể hình thành trên cơ sở giống nhau của địa chỉ đích. Nhờ đó mà quá trình định tuyến cho các gói tin IP sẽ nhanh hơn.

2.4 Kết luận

Tóm lại, trong chương này em trình bày về cấu trúc của giao thức IPv4 và IPv6 là hai giao thức cơ bản hiện nay trong giao thức internet. Trình bày các phương pháp chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6 để thích nghi với mạng internet hiện đang phát triển rất mạnh mẽ. Ở chương tiếp theo em sẽ trình bày về các phương pháp tích hợp IP truyền trên quang.

CHƯƠNG 3

CÁC PHƯƠNG THỨC TÍCH HỢP IP TRÊN QUANG

Trong những năm gần đây công nghệ IP đã trở thành hiện tượng trong công nghệ mạng, đặc biệt khía cạnh khai thác các ứng dụng IP cho truyền tải được xem là yếu tố then chốt trong mạng tương lai. Tốc độ phát triển phi mã của lưu lượng Internet và sự gia tăng không ngừng số người sử dụng Internet là tác nhân chính làm thay đổi mạng viễn thông truyền thống mà được xây dựng tối ưu cho dịch vụ thoại và thuê kênh. Trong hầu hết các kiến trúc mạng đề xuất cho tương lai đều thừa nhận sự thống trị của công nghệ này ở lớp mạng trên.

Bên cạnh đó, những thành tựu trong lĩnh vực truyền dẫn quang đã giải quyết phần nào vấn đề băng tần truyền dẫn, một tài nguyên quý giá trong mạng tương lai. Công nghệ ghép kênh theo bước sóng (WDM) là một bước đột phá cho cơ sở hạ tầng truyền dẫn với dung lượng hạn chế trước đây. Dung lượng truyền dẫn ngày nay có thể đạt tới cỡ Tbit nhờ các thiết bị WDM. Sự thích ứng của các kênh bước sóng (các lambda) đối với mọi kiểu tín hiệu ở lớp trên không làm mất đi tính trong suốt của tín hiệu đã tạo ra sự hấp dẫn riêng của công nghệ này. Khi số lượng bước sóng và các tuyến truyền dẫn WDM tăng lên đáng kể thì việc liên kết chúng sẽ hình thành một lớp mạng mới, đó là lớp mạng quang hay gọi ngắn gọn là lớp WDM. Đây là lớp mạng có thể thích ứng được nhiều công nghệ khác nhau. Chính vì vậy, WDM được đánh giá là một trong những công nghệ trụ cột cho mạng truyền tải.

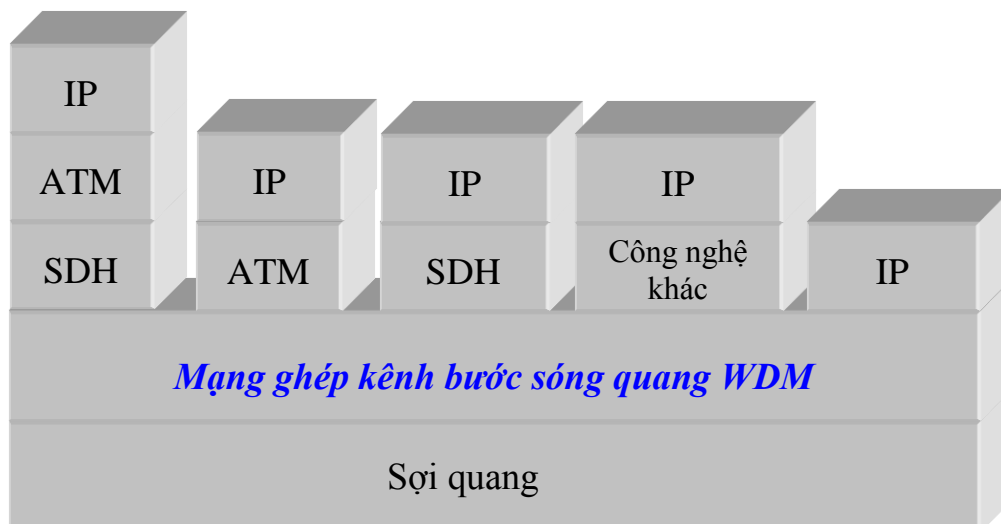
Kết hợp hai công nghệ mạng này trên cùng một cơ sở hạ tầng mạng đang là vấn đề mang tính thời sự. Cho đến nay người ta thống kê được 13 giải pháp liên quan đến vấn đề làm thế nào truyền tải các gói IP qua môi trường sợi quang. Và nội dung của chúng đều tập trung vào việc giảm kích thước mã đầu trong khi vẫn phải đảm bảo cung cấp dịch vụ chất lượng khác biệt (nhiều cấp dịch vụ) độ khả dụng và bảo mật cao.

Có thể chia thành hai hướng giải quyết chính cho vấn đề trên đó là: giữ lại công việc cũ (theo tính lịch sử), dàn xếp các tính năng phù hợp cho lớp mạng trung

gian như ATM và SDH và truyền tải gói IP trên mạng WDM, hoặc tạo ra công nghệ và giao thức mới như MPLS, GMPLS, SDL, Ethernet...

Đối với kiến trúc mạng IP được xây dựng theo ngăn mạng sử dụng những công nghệ như ATM, SDH và WDM, do có nhiều lớp liên quan nên đặc trưng của kiến trúc này là dư thừa các tính năng và chi phí cho khai thác và bảo dưỡng. Hơn nữa, kiến trúc này trước đây sử dụng để cung cấp chỉ tiêu đảm bảo cho dịch vụ thoại và thuê kênh. Bởi vậy, nó không còn phù hợp với các dịch vụ chuyển mạch gói mà được thiết kế tối ưu cho số liệu và truyền tải lưu lượng IP bùng nổ.

Một số nhà cung cấp và tổ chức tiêu chuẩn đã đề xuất những giải pháp mới cho khai thác IP trên một kiến trúc mạng đơn giản, ở lớp đó WDM là nơi cung cấp băng tần truyền dẫn. Những giải pháp này cố gắng giảm mức tính năng dư thừa, giảm mào đầu giao thức, đơn giản hóa công việc quản lý và qua đó truyền tải IP trên lớp WDM (lớp mạng quang) càng hiệu quả càng tốt. Tất cả chúng đều liên quan đến việc đơn giản hóa các ngăn giao thức, nhưng trong số chúng chỉ có một số kiến trúc có nhiều đặc tính hứa hẹn như gói trên SONET/SDH (POS), Gigabit Ethernet (GbE) và Dynamic Packet Transport (DPT).



Hình 3.1 Ngăn giao thức của các kiểu kiến trúc

Hình 3.1 biểu diễn các kiến trúc khác nhau qua từng giai đoạn phát triển. Từng từng giai đoạn các tín hiệu dịch vụ được đóng gói qua các tầng khác nhau. Đóng gói có thể hiểu một cách đơn giản chính là quá trình các dịch vụ lớp trên đưa xuống lớp dưới và khi chúng đã được thêm các tiêu đề và đuôi theo khuôn dạng tín hiệu đã được định nghĩa ở lớp dưới. Các phương thức tích hợp IP trên quang sẽ được trình bày dưới đây:

- + Kiến trúc IP/ PDH / WDM.
- + Kiến trúc IP/ ATM / SDH / WDM.
- + Kiến trúc IP / ATM / WDM.
- + Kiến trúc IP / SDH / WDM..
- + Công nghệ Ethernet quang (Gigabit Ethernet – GbE).
- + Kỹ thuật MPLS để truyền dẫn IP trên quang.
- + GMPLS và mạng chuyển mạch quang tự động (ASON) – Hai mô hình cho mạng điều khiển quang tích hợp với công nghệ IP.
- + Kiến trúc IP / WDM.

3.1 Kiến trúc IP/ PDH/ WDM

Truyền tải IP qua môi trường PDH có thể thực hiện dựa trên giao thức PPP (Point to Point Protocol) và khung PDH ở lớp 2. Lớp vật lý bao gồm các bước sóng WDM và sợi quang. Để tăng cải thiện chức năng mạng (bảo vệ và khôi phục mạng) cho PDH thì các khung của nó sau đó sẽ được đóng trong các khung SDH trước khi truyền trên bước sóng quang.

Ngày nay, do sự phát triển nhanh chóng của công nghệ ghép kênh (ví dụ, công nghệ SDH) và đặc biệt là công nghệ truyền dẫn quang nên vai trò của PDH trong mạng đã được thay thế bằng các công nghệ hiện đại hơn. Và điểm quan trọng nhất đó là chất lượng và thuộc tính như bảo vệ mạng, tốc độ truyền dẫn của công nghệ PDH không phù hợp cho việc truyền tải số liệu (đặc biệt là các gói IP) nên nó không được sử dụng trong mạng tương lai.

3.2 Kiến trúc IP/ ATM/ SDH/ WDM

3.2.1 Mô hình phân lớp

Trong giai đoạn này, để thực hiện truyền dẫn IP trên quang phải qua các tầng ATM, SDH. Khi đó, phải sử dụng các giao thức định nghĩa cho mỗi tầng. Mô hình phân lớp giao thức được cho ở hình 3.2.



Hình 3.2 Ngăn giao thức IP/ ATM/ SDH

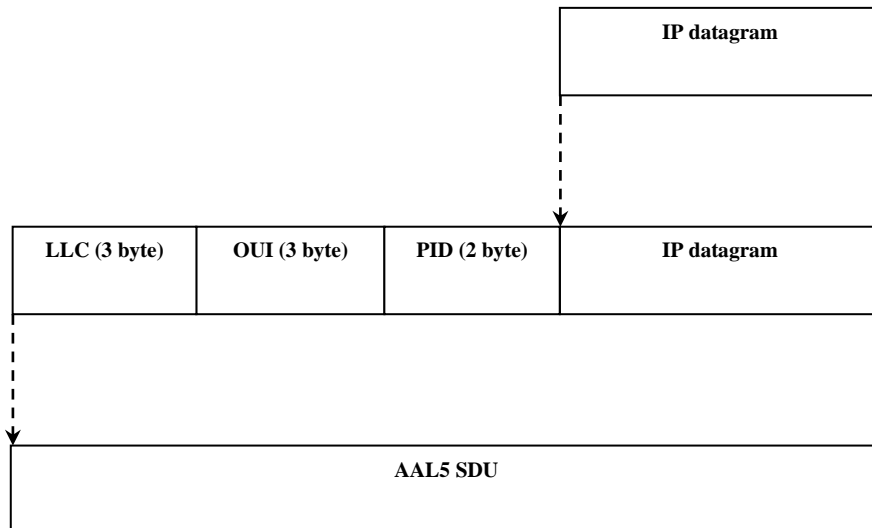
➤ Tầng IP:

Nhận dữ liệu (có thể là thoại, âm thanh, hình ảnh...), đóng gói thành các datagram có độ dài từ 255 đến 65535 byte. Các datagram này sẽ trở thành dịch vụ cho các tầng dưới.

➤ Tầng LLC/ SNAP:

Thêm 8 byte tiêu đề vào IP datagram để trở thành ATM- PDU, gồm có:

- 3 byte LLC.
- 5 byte SNAP chia thành 2 phần: 3 byte OUI để chỉ thị nghĩa của 2 byte PID đi sau như hình 3.3.

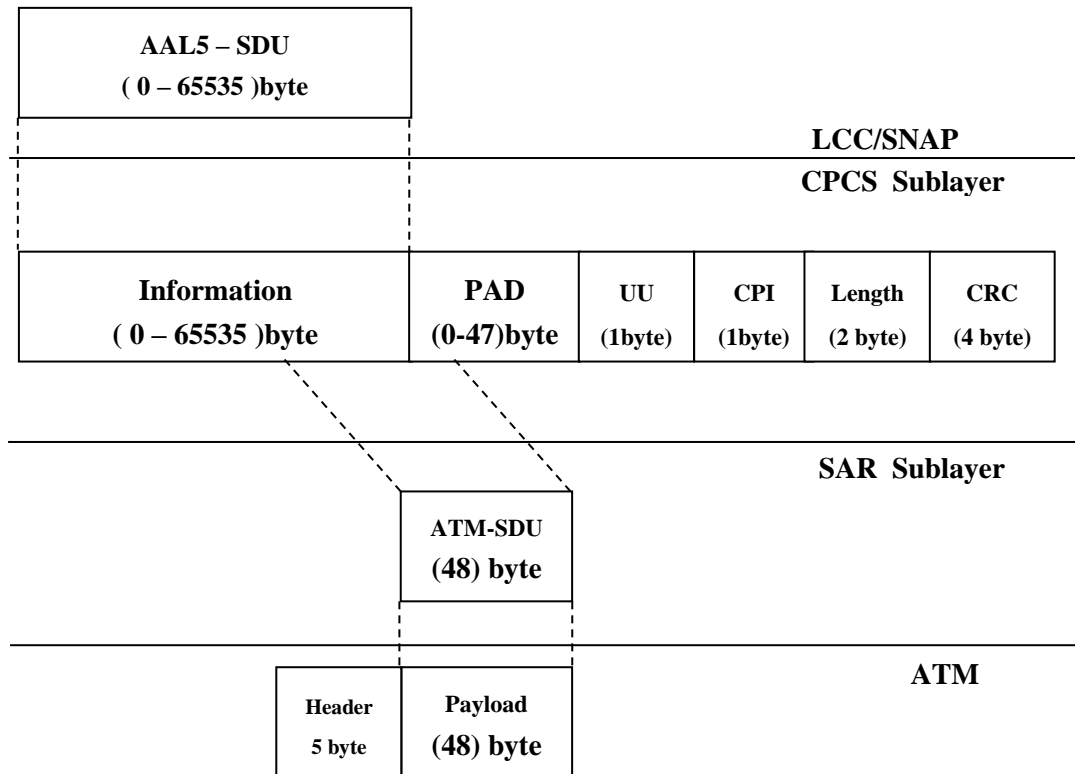


Hình 3.3: Đóng gói LLC/SNAP.

Sử dụng LLC/ SNAP cho phép các giao thức khác nhau ở tầng trên có thể cùng đi trên một VC, các giao thức được xác định bởi trường Protocol trong tiêu đề IP datagram. MTU của IP datagram được chuẩn hóa bằng 9180 byte chưa kể đến tiêu đề LLC/ SNAP. Tuy nhiên, có thể thực hiện thỏa mãn trước để đạt được MTU lên đến 64 KB. LLC/ SNAP là kết cấu tùy chọn trong IP over ATM.

➤ Tầng AAL5

Để truyền dẫn dữ liệu phi kết nối cho lưu lượng Internet với tốc độ thay đổi VBR (Variable Bit Rate: Tốc độ bit khả biến) thì lớp AAL5 được sử dụng. Lớp này thực hiện thêm 8 byte tiêu đề (1 byte chỉ thị người dùng đến người dùng UU (User to User), 1 byte chỉ thị phần chung CPI, 2 byte độ dài trong trường hợp dữ liệu thông tin theo byte, 4 byte mã kiểm tra chéo CRC) và từ 0 đến 47 byte đệm để đảm bảo PDU- AAL5 có kích thước là bội của 48 byte. Sau đó, AAL5- PDU được cắt ra thành 1 số nguyên lần các tải 48 byte của tầng ATM. Quá trình này được biểu diễn trên hình 3.4



Hình 3.4: Xử lý tại lớp thích ứng ATM AAL5

➤ Tầng ATM

Phân tách các PDU- AAL5 thành các tải 48 byte, sau đó thêm 5 byte tiêu đề cho mỗi phần tải 48 byte để tạo ra các tế bào ATM 53 byte.

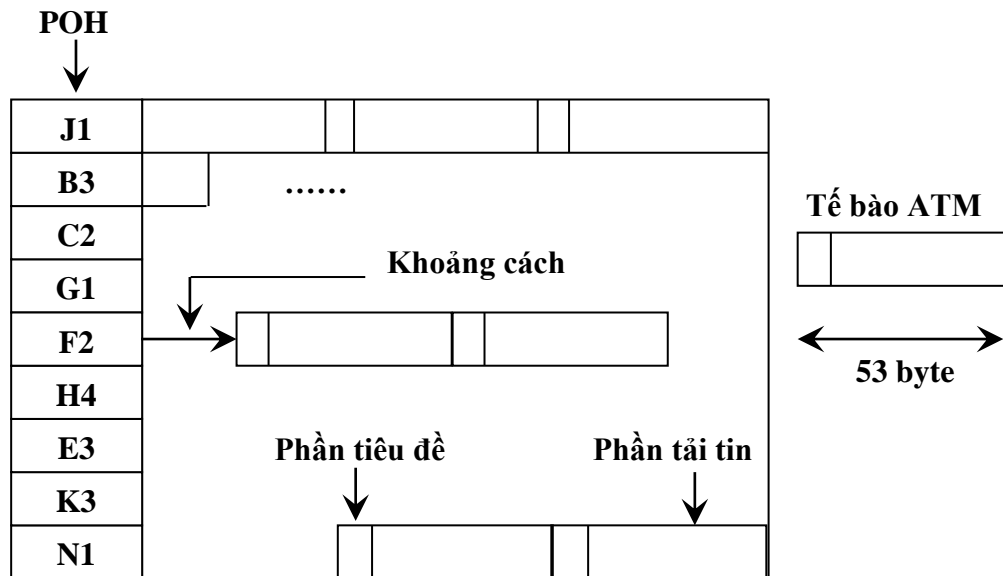
➤ Tầng SDH

Sắp xếp các tế bào ATM vào các khung VC-n đơn hay khung nối móc xích VC-n-Xc.

- **Quá trình sắp xếp các tế bào ATM vào các khung VC-n**

Các tế bào ATM 53 byte được ghép tương thích vào khung VC-n SDH. Nghĩa là, khung VC-n thực hiện nhồi thêm các tế bào rỗng nếu số lượng tế bào không đủ để lấp đầy khung VC-n hay hạn chế nguồn khi tốc độ chuyển giao các tế bào quá cao. Như vậy, chuỗi tế bào vào được truyền theo tốc độ đồng bộ với tốc độ khung VC-n, mặc dù tốc độ thông tin ngày nay do nguồn quy định nhưng bị dung lượng cực đại của VC-n hạn chế.

Để ngăn ngừa sự phá hoại trường tải tin của tế bào phải sử dụng bộ ngẫu nhiên để ngẫu nhiên hóa phần tải tin này trước khi sắp xếp vào VC-n và phía thu tiến hành giải ngẫu nhiên. Hàm truyền đạt của bộ ngẫu nhiên là $1+x^{43}$. Việc này còn làm tăng cường khả năng khôi phục tín hiệu đồng bộ tại phía thu.

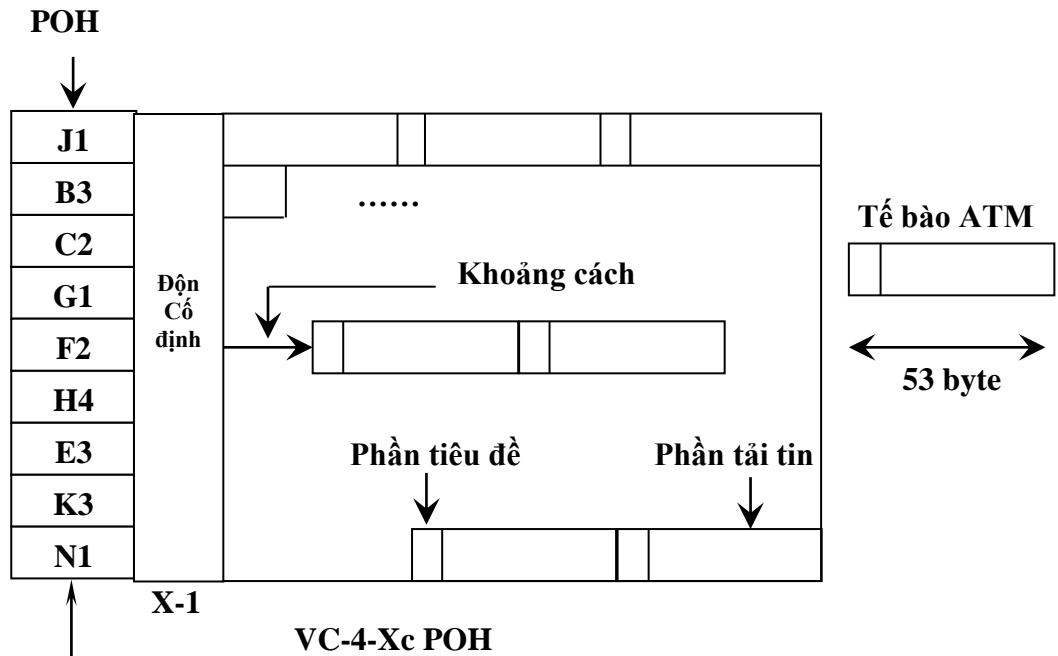


Hình 3.5: Sắp xếp các tế bào ATM vào VC-3/ VC-4

Khi sắp xếp tế bào ATM vào VC-3 / VC-4 đơn hoặc nối móc xích (VC- n- Xc) thì phải đồng bộ ranh giới của tế bào với ranh giới byte của các VC-n (n = 3,4) đó, đồng thời thêm 9 byte mào đầu trường POH của khung này. Tuy nhiên, dung lượng mỗi VC- n không phải là bội số nguyên của dung lượng mỗi tế bào ATM nên cho phép tế bào cuối cùng trong VC-n được vượt ra ngoài phạm vi của VC-n này và lấn sang Vc-n tiếp theo. Khi đó, byte H4 trong POH đóng vai trò như là 1 con trỏ để chỉ thị khoảng cách, tính theo byte, từ byte H4 đến giới hạn bên trái của tế bào đầu tiên xuất hiện trong khung sau byte này. Hai bit đầu tiên của byte H4 sử dụng cho báo hiệu trạng thái tuyến, 6 bit còn lại là các bit giá trị của con trỏ H4. Số giá trị có khả năng của H4 là $2^6 = 64$, nhưng các giá trị yêu cầu chỉ từ 0 đến 52, nghĩa là bằng độ dài 1 tế bào. Trường tải tin của tế bào gồm 48 byte được ngẫu nhiên trước khi sắp xếp vào VC- n hoặc VC-n- Xc.

Tại phía thu, trường tải tin tế bào được giải ngẫu nhiên hóa trước khi được chuyển tới lớp ATM. Bộ ngẫu nhiên hoạt động khi xuất hiện trường tải tin tế bào và

tạm ngừng hoạt động trong khoảng thời gian xuất hiện 5 byte tiêu đề của tế bào. Do bộ ngẫu nhiên tại máy thu không đồng bộ với bộ ngẫu nhiên ở máy phát nên tế bào đầu tiên truyền khi khởi động sẽ bị tổn thất.



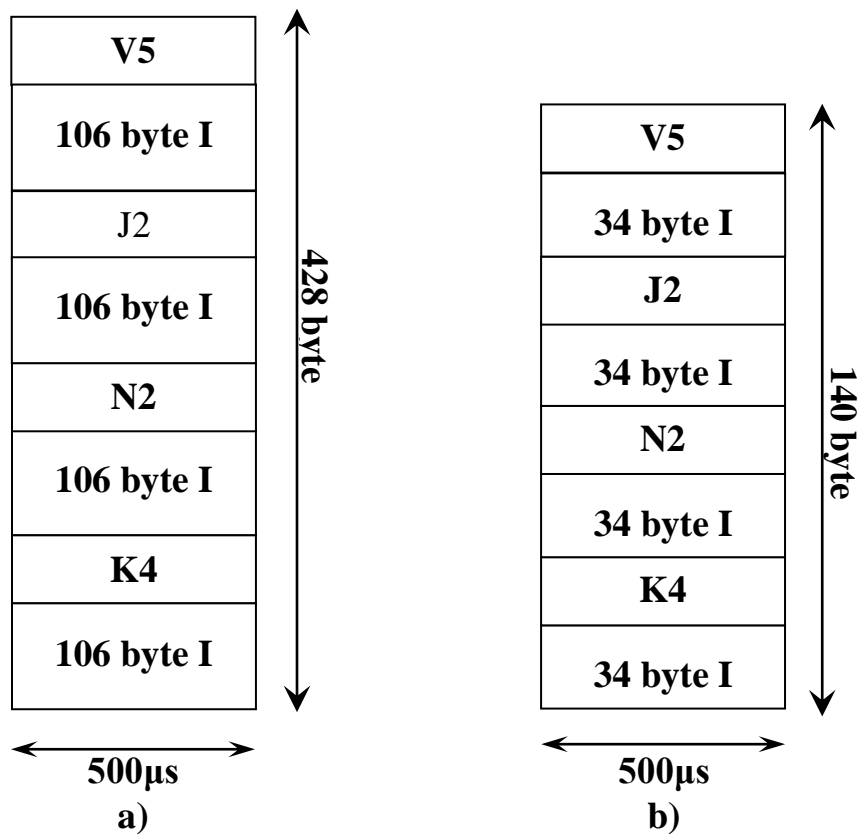
Hình 3.6: Sắp xếp các tế bào ATM vào VC-4-Xc.

Khi VC-n hoặc VC-4 - Xc kết cuối thì tế bào phải được khôi phục. Tiêu đề của tế bào ATM chứa trường điều khiển lỗi tiêu đề (HEC). HEC được sử dụng như từ mã đồng bộ khung để phân chia ranh giới tế bào. Phía thu xử lý byte H4 để tách các tế bào.

Khi sắp xếp các tế bào ATM vào các VC-4 nối móc xích (VC-4 - Xc) thì trước hết phải sắp xếp các tế bào vào C-4 - Xc và sau đó sắp xếp vào (VC-4 - Xc) cùng với VC-4 - Xc POH và X-1 cột độn cố định như hình 3.6

- **Sắp xếp các tế bào vào Vc-n bậc thấp**

Đa khung VC-2 gồm có 4 khung, mỗi khung có 1 byte VC-2 POH và 106 byte tải trọng. Khi sắp xếp các tế bào ATM vào đa khung VC-2 thì ranh giới của tế bào phải đồng bộ với ranh giới của VC-2 (Hình 3.7a).



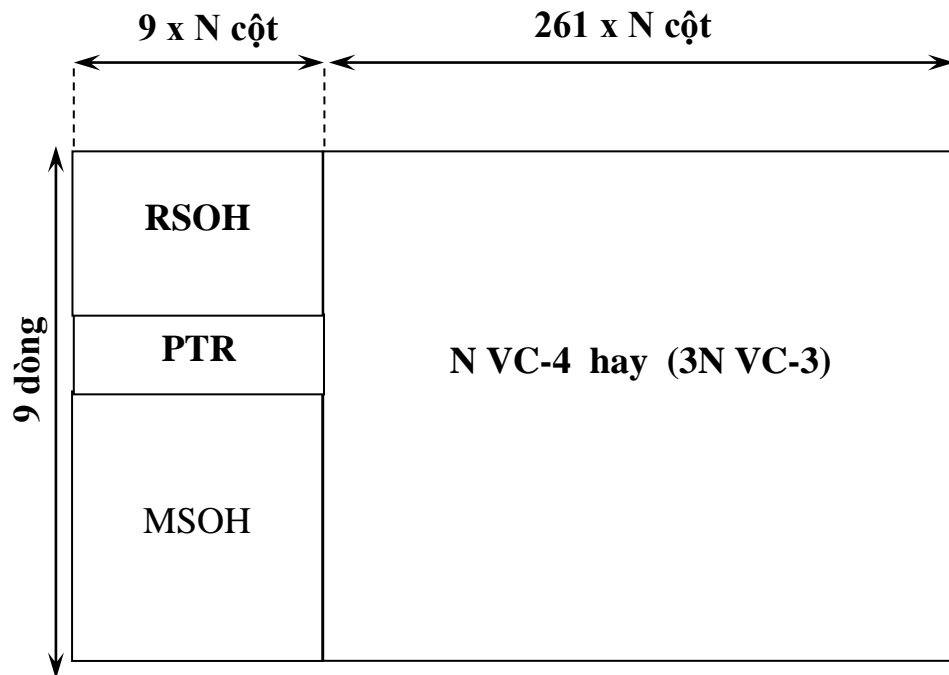
Hình 3.7: Sắp xếp các tế bào ATM vào :

- a) Đa khung VC-2.
- b) Đa khung VC-12.

Vì vùng tải trọng của mỗi khung VC-2 vừa bằng 2 lần dung lượng của 1 tế bào ATM nên việc đồng bộ giữa ranh giới của tế bào ATM và ranh giới VC-2 sẽ được duy trì đều đặn từ khung nọ sang khung kia. Cũng có thể sắp xếp tế bào ATM vào đa khung VC-12 như hình 3.7b. Mỗi khung có 1 byte VC-12 POH và 34 byte tải trọng. Khi sắp xếp phải tiến hành đồng bộ ranh giới của tế bào ATM với ranh giới của VC-12.

Tuy nhiên, dung lượng tải trọng trong mỗi khung VC-12 bé hơn dung lượng mỗi tế bào ATM. Vì thế, sự đồng bộ nói trên sẽ bị thay đổi từ khung nọ sang khung kia và được lặp lại theo chu kỳ 53 khung VC-12. Các tế bào ATM có thể vượt ra ngoài ranh giới đa khung.

Các tế bào sau khi sắp xếp vào các khung VC-n sẽ được ghép kênh thành các khung STM-N ($N = 1, 4, 16$ hay 64) theo sơ đồ ghép kênh SDH. Khi tạo thành các khung STM-N thì ngoài phần tải là các khung VC-n còn có các tiêu đề quản lý đoạn ghép MSOH, tiêu đề quản lý đoạn lặp RSOH và các con trỏ AU3/ AU4 PTR như hình 3.8



Hình 3.8: Khung STM- N.

RSOH: tiêu đề mang thông tin quản lý đoạn lặp.

MSOH: tiêu đề mang thông tin quản lý đoạn ghép.

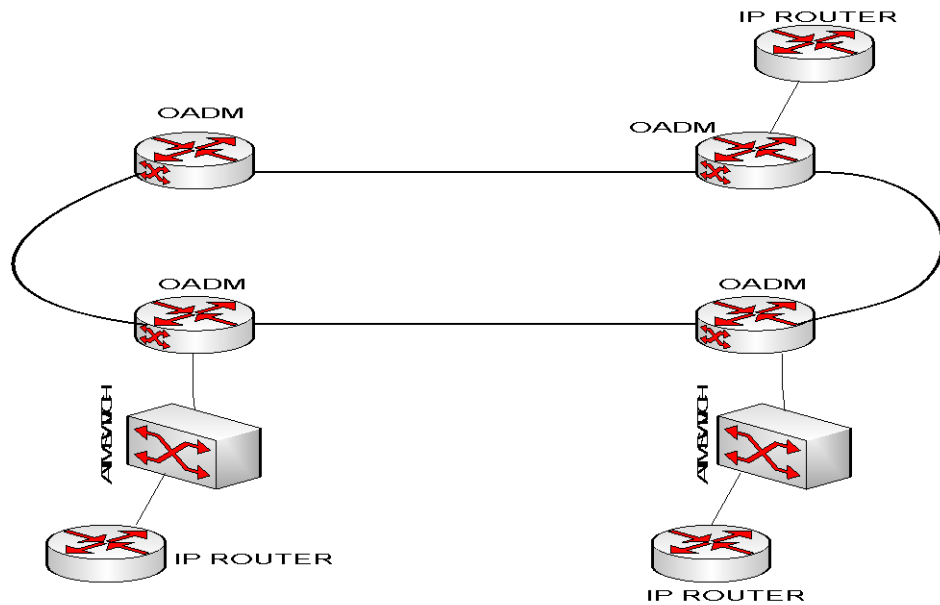
PTR: N con trỏ AU4- PTR hay 3N con trỏ AU3 PTR

Các luồng STM-N sẽ được thực hiện ghép kênh và truyền dẫn trên mạng WDM tới đích.

3.2.2 Ví dụ

Khi tích hợp IP trên ATM sẽ có nhiều điểm đáng quan tâm, ví dụ như IP/ATM cổ điển, LAN mô phỏng, đa giao thức qua ATM... Ở đây, chúng ta tập trung chủ yếu vào giao thức cổ điển đã được chuẩn hóa và hoàn thiện. Trong truyền dẫn cự ly xa bằng WDM hiện nay thì hầu hết khuôn dạng tín hiệu truyền dẫn được chuẩn hóa và sử dụng nhiều nhất là các khung SDH.

Hình 3.9 chỉ ra kiến trúc mạng IP over Optical có sử dụng quá trình đóng gói IP/ ATM/ SDH. Các gói IP được phân tách trong các tế bào ATM và được gán vào các *Kết nối ảo* (VC) qua các Card đường truyền SDH/ATM trong bộ định tuyến IP. Tiếp đến các tế bào ATM được đóng trong khung SDH và được gửi tới chuyên mạch ATM hoặc trực tiếp tới bộ Transponder WDM để truyền tải qua lớp mạng quang (truyền dẫn qua mạng OTN).



Hình 3.9: Ví dụ về IP/ ATM/ WDM.

Hiện tại, một cách thực hiện đảm bảo QoS cho dịch vụ IP là cung cấp một băng tần cố định giữa các cặp thiết bị định tuyến IP cho từng khách hàng (quản lý QoS lớp 2). ATM cung cấp tính năng thực hiện điều này nhờ các *Kênh ảo cố định* (PVC) qua hệ thống quản lý ATM hoặc thiết lập *Kênh chuyển mạch ảo* (SVC) linh hoạt, tất cả nằm trong *luồng ảo* (VP). Hoặc cũng có thể sử dụng phương pháp ghép kênh thống kê cho phép người sử dụng có thể truy nhập băng tần phụ trong một khoảng thời gian ngắn. Điều này đảm bảo băng tần cố định hay thay đổi tùy ý theo yêu cầu từ 1Mbit/s đến vài trăm Mbit/s cho các khách hàng khác nhau. Ngoài ra, nó còn cho phép các bộ định tuyến IP kết nối logic dạng Mesh một cách dễ dàng, do trẻ được giảm thiểu giữa các bộ định tuyến trung gian. Một lợi điểm khác của việc sử dụng giao thức ATM là khả năng thực hiện các hợp đồng lưu lượng khác nhau với nhiều mức chất lượng dịch vụ tùy theo ứng dụng yêu cầu.

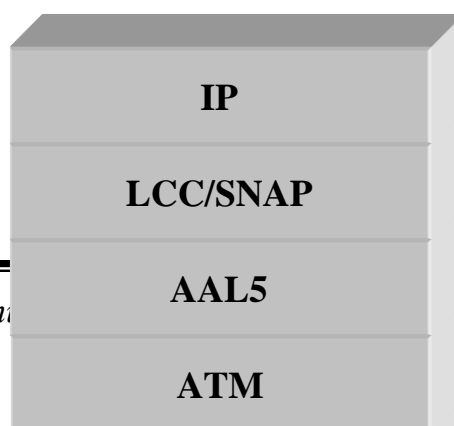
Đối với lưu lượng IP (thực chất là phi kết nối), mạng ATM sẽ chủ yếu sử dụng hợp đồng lưu lượng UBR (tốc độ bit không xác định). Tuy nhiên, nếu các ứng dụng IP nào đó yêu cầu mức QoS riêng, đặc biệt với các ứng dụng thời gian thực cần sử dụng *Năng lực chuyển giao*(ATC) khác như *Tốc độ bit không đổi*(CBR) hoặc tốc độ bit thay đổi yêu cầu thời gian thực (VBR- rt). Tuy nhiên, khi sắp xếp các gói IP có độ dài biến thiên vào các tế bào ATM có độ dài cố định chúng ta phải cần đến phần mào đầu phụ (do gói một gói IP có thể cần đến nhiều tế bào ATM), và đây được gọi là thuê tế bào. Sự khác biệt về kích thước cũng tạo ra yêu cầu lấp đầy khoảng trống trong các tế bào mà có phần mào đầu phụ. Một giải pháp để ngăn chặn yêu cầu trên là sắp xếp các gói trực tiếp liền kề nhau, nhưng điều này cũng đồng nghĩa với việc tăng rủi ro mất 2 gói liền nhau khi tế bào bị mất.

IP/ATM cũng có thể được sử dụng trong MPLS. Trong trường hợp này, PVC không được thiết lập từ hệ thống quản lý ATM mà được thực hiện linh động từ giao thức MPLS. Đối với MPLS dựa trên ATM, nhãn có thể được lưu trong ATM VCI.

3.3 Kiến trúc IP/ ATM/ WDM

Một khả năng khác của việc tích hợp IP với WDM đó là truyền tải trực tiếp tế bào ATM trên kênh WDM. Theo quan điểm về mặt kiến trúc, phương pháp này tương tự như phương pháp đã trình bày ở 3.1. Nhưng có một sự khác biệt ở đây là các tế bào ATM không được đóng trong các khung SDH mà chúng được gửi trực tiếp trên môi trường vật lý bằng sử dụng tế bào ATM tạo trên lớp vật lý.

Tế bào tạo trên lớp vật lý là một kỹ thuật tương đối mới đối với truyền tải ATM. Tế bào dựa trên cơ chế vật lý đã được phát triển riêng cho giao thức ATM, kỹ thuật này không hỗ trợ cho bất kỳ giao thức nào ngoài những giao thức thiết kế cho ATM.



Hình 3.10: Ngăn giao thức IP/ ATM/ WDM.

Một số ưu điểm của việc sử dụng các giao diện trên cơ sở tế bào thay cho các giao diện SDH như trình bày ở trên:

- Kỹ thuật truyền dẫn đơn giản đối với tế bào ATM khi các tế bào được truyền trực tiếp trên môi trường vật lý sau khi đã được ngẫu nhiên hóa.

- Mào đầu cầu tín hiệu truyền trên lớp vật lý ít hơn(khoảng 16 lần so với SDH).

- ATM là phương thức truyền dẫn không đồng bộ nên không đòi hỏi cơ chế định thời nghiêm ngặt với mạng.

- Giảm chi phí cho lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng cho tầng SDH.

Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là:

- Tuy về hình thức tế bào ATM cũng có các tiêu đề tế bào (còn gọi là cell tax) gần giống như trong truyền dẫn SDH có các byte quản lý, nhưng công nghệ truyền dẫn này chỉ có thể thực hiện cho các tế bào ATM.

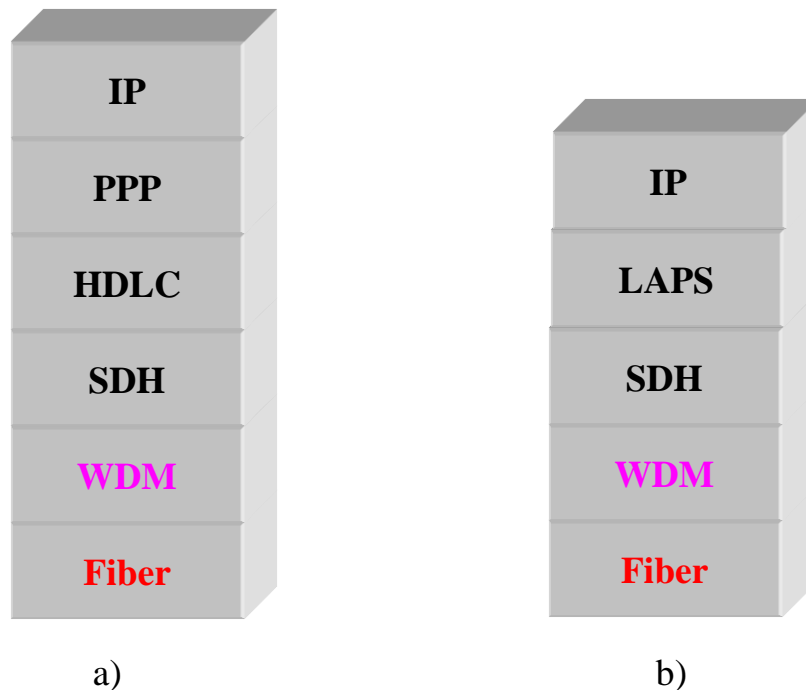
- Việc tách xen các luồng nhánh không linh hoạt.

Vì nhược điểm của truyền dẫn ATM rất khó khắc phục, trong khi SDH lại định nghĩa như là một phương thức truyền dẫn cho các mạng quang. Do đó, công nghệ này không được các nhà công nghiệp phát triển rộng rãi.

3.4 Kiến trúc IP/ SDH/ WDM

Có thể thực hiện một cách đơn giản để truyền dẫn khung SDH có đóng gói các IP datagram qua mạng WDM nhờ sử dụng các Transponder (là bộ thích ứng bước sóng). Ta cũng có thể truyền dẫn các khung SDH mang thông tin của các IP datagram trên mạng truyền tải SDH đồng thời với các loại lưu lượng dịch vụ khác. Nhưng cùng với sự phát triển của cơ sở hạ tầng mạng truyền tải quang OTN thì truyền dẫn trên mạng WDM là tất yếu và có nhiều ưu điểm hơn.

Với hệ thống SDH, ta có thể thực hiện chuyển mạch bảo vệ cho các liên kết lưu lượng IP khi cáp đứt nhờ các chuyển mạch bảo vệ tự động APS dưới các hình thức khác nhau (chuyển mạch bảo vệ đường hoặc chuyển mạch bảo vệ tuyến). Quá trình thực hiện tại tầng quang.



Hình 3.11: Ngăn xếp giao thức IP/SDH.

Để thực hiện truyền dẫn IP trên SDH có thể sử dụng các giao thức PPP/HDLC hay LAPS. Tương ứng ta có các mô hình phân lớp như hình 3.11. Tuy nhiên, không thể đồng thời sử dụng 2 mô hình này (tức LAPS và HDLC không thể cùng tồn tại).

3.4.1 Kiến trúc IP/ PPP/ HDLC/ SDH

Hình 3.11a là phiên bản IP/ SDH có sử dụng đóng gói PPP và các khung HDLC. Trong trường hợp này, các card đường dây trong các IP router sẽ thực hiện đóng khung PPP/ HDLC. Sau đó, tín hiệu quang được định dạng cho phù hợp với truyền dẫn trên sợi quang qua các phần tử SDH, các IP router giáp ranh hay qua các WDM Transponder để truyền dẫn ở cự ly xa. Có nhiều loại giao diện IP/ SDH khác nhau:

- Các luồng VC-4 hay VC-4-Xc: Cung cấp một băng thông tổng mà không có sự phân biệt nào cho từng loại dịch vụ IP trong trường hợp chúng xuất hiện đồng thời trong 1 luồng các datagram.

- Các giao diện kênh: Tại đây các đầu ra STM-16 quang có thể gồm 16 luồng VC-4 riêng biệt, trong đó mỗi luồng VC-4 tương ứng với một loại dịch vụ. Sau đó, các luồng VC-4 riêng biệt có thể được định tuyến qua mạng SDH để đến các router đích khác nhau (điều này có thể thực hiện nhờ khả năng tách xen 1 luồng bất kỳ ở 1 vị trí bất kỳ của hệ thống SDH).

3.4.1.1 Tầng PPP

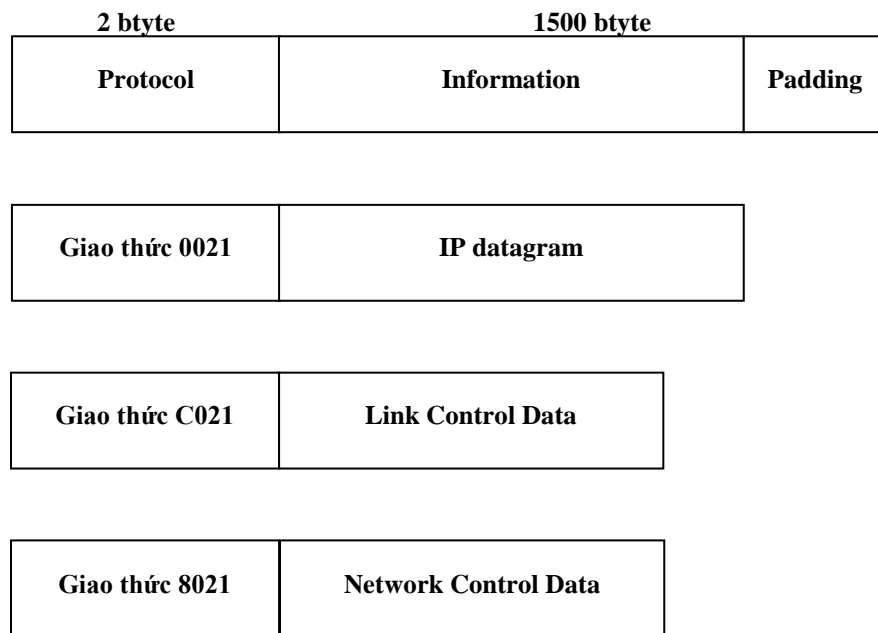
PPP là một phương thức đã được chuẩn hóa để đóng gói các datagram hay bất kỳ một kiểu gói nào khác để truyền dẫn qua các phương tiện khác nhau, từ đường dây thuê bao tương tự đến hệ thống số SDH. Nó còn có chức năng thiết lập và xóa bỏ liên kết. PPP gồm 3 thành phần:

- Phương thức đóng gói các IP datagram để truyền dẫn : PPP cung cấp 1 liên kết không đồng bộ với các khối 8 bit của dữ liệu và không phân chia nhỏ (nghĩa là giao diện nối tiếp đồng thời có tất cả các máy tính) cũng như các liên kết đồng bộ có định hướng bit.

- Một giao thức điều khiển liên kết (LCP): để thiết lập, định dạng và kiểm tra sự kết nối của dữ liệu. Điều này cho phép các đầu cuối có thể lựa chọn các liên kết khác nhau.

- Một họ các giao thức điều khiển mạng (NCPs): để cấu hình và thiết lập các giao thức của tầng mạng.

Tầng PPP thực hiện thêm 1 hoặc 2 byte trường giao thức và trường đệm nếu cần. Trường giao thức (protocol) có chức năng chỉ loại dữ liệu được mang ở đây. Giá trị 0x0021 nghĩa là trường thông tin là một gói IP, giá trị 0xC021 nghĩa là trường thông tin là dữ liệu điều khiển liên kết, 0x8021 cho dữ liệu điều khiển mạng.

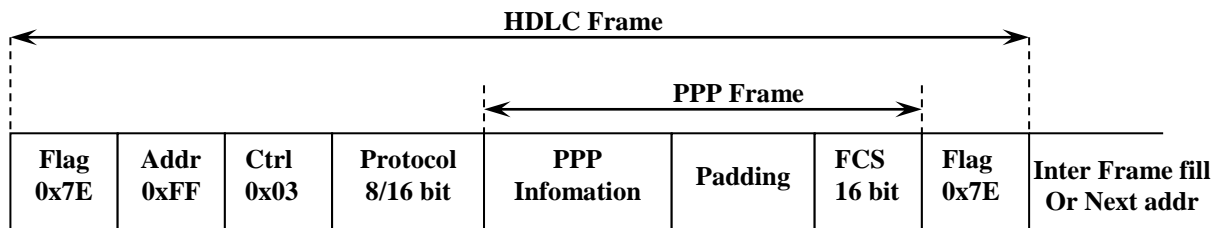


Hình 3.12: Khuôn dạng khung PPP

Trường thông tin (information): Chứa thông tin của tầng trên IP. Đi cùng với trường tin này là trường dữ liệu đệm (Padding) nhằm đảm bảo cho độ dài của trường thông tin đạt đến độ dài quy ước 1500 byte. Tuy nhiên, ta có thể không cần dùng trường này ngay cả khi dữ liệu của tầng trên nhỏ hơn hay lớn hơn 1599 byte nhờ sử dụng bản tin LCP để thỏa thuận trước độ dài trường thông tin được dùng.

3.4.1.2 Tầng HDLC

HDLC là một chuẩn của ISO, giao thức này được phát triển bởi IBM trong những năm 1970. Hình 3.13 là khuôn dạng khung HDLC.



Hình 3.13: Khung HDLC chứa PPP

Tầng này thực hiện thêm các byte cờ (flag) có giá trị 0x7E để phân biệt đầu cuối của mỗi khung. Trường cờ ở trước trường địa chỉ được gọi là cờ mở đầu khung. Trường cờ ở sau trường FCS được gọi là cờ kết thúc khung, và nó còn có thể là cờ mở đầu của khung tiếp theo. Các thực thể của tầng dữ liệu trong khi truyền dẫn sẽ xử lý nội dung của khung (trong khoảng ở giữa 2 trường cờ mở đầu và kết thúc). Trong khung PPP đưa xuống có thể sẽ xuất hiện các byte có giá trị giống với trường cờ, để nhận biết được thì các byte này trong phần thông tin sẽ được chuyển thành byte có giá trị 0x7D và 0x7E liên tiếp nhau. Trong trường hợp byte thông tin là 0x7D thì nó lại được chuyển thành 2 byte liên tiếp 0x7D và 0x5D. Ở đầu thu, những chuyển đổi trên sẽ được khôi phục và được thay thế bằng các byte gốc.

Ngoài ra, còn thêm 1 byte địa chỉ (Address) có giá trị 0xFF và 1 byte trường điều khiển (Ctrl) có giá trị 0x03. Trường giao thức để chỉ loại dịch vụ của tầng trên đưa xuống được đóng gói. Trong trường hợp này là PPP. Hai byte trường FCS để kiểm soát lỗi cho khung HDLC.

3.4.1.3 Sắp xếp khung SDH

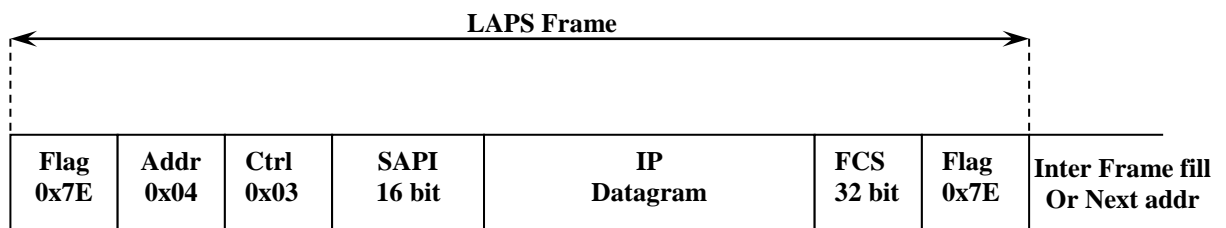
Các khung HDLC được sắp xếp vào tải của các VC-4 hay VC-4-Xc có sự đồng bộ ranh giới của các byte trong khung HDLC với ranh giới của các byte trong VC-4 (VC-4-Xc). Giống như sắp xếp ATM/ SDH cần phải thực hiện ngẫu nhiên hóa trước khi sắp xếp vào các khung. VC-4 (VC-4-Xc) nhằm hạn chế một cách thấp nhất rủi ro do sai lỗi gây ra. Đa thức ngẫu nhiên hóa được sử dụng để xác định nội dung trường tải tin khi này sẽ nhận giá trị bằng 22 (0x16) để chỉ tải PPP/ HDLC có sử dụng ngẫu nhiên hóa. Nếu không sử dụng ngẫu nhiên hóa thì byte này có giá trị

bằng 207(0xCF). Byte chỉ thị đa khung H4 không được sử dụng nên nhận giá trị bằng 0.

Tốc độ truyền dẫn cơ bản của IP/SDH là tốc độ khung STM-1(bằng 155.52Mbps) với băng thông của thông tin là 149.76 Mbps. Vì vậy, sau khi sắp xếp vào các khung Vc-4 (VC-4-Xc) thì các khung này sẽ được xếp lên khung STM-1. Quá trình này phải thêm các byte tiêu đề MSOH và RSOH. Để có tốc độ tín hiệu thấp hơn thì phải sử dụng luồng nhánh ảo VC tức là, sắp xếp vào các luồng nhánh tốc độ E3. Nếu cần tốc độ cao hơn thì dùng đa khung STM-N.

3.4.2 Kiến trúc IP/ LAPS/ SDH.

Hình 3.11b là mô hình truyền dẫn IP/ SDH sử dụng LAPS. LAPS là một giao thức đơn giản được sử dụng để truyền dẫn IP (IPv4, IPv6), PPP và các giao thức khác của tầng trên. Ở đây, nó được sử dụng để truyền dẫn IP/ SDH.



Hình 3.14: Khung LAPS chứa IP Datagram

Hình 3.14 là cấu trúc khung LAPS thực hiện đồng bộ theo octet. Giống như khung HDLC, các khung LAPS cũng được bắt đầu và kết thúc bằng các trường cờ có giá trị 0x7E. Để đảm bảo truyền dẫn trong suốt tức có thể phân biệt được trường cờ với các byte 0x7E khác xuất hiện trong trường thông tin, thì các byte này cũng chuyển thành 2 byte có giá trị 0x7D và 0x7E liên tiếp nhau. Trong trường hợp byte thông tin là 0x7D thì nó lại được chuyển thành 2 byte 0x7D và 0x5D. Và ở đầu thu sẽ khôi phục lại các byte gốc.

Trường địa chỉ (Address): gồm 1 octet có giá trị 0x04. Theo sau là trường điều khiển có độ dài 1 octet với giá trị 0x03.

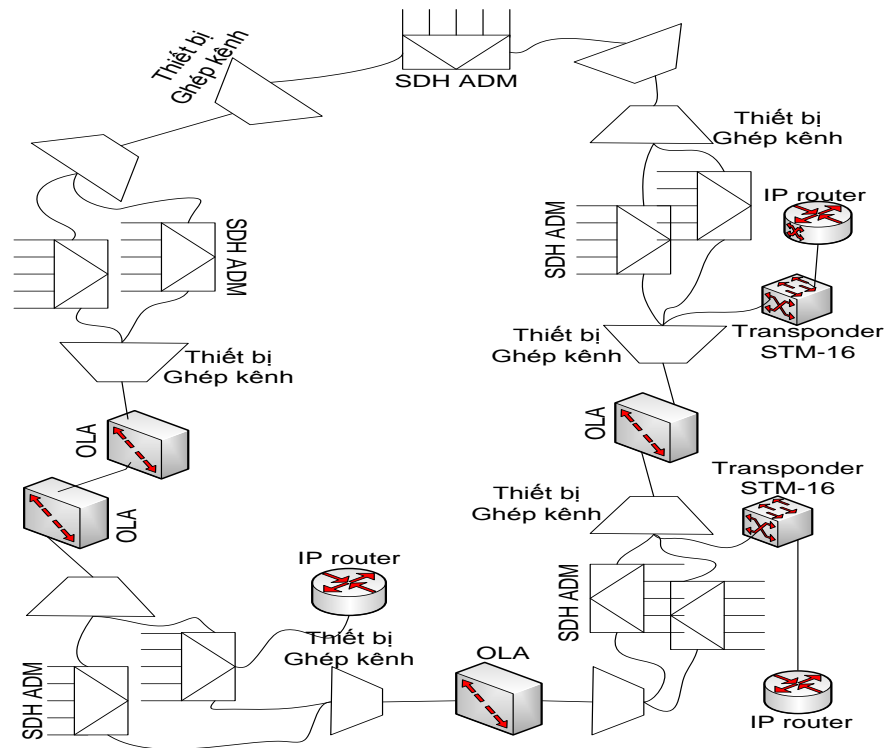
Trường chỉ thị điểm truy cập dịch vụ (SAPI) được sử dụng để chỉ thị loại dịch vụ lớp trên (IP, PPP hay các kiểu dữ liệu gói khác) được đưa xuống thực thể tầng liên kết dữ liệu. Kết quả là SAPI sẽ xác định loại thực thể tầng liên kết dữ liệu được dùng để xử lý các khung dữ liệu của tầng liên kết dữ liệu cũng như thực thể của tầng trên sẽ nhận thông tin được truyền dẫn trên các khung của tầng liên kết dữ liệu. Bảng 3.1 là giá trị của SAPI tương ứng với các giao thức lớp trên.

Bảng 3.1: Giá trị của SAPI tương ứng với các dịch vụ lớp trên.

Giá trị SAPI	Loại giao thức lớp trên
0021	Dịch vụ IPv4
0057	Dịch vụ IPv6
Các giá trị khác	Dữ trữ để mở rộng trong tương lai

Sau trường SAPI là trường thông tin mạng dữ liệu của tầng trên với độ dài là 1 số nguyên byte dữ liệu (quy ước là 1600 byte). Tiếp theo là trường kiểm tra khung FCS có độ dài 32 bit để kiểm soát lỗi cho khung dữ liệu.

Việc sắp xếp vào khung SDH cũng được thực hiện tương tự như đối với khung HDLC và phải được ngẫu nhiên hóa trước khi sắp xếp . Khi này byte nhãn tín hiệu đường ở vị trí trên C2 nhận giá trị 24 (0x18) và byte nhãn tín hiệu đường ở vị trí dưới V5 nhận mã nhị phân 101. Mạng truyền tải gói IP được đóng trong khung SDH truyền trên môi trường WDM được biểu diễn trong hình 3.15. Các khung SDH được sử dụng để tạo nên khung bao gói IP một cách đơn giản cho truyền dẫn WDM bằng bộ Transponder (thích ứng bước sóng) hoặc truyền tải lưu lượng IP trong khung SDH qua mạng truyền tải SDH cùng với lưu lượng khác sau đó mới sử dụng các tuyến WDM.



Hình 3.15: Ví dụ về mạng IP/SDH/WDM

Giải pháp này tận dụng ưu điểm của SDH để bảo vệ lưu lượng IP chống lại sự cố đứt cáp nhờ chức năng chuyển mạch tự động (APS). Điều này cũng có thể thực hiện trong lớp mạng quang dựa trên WDM.

3.5 Công nghệ Ethernet quang (Gigabit Ethernet - GbE)

Hiện nay, Ethernet chiếm tới 85% trong ứng dụng mạng LAN. Chuẩn Gigabit Ethernet có thể sử dụng để mở rộng dung lượng LAN tiến tới MAN và thậm chí cả đến WAN nhờ các Card đường truyền Gigabit trong các bộ định tuyến IP; những Card này có giá thành rẻ hơn 5 lần so với Card đường truyền cùng dung lượng sử dụng công nghệ SDH. Nhờ đó, Gigabit Ethernet trở nên hấp dẫn trong môi trường Metro để truyền tải lưu lượng IP qua các mạch vòng WDM hoặc thậm chí cho cả các tuyến WDM cự ly dài. Hơn thế nữa, các công nghệ Ethernet 10Gbit/s đã được chuẩn hóa. Mạng Ethernet tốc độ bit thấp (ví dụ 10Base-T hoặc 100Base) sử dụng kiểu truyền hoàn toàn song công, ở đây băng tần truyền dẫn hiệu dụng được chia sẻ giữa tất cả người sử dụng và giữa 2 hướng truyền dẫn. Để kiểm soát sự truy nhập vào băng tần chia sẻ có thể sử dụng công nghệ CSMA- CD. Điều này sẽ làm giới hạn

kích thước vật lý của mạng vì thời gian chuyển tiếp không được vượt quá “khe thời gian” có độ dài khung nhỏ nhất (chẳng hạn 512 bit đối với 10Base-T hoặc 100Base-T). Nếu tốc độ bit là 1Gb/s mà sử dụng độ dài khung nhỏ nhất 512 bit thì mạng Ethernet chỉ đạt chừng 10m vì thế độ dài khung tối thiểu trong trường hợp này được định nghĩa bằng 4096 bit cho Gigabit Ethernet. Điều này hiện làm giới hạn kích thước mạng trong phạm vi 100m. Tuy nhiên, kiểu hoàn toàn song công vẫn hấp dẫn trong môi trường Gigabit Ethernet . Khi Gigabit Ethernet (1000Base –X) sử dụng kiểu song công nó trở thành 1 phương pháp tạo khung và bao gói đơn giản, tính năng CSMA- CD không còn được sử dụng. Chuyển mạch Ethernet cũng được sử dụng để mở rộng topo mạng thay thế cho các tuyến điểm-điểm.

Phần trống
Phần mào đầu
Phân định ranh giới bắt đầu
Địa chỉ đích
Địa chỉ nguồn
Độ dài khung
Trường điều khiển tuyến Logic + Tải tin (độ dài tối đa 1500 byte)
Dãy kiểm tra khung
Tổng số mào đầu

Hình 3.16: Khung Gigabit Ethernet

Cấu trúc khung Gigabit Ethernet biểu diễn trong hình 3.16. Độ dài tải cực đại của Gigabit Ethernet là 1500 byte nhưng có thể mở rộng tới 9000 byte (khung Jumbo) trong tương lai. Tuy nhiên, kích thước tải lớn hơn sẽ khó tương hợp với các chuẩn Ethernet trước đây và hiện tại cũng chưa có chuẩn nào cho vấn đề này.

Khung Ethernet được mã hóa trong sóng mang quang sử dụng mã 8B/10B. Trong 8B/10B mỗi byte mã hóa sử dụng 10 bit nhằm để đảm bảo mật độ chuyển tiếp phù hợp trong tín hiệu khôi phục đồng hồ. Do đó thông lượng đầu ra 1Gb/s thì tốc độ đường truyền là 1.25Gb/s. Việc mã hóa cũng phải đảm bảo chu kỳ trống được lấp đầy ký hiệu có mật độ chuyển tiếp phù hợp giữa trạng thái 0 và 1 khi các gói không được phát đi nhằm đảm bảo khả năng khôi phục đồng hồ.

Gigabit Ethernet cung cấp 1 số QoS như định nghĩa trong tiêu chuẩn IEE 802.1Q và 802.1P. Những tiêu chuẩn này dễ dàng cung cấp QoS qua Ethernet bằng cách gắn thêm *thẻ* cho các gói cùng chỉ thị ưu tiên hoặc cấp độ dịch vụ mong muốn cho gói. Những *thẻ* này cho phép tạo những ứng dụng liên quan đến khả năng ưu tiên của gói cho các phần tử trong mạng. RSVP hoặc DiffServ cũng được hỗ trợ bằng cách sắp xếp trong 802.1P lớp dịch vụ.

3.6 Kỹ thuật MPLS để truyền dẫn IP trên quang

3.6.1 Mạng MPLS trên quang

3.6.1.1 Chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS

Hiện có nhiều giải pháp khác nhau hướng đến việc xử lý định tuyến ở lớp 2, nghĩa là thực hiện “định tuyến” thay vì “chuyển mạch” trong mạng IP.

MPLS là một nỗ lực của IETF để tạo ra một giải pháp chuẩn hóa cho vấn đề này. “Nhãn” ở đây là một số được gán tại bộ định tuyến IP ở biên của miền MPLS hoặc chuyển mạch nhãn xác định tuyến qua mạng để các gói được định tuyến một cách nhanh chóng không cần phải tìm kiếm địa chỉ đích trong gói IP. Nhãn này có thể gắn thêm vào gói IP hoặc ghi trong khung gói khi tồn tại trường phù hợp. MPLS không giới hạn ở bất kỳ lớp tuyến nào và có thể sử dụng chức năng phát chuyển từ các thiết bị ATM hoặc chuyển tiếp khung.

Trong MPLS các gói IP được phân thành các lớp phát chuyển tương ứng (Forwarding Equivalence Classes - FEC) ở lối vào miền MPLS. FEC là một nhóm các gói IP được phát chuyển trên cùng tuyến và được xử lý theo cùng 1 cách. Việc gán này có thể dựa trên địa chỉ host hoặc “phù hợp dài nhất” tiền tố địa chỉ đích của

gói IP. Nhờ FEC mà các gói IP được gán và mã hóa với nhãn có độ dài cố định và ngắn.

Tại các nút mạng MPLS các gói được đánh nhãn phát chuyển theo mô hình trao đổi nhãn. Điều này có nghĩa là nhãn kết hợp với gói IP được kiểm tra tại mỗi bộ định tuyến chuyển mạch nhãn (LSR) và được sử dụng như là một chỉ số trong cơ sở thông tin nhãn (LIB). Nhãn được gắn lỗi vào phát chuyển nhãn hop kế tiếp trong bảng này mà xác định ở đâu gói phát chuyển tới. Nhãn cũ được thay thế bằng nhãn mới và gói được phát chuyển tới hop kế tiếp của nó. Do đó, khi gói IP nằm trong địa phận MPLS thì phần mào đầu mạng không phải là đối tượng phân tích kỹ hơn trong các hop MPLS tiếp sau.

Nhằm thiết lập và duy trì tuyến ứng với thông tin thu thập từ giao thức định tuyến, LSR dọc theo tuyến này phải gán và phân bổ cho những nút lân cận. Kèm theo đó là một tuyến chuyển mạch nhãn (LSP) được tạo ra giữa lỗi vào và lỗi ra của địa phận MPLS. LSP được tạo ra bằng việc móc nối một hoặc nhiều bộ định tuyến chuyển mạch nhãn cho phép LSR thông tin tới LSR khác của 1 liên kết FEC/ nhãn đã được thiết lập. Với liên kết này thì LIB trong các LSR được sử dụng trong quá trình trao đổi nhãn nhằm duy trì cho số liệu. Sự phân bổ các liên kết FEC/ nhãn trong số các LSR tham gia nhằm thiết lập LSR nhờ giao thức phân bổ nhãn (LDP).

MPLS đem lại một số lợi ích cho nhà cung cấp IP:

- Phát chuyển hiệu quả: do sử dụng nhãn nên các bộ định tuyến lỗi/ LSR không cần thực hiện việc tìm kiếm tuyến trong các bảng định tuyến lớn mà chỉ cần thực hiện trong LIB nhỏ hơn.

- Dịch vụ phân biệt: Các tuyến hoặc FEC có thể được gán cho QoS khác nhau. Sử dụng nhãn kết hợp với các tham số QoS cho phép dễ dàng nhận diện dòng lưu lượng như vậy.

- Mạng riêng ảo MPLS: VPN có thể được thiết lập bằng cách tương đối đơn giản. Thêm nữa sử dụng các nhãn (khác nhau), lưu lượng riêng có thể tách ra trong mạng công cộng.

- Thiết kế lưu lượng: Bởi vì các tuyến MPLS dựa trên topo và sử dụng nhãn để nhận diện chúng nên tuyến dễ dàng được định tuyến lại. Lại một lần nữa nhãn lại thực hiện. Do có thể thực hiện trên các phần tử chuyên mạch ATM nên phát chuyển gói có thể đạt đến tốc độ đường truyền.

3.6.1.2 MPLS trên quang

Đây là việc sử dụng MPLS tại tầng quang. Tầng kênh quang cung cấp các kết nối quang end- to- end giữa các điểm truy nhập. Trong mạng dữ liệu, các chức năng chủ chốt đều được thực hiện bởi mặt điều khiển kỹ thuật lưu lượng MPLS. Tương tự, tầng kênh quang cũng có các chức năng sau: định tuyến, giám sát, chuyển mạch bảo vệ và phục hồi kênh quang.

MPLS là sự lựa chọn hợp lý để thiết kế một mặt điều khiển chung UCP và nó được sử dụng để xây dựng các mô hình Peer. Mô hình này gồm các IP router và các OXC hoạt động trong một miền quản trị đơn, duy trì một cơ sở dữ liệu cầu hình đơn. Đặc biệt, có thể mở rộng một loạt các giao thức MPLS TE để điều khiển hoạt động các thiết bị OXC và IP router. Trong trường hợp này, các OXC có khả năng lập trình với các kết cấu chuyển mạch có thể thay đổi các kết nối và mặt điều khiển hoàn hảo sẽ thực hiện được các chức năng của tầng quang.

Nhắc lại rằng ý tưởng MPLS TE là thiết lập các đường chuyển mạch nhãn (LSP) xuyên qua một mạng gồm các router chuyển mạch nhãn(LSR) dựa trên cơ sở bảng thông hay dưới các tiêu chuẩn khác. Các thành phần của MPLS TE gồm: giao thức để thiết lập các LSP, giao thức định tuyến(OSPF hay IS- IS) cùng với sự mở rộng tương ứng để quảng bá cấu hình mạng, tài nguyên là các liên kết khả dụng (rỗi hay sẵn sàng cho sử dụng) và cơ chế dùng để định hướng cho các gói tin một cách độc lập với tiêu đề IP và tải tin của nó.

Cùng với một vài thành phần tín hiệu analog giữa mạng MPLS TE và mạng truyền tải quang OTN sử dụng OXC. Ví dụ, LSR và OXC sử dụng cùng một kiểu định hướng: chuyển mạch đơn vị thông tin từ cổng vào đến cổng ra. LSR thực hiện chuyển mạch dựa trên nhãn gắn kèm theo mỗi gói tin, còn OXC thực hiện chuyển

mạch dựa trên số thứ tự của cổng hay bước sóng. Một điểm tương tự khác: LSP và LSP - quang là các kết nối điểm - điểm không trực tiếp, được thiết lập thông qua một đường giữa 2 nút (LSR hoặc OXC đã sắp đặt trước). Những điểm tương đồng này cho thấy MPLS là lựa chọn đúng đắn để thiết kế một mặt điều khiển có thể hoạt động liên kết mở nhằm thực hiện hợp nhất mạng quang và IP. MPLS là khái niệm được sử dụng để mở rộng MPLS TE trên quang.

Số kết nối kiểu LSP riêng biệt truyền qua mạng MPLS - OXC có thể bị hạn chế bởi không gian nhãn. Trong trường hợp này, không gian nhãn liên quan đến có bao nhiêu bước sóng có thể ghép vào 1 sợi quang. Công nghệ DWDM hiện tại cho phép khoảng 200 bước sóng. Thậm chí, với sợi quang đa mode và có biến đổi bước sóng thì có thể có 2^{20} nhãn (khả dụng) được dùng trên các IP router (nhãn 4 byte, trong mỗi gói có trường nhãn 20bit). Vì thế, nó rất hữu hiệu trong việc tập hợp ghép các LSP vào 1 LSP - quang lớn hơn để khắc phục sự hạn chế tài nguyên và sự bùng nổ lưu lượng. Điều này, có thể thúc đẩy sự phát triển của một vài loại LSP quang có dung lượng rất cao.

Khắc phục hạn chế tài nguyên có thể thực hiện được bằng cách sử dụng các cơ chế của MPLS để tạo một LSP- quang giữa IP router đầu vào và IP router đầu ra. LSP - quang này định dạng một liên kết FA, và các router định tuyến động sẽ lưu trữ liên kết này trong cơ sở dữ liệu về cấu hình mạng của tất cả các IP router quang hay phi quang. Bất kỳ một IP router nào trên mạng (thậm chí nó không được nối trực tiếp đến mạng MPLS - OXC) đều cần chú ý đến liên kết FA này trong tính toán đường truyền của nó khi một LSP - setup đầu tiên được yêu cầu.

Khi LSP đi qua liên kết FA, router IP ở đầu vào của FA sử dụng thủ tục gắn xếp- nhãn với mục đích che lấp các LSP nhỏ hơn bên trong liên kết FA lớn hơn để truyền qua mạng MPLS- OXC. Trong tài liệu này, gắn xếp- nhãn nghĩa là router đầu vào của FA có thể dán nhãn gói trực tiếp từ nhiều LSP nhỏ hơn xuyên qua một LSP- quang đơn lớn hơn. LSP- quang này còn gọi là liên kết FA. Ngoài ra, để sử dụng hiệu quả nhất nguồn tài nguyên LSP có sẵn, các nhà cung cấp còn đưa ra các quy định cho phép hay không một router nào đó sử dụng liên kết này.

3.6.2 Kỹ thuật lưu lượng MPLS trên quang

Hiện nay, IETF đang nỗ lực tìm kiếm cách mở rộng MPLS TE trên mạng quang và được gọi là MPLS. Sự mở rộng chức năng và cấu trúc của các MPLS TE quan trọng đã được nghiên cứu phát triển để tạo ra một kết nối mạng giữa router và các OXC.

Một mạng MPLS gồm các thiết bị LSR và OXC kết nối với nhau bằng các liên kết quang. Các giao thức cho các kiến trúc đã biết (IGP), các liên kết thay thế (LMP) và báo hiệu để khởi tạo kết nối (RSVP) được truyền trên kênh điều khiển, cho phép thiết lập một kết nối quang.

3.6.2.1 Các bó liên kết và các kênh điều khiển

Để đảm bảo đặc tính mở rộng của mạng, một nhóm gồm 1 hoặc nhiều kênh mang không định hướng (“ các liên kết thành phần” dưới dạng tia sáng hay bước sóng) hay một cặp LSR cùng với một kênh điều khiển song hướng liên kết được gọi và được lưu hành chung như một liên kết đơn. Kênh điều khiển chỉ mang thông tin điều khiển giữa các MPLS - OXC kế tiếp nhau và có thể hoạt động trên một sợi quang, bước sóng cụ thể hay thậm chí một kết nối Ethernet ngoài băng. Các khả năng khác để thiết lập kênh điều khiển bao gồm việc gán các thông tin điều khiển vào các byte mào đầu SOH hay sử dụng nội vai dạng điều chế vật mang con SCM (Sub Carrier Modulation).

3.6.2.2 Giao thức quản lý liên kết LMP

LMP là một giao thức điều khiển mới và được sử dụng giữa hai MPLS- OXC liên kết nhau. Nó giám sát tính sẵn có của kênh điều khiển, kiểm tra sự kết nối và tính sẵn có của các liên kết thành phần, cung cấp chức năng cô lập rỗi.

3.6.2.3 Mở rộng giao thức báo hiệu

Giao thức định tuyến (OSPF hay IS- IS) phải được mở rộng để mã hóa và thông báo các tính chất của các kết nối quang. Thông tin này được sử dụng trong suốt quá trình tính toán đường truyền để quyết định liên kết trên đường truyền được

chọn phải thỏa mãn những yêu cầu gì. Giao thức định tuyến phải quảng bá được những thông tin sau:

- Mã hóa và tốc độ bit của liên kết.
- Liên kết có phải là một phần của một nhóm liên kết hay không? Một nhóm liên kết sẽ bị ảnh hưởng nếu một liên kết tách ra.
- Bù sự suy yếu về mặt quang do các nguyên nhân như suy hao hay tán sắc trên một liên kết. Sự suy yếu này sẽ làm ảnh hưởng đến chất lượng của tín hiệu quang.
- Khả năng bảo vệ (nếu có) mà các cấu hình liên kết yêu cầu.
- Phân kênh dung lượng tại giao diện thu của liên kết.

Chức năng cuối cùng sẽ quyết định kết nối quang nào được kết cuối tại giao diện đặc thù của node. Ví dụ, một router giáp ranh sẽ thông báo các giao diện của nó là khả năng chuyển mạch gói, một ADM SDH có thể thông báo giao diện của nó là khả năng chuyển mạch TDM và một thiết bị MPLS- OXC chỉ có khả năng chuyển tiếp có thể thông báo giao diện của nó là khả năng chuyển mạch sợi hay tia sáng. Kết nối quang có thể được thiết lập giữa các thực thể có khả năng ghép nhiều liên kết giống nhau.

3.6.2.4 Mở rộng báo hiệu

Các giao thức báo hiệu, giao thức tạo sẵn nguồn tài nguyên (RSVP) và định tuyến trên cơ sở các quy định, có sử dụng giao thức phân phối nhãn (CR- LDP) truyền các yêu cầu về nhãn và các đối tượng nhãn dọc theo một đường truyền cụ thể. Ngữ nghĩa của nhãn phải được mở rộng để không chỉ sử dụng cho gói tin mà còn sử dụng cho các tia sáng, bước sóng và các mạch TDM. Thêm vào đó, nhận dạng liên kết là cần thiết để chỉ rõ liên kết thành phần cụ thể trong 1 bó liên kết mà trên đó nhãn được xác định. Nhưng mở rộng khác phải cho phép giao thức báo hiệu các kết nối quang song hướng và yêu cầu một tần số bước sóng end- to- end nếu không có sự biến đổi bước sóng. Biến đổi bước sóng cho phép một bước sóng ở đầu vào bất kỳ chuyển thành một bước sóng khác ở đầu ra.

3.6.3 Mặt điều khiển MPLS.

Mặt điều khiển MPLS-TE có các yêu cầu về các kết nối chéo và các thành phần khác của hệ thống. Những yêu cầu này nảy sinh từ các khái niệm mới trong kỹ thuật lưu lượng IP truyền thống. Từ đó, nó sẽ xây dựng một khung làm việc cho mô hình mặt điều khiển MPLS TE. Mô hình này gồm:

- Tìm kiếm tài nguyên bằng cách sử dụng các giao thức như giao thức trong công IGP.
- Trao đổi thông tin về trạng thái mạng (cấu trúc, các tài nguyên còn khả năng phục vụ được).
- Tính toán đường truyền để có các quyết định định tuyến.
- Quản lý tuyến: Nó sẽ thực hiện các hoạt động như: Đặt lại đường truyền, bảo dưỡng, phân phối nhãn...

Xây dựng mặt điều khiển dưới dạng modul sẽ tăng cường hiệu quả của mạng. Mặt điều khiển MPLS sẽ chạy bằng cách sử dụng các modul để thực hiện các hoạt động trên.

Trong thực tế, nó có thể là mặt điều khiển tích hợp. Các thành phần như: OXC, LSR sẽ có một mặt điều khiển thống nhất. Mặt điều khiển MPLS TE phải đặc biệt phù hợp với các OXC. OXC sử dụng mặt điều khiển này sẽ là một thiết bị có địa chỉ IP. Vì thế, kiến trúc mới cho mặt điều khiển MPLS đã ra đời.

3.7 Kiến trúc IP/WDM

Giai đoạn cuối cùng trong tương lai mà hệ thống truyền dẫn số liệu đang hướng tới là khả năng truyền dẫn IP trực tiếp trên hệ thống truyền dẫn quang DWDM. Trong tương lai, sự thống nhất của mạng IP và mạng quang nhờ sử dụng các bộ định tuyến IP hoạt động ở tốc độ Gbps hay Tbps phù hợp với giao diện quang tốc độ cao, cũng như các thiết bị truyền dẫn DWDM có kích thước và cấu hình khác nhau chắc chắn sẽ tạo ra các ưu điểm nổi bật. Dựa vào khả năng định tuyến của công nghệ có thể chia giai đoạn này thành hai giai đoạn con: IP over WDM và IP over Optical.

3.7.1 IP trên WDM

3.7.1.1 Nguyên lý hệ thống

Đây là giai đoạn đầu khi đưa các IP datagram truyền trực tiếp trên hệ thống WDM. Trong giai đoạn này, mỗi giao thức sẽ có một bước sóng tương ứng. Việc xử lý ở đây mới dừng lại ở mức xử lý theo từng luồng quang. Các bước sóng khác nhau có thể xen/rẽ ở các node khác nhau nhờ các thiết bị định tuyến bước sóng như: kết nối chéo quang, chuyển mạch bước sóng quang, bộ định tuyến bước sóng quang, hay bộ xen/rẽ kênh quang. Khi này, để thực hiện việc chuyển đổi các luồng tín hiệu điện (tương ứng với các giao thức khác nhau) thành các tín hiệu quang để truyền dẫn trên hệ thống DWDM thì không có các giao thức trung gian. Để thực hiện truyền dẫn, các IP datagram phải được tập trung lại thành một luồng trước khi biến đổi để truyền dẫn ở miền quang trên bước sóng tương ứng nó. Với các thiết bị WDM ngày nay, số bước sóng có thể ghép kênh ít nên tương ứng cho mỗi giao thức có một bước sóng nhất định. Các datagram có đích là các mạng nội hạt khác nhau khi truyền dẫn cùng trên một bước sóng thì tại mỗi node cần phải biến đổi về miền điện để thực hiện định tuyến, kết cuối các datagram xuất phát từ node này đến node khác. Như vậy, truyền dẫn quang đối với các IP datagram vẫn bị hạn chế bởi “ nút cổ chai “ của các mạch điện tử.

Hiện nay, trên thị trường đã có các thiết bị có khả năng ghép đến 200 bước sóng, và trong phòng thí nghiệm cũng nghiên cứu thiết bị cho phép ghép đến 1200 bước sóng. Với số lượng bước sóng nhiều thì mỗi giao thức có thể truyền dẫn trên nhiều bước sóng. Khi đó, với việc sử dụng phiên bản IPv6 có khả năng định tuyến ngay tại nguồn thì có thể tập trung các datagram có cùng đích đến trên một bước sóng. Nhờ đó, các luồng quang tại các node trung gian không cần xử lý điện mà có thể sử dụng các OXC (Optical Cross-connect: Kết nối chéo quang) hoạt động dưới sự điều khiển của bước sóng điều khiển λ_s để thực hiện định tuyến các luồng. Các luồng này chỉ biến đổi về miền điện khi đến được node đích.

Tại đích, các IP datagram được đưa đến router tốc độ cao thực hiện định tuyến cho nó. Khi đó, tránh được việc xử lý tại miền điện ở các node trung gian.

Tuy nhiên, công nghệ chưa thực sự tối ưu vì số lượng mạng đích nhiều trong khi số lượng bước sóng vẫn còn hạn chế. Vì vậy, các datagram chỉ hạn chế được số lần xử lý trong miền điện tại các node trung gian chứ chưa phải là đã loại bỏ được một cách hoàn toàn.

3.7.1.2 Định tuyến tại tầng quang

Thiết bị được sử dụng để định tuyến tại tầng quang là các thiết bị định tuyến bước sóng, điển hình là OXC. OXC cấu hình động có thể chuyển mạch trực tiếp đối với tín hiệu quang nhận được từ cổng đầu vào, xuyên qua kết cấu trường chuyển mạch đến cổng ra tương ứng. Nói một cách rõ hơn, một OXC không thể định tuyến hoặc chuyển mạch các gói, nó chỉ được sử dụng để xử lý tại tầng quang- nơi mà đơn vị truyền dẫn tính theo một sợi quang hay một tia sáng.

Một OXC gồm N cổng vào và M cổng ra, mỗi đầu vào chuyển mạch sợi hay tia sáng với một tốc độ bit riêng b. Vì thế, toàn bộ dung lượng định hướng của thiết bị là $N \times M \times b$. Trong OXC là một kết cấu chuyển mạch quang hay chuyển mạch điện. Kết cấu chuyển mạch điện sẽ có một bảng định tuyến trong các router và các chuyển mạch. Nó cho phép phát hiện và cô lập lỗi bằng các thông tin quản lý nằm trong tiêu đề của mỗi khung truyền tải. Hơn nữa, sự chuyển đổi quang điện và ngược lại được thực hiện bởi các OXC cho phép giảm sự suy yếu của tín hiệu quang do suy hao và tán sắc (cả hai tác động này đều nhận được khi truyền ánh sáng qua một khoảng cách xa). Ngược lại, biến đổi O-E-O làm tăng chi phí và năng lượng của các thiết bị. Thêm vào đó, việc nâng cao tốc độ hoặc thay đổi khuôn dạng báo hiệu sẽ đòi hỏi phải nâng cấp phần cứng. Kết cấu chuyển mạch quang đơn thuần không thực hiện việc chuyển đổi O-E-O khi tín hiệu đi qua nó từ đầu vào đến đầu ra. Điều đó có nghĩa là chi phí sẽ thấp hơn và giảm năng lượng tiêu thụ của thiết bị. Nó còn đảm bảo tính trong suốt của tốc độ bit, nghĩa là kết cấu đó sẽ chuyển mạch dữ liệu độc lập với khuôn dạng khung tín hiệu hay tốc độ bit. Theo lý thuyết, một kết cấu chuyển mạch như vậy đầu tiên có thể đáp ứng được nhu cầu lưu lượng cho OC-48, sau đó là OC-192 và cuối cùng là OC-768. Nhược điểm của chuyển mạch quang đơn thuần là không có sự nhận biết về mặt điện, do đó việc cô lập lỗi rất khó

khăn. Kết cấu chuyển mạch quang đơn thuần và các sáng kiến để khắc phục các nhược điểm của nó như biến đổi bước sóng và cô lập lỗi ở tầng quang vẫn trong giai đoạn phát triển. Trong trường hợp này, thông tin điều khiển vẫn được mang trên kênh bước sóng điều khiển λ_s của mạng WDM thông thường.

Các giao thức định tuyến động, được sử dụng trong mỗi OXC và trên mạng có phạm vi, cấu trúc thay đổi (như mạng IP) để phát hiện các mạng xung quanh nó, nhận biết kiến trúc mạng, tính toán đường đi, cài đặt trạng thái định hướng. Khi đó, các IP router định hướng các gói tin trên cơ sở hop-by-hop. Một OXC có thể là nơi xuất phát, trung gian hay là nơi kết thúc một kết nối quang. Mạng quang là mạng có kết nối định hướng, và giao thức báo hiệu được sử dụng để thiết lập, quản lý trạng thái định hướng kết nối tại mỗi OXC dọc theo đường kết nối quang. Yêu cầu đối với các thiết bị này khi sử dụng để truyền dẫn cho giao thức IP là khả năng truyền dẫn đa hướng. Vì vậy, cần chú ý xây dựng các cấu trúc chuyển mạch có khả năng này.

3.7.1.3 Nguyên nhân chọn OXC làm nhân tố cơ bản trong việc định tuyến tại tầng quang

Ở phần trên đã trình bày các mô hình khác nhau để truyền dẫn IP trên quang như: IP/ ATM/ SDH, IP/ SDH nhưng tùy vào mô hình mà hiệu quả truyền dẫn chỉ đạt được một mức độ nào đó. Trong khi đó, đối với OXC thì ngoài những thành công và sự ứng dụng rộng rãi nhờ vào tính sẵn có của thiết bị, chi phí vận hành, bảo dưỡng và khả năng hoạt động trên nền tảng của các IP router thế hệ tương lai với tốc độ Tbps, nó còn hấp dẫn bởi khả năng cung cấp các chức năng hữu dụng khác như:

- Định hướng hiệu quả hơn đối với toàn bộ lưu lượng: Các IP router giáp ranh sẽ tập trung toàn bộ và ghép kênh luồng lưu lượng IP vào một bước sóng đơn. Từ đó, cho phép chuyển mạch trong lõi mạng hiệu quả hơn thực hiện ở tầng IP điện. Nhờ đó tăng khả năng mở rộng scalability và giảm chi phí.

- Cấu hình “ lưới mạng quang”: Trên cơ sở OXC, mạng quang có thể xây dựng được cấu hình lưới. Mạng này có ưu điểm là cần ít tài nguyên để bảo vệ và khôi phục tín hiệu hơn so với mạng cấu hình Ring SDH. Sở dĩ có điều này vì tài nguyên mạng (ví dụ: các node, các liên kết) có thể được sử dụng nhiều lần cho các kết nối end-to-end. Cấu hình lưới còn cho phép xây dựng các đường truyền cố định giữa hai điểm bất kỳ trong mạng.

- Đường vòng quang: Lưu lượng chuyển tiếp đến các điểm node của nhà cung cấp POP có thể được chuyển mạch quang chứ không thực hiện phân kênh thành các gói và xử lý ở tầng IP. Các thiết bị định tuyến IP là thiết bị điện thường có giá thành đắt, nên nó thường được lắp đặt để phục vụ cho lưu lượng khách hàng xuất phát hay kết cuối tại POP chứ không phải là lưu lượng chỉ chuyển tiếp qua.

- Khả năng cấu hình lại của tầng quang: Bằng việc biết được sự phân bố của cấu hình mạng và các tín hiệu báo hiệu trong OXC, có thể định hình một cách hợp lý, hiệu quả cho tài nguyên mạng truyền tải quang (OTN) nhằm giám sát các dịch vụ và phản ứng lại với các lỗi xảy ra. Vì OTN có thể truyền nhiều gói tin hơn nên các giao thức và thiết bị đầu cuối thực tế có thể điều khiển định hình và giám sát các kết nối quang giữa các router.

Các bộ định tuyến IP kết nối song hướng với nhau bằng các kết nối quang được xem là có thể thực hiện các chức năng như trên mặc dù thêm quá trình xử lý điện. Tuy nhiên, để truyền tải lưu lượng IP lớn dưới dạng quang qua mạng backbone của nhà cung cấp thì cần phải quan tâm đến việc điều khiển phần lớn lỗi chuyển mạch nằm ở tầng quang. IP router giáp ranh có thể phải điều khiển một tập hợp phức tạp và đa chức năng.

3.7.1.4 Mô hình kiến trúc mạng IP trên WDM

Lớp WDM được thiết kế tương thích với các chuẩn công nghiệp. Đây là chìa khóa để đảm bảo sự trong suốt về giao thức và khuôn dạng trong các mạng. Những yêu cầu này dẫn đến hai cách tiếp cận.

➤ Mô hình Overlay

Mô hình Overlay có các giao thức định tuyến riêng biệt, hệ thống địa chỉ và các kiến trúc mạng riêng giữa các mạng client (là IP hay SDH) và mạng truyền tải quang OTN. Mô hình Overlay có đặc điểm:

- Thiết bị router IP và OTN OXC thuộc hai miền quản trị riêng biệt.

- Router IP được nối với OXC gần nhất thông qua giao diện UNI. Một UNI tương ứng với một bên của kết nối là một client (router IP) và bên còn lại là mạng OXC.

- Router IP không nhận biết được cấu hình của mạng truyền tải. Chúng nằm liền kề với nhau trong mạng truyền tải, cung cấp các kết nối quang và trao đổi thông tin với nhau về cấu hình mạng của mạng IP.

- Mạng IP và mạng truyền tải không trao đổi thông tin về cấu hình mạng, bảo dưỡng cấu hình riêng cho từng mạng, có giao thức định tuyến (mặt điều khiển) và thiết lập báo hiệu độc lập nhau.

- IP router có thể yêu cầu (gửi tín hiệu) cho mạng truyền tải để thiết lập một kết nối quang với một router.

Những nhà cung cấp muốn giữ mạng quang và mạng IP (hay bất kỳ một mạng IP nào khác) riêng rẽ nên thường sử dụng mô hình overlay. Đó là vì sử dụng mô hình này sẽ đơn giản trong việc quản trị mạng, và OTN yêu cầu và tính cước dịch vụ trên cơ sở mạng kết nối với nhiều điều khiển client khác nhau (các IP router, các chuyển mạch ATM, và các ADM SDH).

➤ **Mô hình Peer**

Mô hình Peer có giao thức định tuyến đơn, hệ thống địa chỉ và kiến trúc mạng chung cho các thiết bị IP và thiết bị quang. Mô hình Peer có các đặc điểm sau:

- Thiết bị router IP và OTN OXC nằm trong cùng một miền quản trị.

- Router IP và các OXC mà nối trực tiếp đến sẽ được đặt gần nhau để trao đổi thông tin cấu hình mạng.

- Router IP có thể nhận biết đầy đủ cấu hình mạng truyền tải và ngược lại. Sở dĩ có được điều này là tất cả các router IP và OXC cùng chia sẻ không gian bên trong cấu hình mạng.

- Router IP sử dụng một tập các giao thức báo hiệu và định tuyến chung cùng với một hệ thống địa chỉ đơn.

- Router IP có thể yêu cầu (báo hiệu) một kết nối quang tới router.

Ở các mô hình kết nối tại tầng quang. Trên tầng truyền tải có thể sử dụng cấu hình “ lưới ” đảm bảo khả năng xử lý bước sóng và khôi phục. Khi có lỗi vật lý xảy ra, tín hiệu được định tuyến lại để đi theo một đường truyền vật lý khác. Cấu trúc này là cách tốt nhất để khôi phục mạng.

3.7.2 IP trên quang

Để có thể lợi dụng được ưu điểm nổi bật của kỹ thuật gói là nâng cao được hiệu quả tài nguyên mạng (thiết bị truyền dẫn, thiết bị chuyển mạch) do các gói của cùng một đích có thể đi theo các hướng khác nhau tùy vào khả năng đáp ứng của tài nguyên theo hướng đó. Đồng thời kết hợp với hệ thống quang tốc độ cao, băng thông rộng. Người ta đưa ra công nghệ truyền dẫn IP over Optical trong đó các datagram được xử lý hoàn toàn trong miền quang từ nguồn tới đích theo từng đơn vị truyền dẫn. Giai đoạn này chỉ có thể thực hiện khi công nghệ cho phép xử lý gói tại miền quang. Về cơ bản, IP over Optical chỉ cần nâng cấp các thiết bị tại các node của mạng IP over WDM sao cho đáp ứng được năng lực xử lý gói quang.

Trong giai đoạn này, các datagram khác nhau có thể nằm cùng trên một bước sóng khi truyền dẫn nhưng tại các node nó được xử lý riêng rẽ mà không cần thực hiện biến đổi điện/quang. Để đạt được mục đích này, tại các node mạng sẽ được trang bị các phần tử chuyển mạch gói quang. Công nghệ chuyển mạch gói quang sẽ cố gắng để đạt được hiệu năng nhóm gói tin truyền qua mạng quang tốt nhất. Luồng thông tin tiêu đề hoặc thông tin điều khiển trên một kênh điều khiển riêng sẽ thiết lập đường truyền đơn hướng: Không cần có sự hiểu biết về các thiết bị đầu xa. Mạng WDM cũng giống như mạng ATM về mặt chức năng chuyển mạch. Mạng

ATM thực hiện chuyển mạch gói trên cơ sở của mạch ảo trong khi đó tầng kênh quang thực hiện chuyển mạch trên cơ sở bước sóng của tín hiệu (gói tin).

3.8 Kết luận

Tóm lại, trong chương này em trình bày các kiểu kiến trúc của các phương thức tích hợp IP trên quang. Qua đó chúng ta biết được phương thức nào là tối ưu nhất phù hợp với điều kiện phát triển của internet ở nước ta. Và sẽ có phương án lựa chọn giải pháp thích hợp cho việc truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An ở chương tiếp theo.

CHƯƠNG 4

GIẢI PHÁP TRUYỀN TẢI IP TRÊN QUANG CHO MẠNG VIỄN THÔNG TỈNH NGHỆ AN

4.1 Tình hình đặc điểm của tỉnh Nghệ An

4.1.1 Vị trí, đặc điểm địa lý và điều kiện tự nhiên

Tỉnh Nghệ An thuộc Bắc Trung Bộ nước Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam, tọa độ địa lý từ 18⁰33'10'' đến 19⁰24'43'' vĩ độ Bắc và từ 103⁰52'53'' đến 105⁰45'50'' kinh độ Đông.

- ❖ Phía Bắc giáp tỉnh Thanh Hóa với đường biên dài 196,13km.
- ❖ Phía Nam giáp tỉnh Hà Tĩnh với đường biên dài 92,6km.
- ❖ Phía Tây giáp nước bạn Lào với đường biên dài 419km.
- ❖ Phía Đông giáp với Biển Đông với bờ biển dài 82km.
- ❖ Diện tích đất tự nhiên 1.648.729 ha.
- ❖ Dân số năm 2005: 3.003.000 người, dân số trung bình là 183người / km².

Tỉnh Nghệ An có 1 thành phố, 1 thị xã và 17 huyện: Thành phố Vinh; Thị xã Cửa Lò; 10 huyện miền núi: Thanh Chương, Kỳ Sơn, Tương Dương, Con Cuông, Anh Sơn, Tân Kỳ, Quế Phong, Quỳnh Châu, Quỳnh Hợp, Nghĩa Đàn; 7 huyện đồng bằng: Đô Lương, Nam Đàn, Hưng Nguyên, Nghi Lộc, Diễn Châu, Quỳnh Lưu, Yên Thành.

➤ **Địa hình**

Tỉnh Nghệ An nằm ở Đông Bắc dãy Trường Sơn, địa hình đa dạng, phức tạp và bị chia cắt bởi các hệ thống đồi núi, sông suối hướng nghiêng từ Tây - Bắc xuống Đông - Nam. Đỉnh cao nhất là đỉnh Pulaileng (2.711m) ở huyện Kỳ Sơn, thấp nhất

là vùng đồng bằng huyện Quỳnh Lưu, Diễn Châu, Yên Thành có nơi chỉ cao đến 0,2m so với mặt nước biển (đó là xã Quỳnh Thanh, huyện Quỳnh Lưu).

➤ **Khí hậu thời tiết.**

Nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, chịu sự tác động trực tiếp của gió mùa Tây - Nam khô và nóng (từ tháng 4 đến tháng 8) và gió mùa Đông Bắc lạnh, ẩm ướt (từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau).

Theo thống kê năm 2008:

- Nhiệt độ trung bình là 24,2⁰C.
- Tổng lượng mưa trong năm là 1.610,9mm. Tổng số ngày mưa trong năm là 157ngày.
- Độ ẩm trung bình hàng năm là: 84%, độ ẩm thấp nhất là 42% vào tháng 7.
- Tổng số giờ nắng là: 1.460 giờ.

➤ **Sông ngòi**

Tổng chiều dài sông suối trên địa bàn tỉnh là 9.828km, mật độ trung bình là 0,7km/km². Tổng lượng nước hàng năm khoảng 28.109m³.

➤ **Biển, bờ biển**

Hải phận rộng 4.230 hải lý vuông, từ độ sâu 40m trở ra nói chung đáy biển tương đối bằng phẳng có nhiều có nhiều đá ngầm, cồn cát. Vùng biển Nghệ An là nơi tập trung nhiều loài hải sản có giá trị kinh tế cao.

Bãi biển Cửa Lò là một trong những bãi tắm đẹp và hấp dẫn, đó là lợi thế cho việc phát triển ngành du lịch ở Nghệ An.

Bờ biển Nghệ An có chiều dài 82km, có 6 cửa lạch thuận lợi cho việc vận tải biển, phát triển cảng biển và nghề làm muối(1000 ha).

4.1.2 Cơ sở hạ tầng, dịch vụ

➤ **Giao thông vận tải**

Nghệ An là một đầu mối giao thông quan trọng của cả nước. Có mạng lưới giao thông phát triển đa dạng, có đường bộ, đường sắt, đường sông, sân bay và cảng biển, được hình thành và phân bố khá hợp lý theo các vùng dân cư và các trung tâm hành chính kinh tế.

- Đường bộ: quốc lộ 7, quốc lộ 48, quốc lộ 15; Ngoài ra còn có 132 km đường Hồ Chí Minh chạy ngang qua các huyện miền núi trung du của Tỉnh.
- Đường sắt: 124 km, trong đó có 94 km tuyến Bắc - Nam, có 7 ga.
- Đường không: có sân bay Vinh, các tuyến bay: Vinh - Đà Nẵng; Vinh - Tân Sơn Nhất (và ngược lại).
- Cảng biển: Cảng Cửa Lò hiện nay có thể đón tàu 1,8 vạn tấn ra vào thuận lợi, làm đầu mối giao lưu quốc tế.
- Cửa khẩu quốc tế: Nậm Cắn, Thanh Thủy, sắp tới sẽ mở thêm cửa khẩu Thông Thụ (Quế Phong).

➤ **Điện năng**

- Nguồn điện:
 - + Tỉnh Nghệ An nhận nguồn cung cấp điện, chủ yếu từ nhà máy thủy điện Hòa Bình cấp điện cho trạm 220V Hưng Đông bằng đường dây 220KV. Dây dẫn AC - 300 dài 471km.
 - + Thủy điện: Hiện nay, thủy điện Bản Cánh huyện Kỳ Sơn công suất 300KW/h, điện áp 0,4/ 10KV, cấp điện cho huyện Kỳ Sơn, kết hợp với lưới điện quốc gia qua đường dây 35KV Cửa Rào - Kỳ Sơn.
- Đến nay, 19/19 huyện, thành, thị đã sử dụng điện lưới quốc gia.
 - + Tổng số xã, phường, thị xã, thị trấn có điện là 429/ 469, đạt tỷ lệ 91,47%. Trong đó, số xã có điện: 394/ 434; số xã chưa có điện 40/434. Tỷ lệ xã có điện đạt 90,78% tổng số xã.

+ Số hộ sử dụng điện: Tổng số hộ sử dụng điện toàn tỉnh: 598.585/ 626.999 hộ, đạt tỷ lệ 95,47% hộ có điện trong tổng số hộ.

+ Trong đó, hộ dân nông thôn sử dụng điện: 511.756/ 540.161 hộ, đạt tỷ lệ 94,74% hộ có điện trong tổng số hộ dân nông thôn.

➤ **Hệ thống khách sạn**

Đến nay có gần 271 cơ sở khách sạn, nhà nghỉ với tổng số 5.802 buồng, 12.084 giường nghỉ. Trong đó: 4 khách sạn được xếp hạng 3 sao, 13 khách sạn được xếp hạng 2 sao và 2 khách sạn được xếp hạng 1 sao, với gần 850 phòng đạt tiêu chuẩn quốc tế.

Có 65 công ty dịch vụ du lịch, khách sạn có chất lượng và quy mô lớn, tập trung chủ yếu ở thành phố Vinh và thị xã Cửa Lò. Một số khách sạn đạt chất lượng cao.

➤ **Các khu công nghiệp**

Thực hiện nghị quyết Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX, X đẩy mạnh sự nghiệp Công nghiệp hóa, Hiện đại hóa đất nước, chuyển dịch cơ cấu kinh tế. Tỉnh Nghệ An đã và đang tập trung phát triển công nghiệp trong đó xây dựng nhanh các Khu công nghiệp tập trung nhằm thu hút các nhà đầu tư trong và ngoài nước là rất cấp thiết.

Đại hội đại biểu Đảng bộ Tỉnh Nghệ An lần thứ 15, 16 đã xác định: Phát triển các Khu công nghiệp tập trung ở một số vùng , thành phố Vinh và thị xã Cửa Lò để tạo nên các cực tăng trưởng nhanh trong phát triển công nghiệp. Tạo nên những địa điểm hấp dẫn nhằm thu hút các nhà đầu tư trong nước và nước ngoài. Các thành phần kinh tế trong tỉnh đầu tư vào các khu công nghiệp để hình thành các trung tâm công nghiệp, dịch vụ trên các vùng trong Tỉnh. Quy hoạch đến năm 2012 tỉnh Nghệ An sẽ xây dựng 6 KCN tập trung với tổng diện tích là 1300 ha, bao gồm: Khu công nghiệp Cửa Lò, diện tích 40,5 ha; Khu công nghiệp Cửa Hội, diện tích 100ha; Khu công nghiệp Bắc Vinh, diện tích 143 ha; Khu công nghiệp Hoàng Mai (nằm trong

quy hoạch KCN Nam Thanh - Bắc Nghệ), diện tích 300 ha; Khu công nghiệp Nam Cầu Cẩm, diện tích 327,83 ha; Khu công nghiệp Phú Quý, diện tích 400 ha.

Trong đó 4 KCN đã được Chính phủ cho phép thành lập bao gồm: Khu CN Bắc Vinh; Nam Cầu Cẩm; Cửa Lò và Khu CN Hoàng Mai. Khu công nghiệp Bắc Vinh đã đi vào hoạt động và thu hút nhiều nhà đầu tư trong và ngoài nước. Từ kết quả thu được của Khu CN Bắc Vinh và để đáp ứng nhu cầu của các nhà đầu tư, đầu năm 2008, Tỉnh Nghệ An chủ trương triển khai xây dựng nhanh 2 KCN Nam Cầu Cẩm và Cửa Lò.

Nhìn vào vị trí của các KCN trên bản đồ địa chính của Tỉnh Nghệ An có thể nhận thấy các KCN được quy hoạch xây dựng tại các địa điểm rất thuận tiện về giao thông, nguồn cấp điện, cấp nước và gần các vùng nguyên liệu... là nhằm mục đích tạo điều kiện thuận lợi nhất cho các nhà đầu tư, làm tăng ưu thế và sự hấp dẫn của các KCN.

4.2 Hiện trạng viễn thông ở Tỉnh Nghệ An

4.2.1 Hiện trạng mạng chuyển mạch PSTN

Mạng chuyển mạch Bưu điện Tỉnh Nghệ An được trang bị gồm 04 Host và 135 vệ tinh, 29 tổng đài độc lập.

- Tổng dung lượng toàn mạng là: 266.066 lines.
- Tổng dung lượng sử dụng 190.421 lines.
- Hiệu suất sử dụng đạt 72%.
- Mật độ điện thoại cố định: 6 máy/100 dân.

4.2.2 Hiện trạng mạng xDSL

Mạng cung cấp dịch vụ Internet xDSL

- 1 MSS với 3 STM-1 dowlink và 2 STM-1 Uplink.
 - 03 DSLAM-Hub và 23 DSLAM với tổng dung lượng lắp đặt là 2.304 post ADSL và 72 post SHDSL.
-

4.2.3 Hiện trạng mạng truyền dẫn.

Mạng truyền dẫn Bưu điện tỉnh Nghệ An

- Tổng số km cáp quang các loại là 1.094,49 Km.
- Tổng số thiết bị quang các loại 124 đầu thiết bị, trong đó:
 - + STM-64: 10 đầu; STM-16: 8 đầu; STM-4:85 Loại khác:21 đầu
- + Được tổ chức thành 5 mạch vòng và 5 tuyến.
- Tổng số thiết bị vi ba các loại: 12 cặp.

4.3 Phân tích và đánh giá các phương thức tích hợp IP trên quang

4.3.1 Các chỉ tiêu phân tích và đánh giá

Ta thực hiện khảo sát và đánh giá những kiểu kiến trúc đã trình bày trong chương 3. Một loạt các tham số đánh giá cần được xem xét và tuân thủ cho các ngăn giao thức mạng khác nhau. Những tham số này được nhóm theo từng nội dung khác nhau: Tập hợp chức năng được kiến trúc mạng cung cấp và hỗ trợ; năng lực và thuộc tính quản lý; chỉ tiêu và đặc tính QoS; mức độ phối hợp với mạng hiện tại khác; hỗ trợ các dịch vụ khác nhau và những thông tin khác. Tiêu chuẩn đánh giá được sắp xếp theo 6 nội dung chính, đó là:

- Chi phí của kiểu kiến trúc.
- Tính năng của kiểu kiến trúc.
- Quản lý của kiểu kiến trúc.
- Chỉ tiêu của từng kiểu kiến trúc
- Tính tương hợp của kiểu kiến trúc.
- Các thông tin khác của kiểu kiến trúc.

4.3.2 Phân tích và đánh giá các kiểu kiến trúc

- **Phương thức dùng kiểu kiến trúc IP/ATM/SDH/WDM:**

Thì các gói tin IP được phân tách trong tế bào ATM và được gắn vào các kết nối ảo VC qua card đường truyền SDH/ATM trong bộ định tuyến IP. Tiếp đến các tế bào ATM được đóng trong khung SDH và được gửi tới chuyên mạch ATM hoặc trực tiếp tới bộ Transponder WDM để truyền tải qua lớp mạng quang (truyền dẫn qua mạng OTN). Điều này dẫn đến các ưu điểm sau:

+ Do sử dụng công nghệ, giao thức ATM nên: thực hiện đảm bảo QoS cho dịch vụ IP là cung cấp băng tần cố định giữa các cặp định tuyến IP cho từng khách hàng. Hoặc sử dụng phương pháp ghép kênh thống kê cho phép người sử dụng có thể truy nhập băng tần phụ trong một khoảng thời gian ngắn dẫn đến băng tần cố định có thể thay đổi tùy ý theo yêu cầu từ 1 đến vài trăm Mb/s; Các bộ định tuyến IP kết nối logic dạng Mesh một cách dễ dàng; Khả năng thực hiện các hợp đồng lưu lượng khác nhau với nhiều mức chất lượng dịch vụ khác nhau tùy theo yêu cầu ứng dụng.

+ Tuy nhiên, khi sắp xếp các gói IP có độ dài biến thiên vào các tế bào ATM có độ dài cố định chúng ta phải cần đến phần mào đầu phụ (do gói một gói IP có thể cần đến nhiều tế bào ATM). Sự khác biệt về kích thước cũng tạo ra yêu cầu lấp đầy khoảng trống trong các tế bào mà có phần mào đầu phụ. Một giải pháp để ngăn chặn yêu cầu trên là sắp xếp các gói trực tiếp liền kề nhau, nhưng điều này cũng đồng nghĩa với việc tăng rủi ro mất 2 gói liền nhau khi tế bào bị mất.

➤ **Phương thức dùng kiểu kiến trúc IP/ATM/WDM:**

Các tế bào ATM không được đóng trong các khung SDH mà chúng được gửi trực tiếp trên môi trường vật lý bằng sử dụng tế bào ATM tạo trên lớp vật lý. Một số ưu điểm của việc sử dụng các giao diện trên cơ sở tế bào thay cho các giao diện SDH như trình bày ở trên:

+ Kỹ thuật truyền dẫn đơn giản đối với tế bào ATM khi các tế bào được truyền trực tiếp trên môi trường vật lý sau khi đã được ngẫu nhiên hóa.

+ Mào đầu của tín hiệu truyền trên lớp vật lý ít hơn (khoảng 16 lần so với SDH).

+ ATM là phương thức truyền dẫn không đồng bộ nên không đòi hỏi cơ chế định thời nghiêm ngặt với mạng.

+ Giảm chi phí cho lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng cho tầng SDH.

Tuy nhiên, nhược điểm của phương pháp này là:

+ Tuy về hình thức tế bào ATM cũng có các tiêu đề tế bào (còn gọi là cell tax) gần giống như trong truyền dẫn SDH có các byte quản lý, nhưng công nghệ truyền dẫn này chỉ có thể thực hiện cho các tế bào ATM.

+ Việc tách xen các luồng nhánh không linh hoạt.

Vì nhược điểm của truyền dẫn ATM rất khó khắc phục, trong khi SDH lại định nghĩa như là một phương thức truyền dẫn cho các mạng quang. Do đó, công nghệ này không được các nhà công nghiệp phát triển rộng rãi.

➤ **Phương thức dùng kiểu kiến trúc IP/SDH/WDM**

Có thể thực hiện một cách đơn giản để truyền dẫn khung SDH có đóng gói các IP datagram qua mạng WDM nhờ sử dụng các Transponder (là bộ thích ứng bước sóng). Ta cũng có thể truyền dẫn các khung SDH mang thông tin của các IP datagram trên mạng truyền tải SDH đồng thời với các loại lưu lượng dịch vụ khác. Với hệ thống SDH, ta có thể thực hiện chuyển mạch bảo vệ cho các liên kết lưu lượng IP khi cáp đứt nhờ các chuyển mạch bảo vệ tự động APS dưới các hình thức khác nhau (chuyển mạch bảo vệ đường hoặc chuyển mạch bảo vệ tuyến). Quá trình thực hiện tại tầng quang.

➤ **Công nghệ Ethernet quang (Gigabit Ethernet – GbE)**

Nó có một số ưu điểm khi so sánh với kiểu kiến trúc IP/SDH/WDM đó là:

+ Tốc độ cao: mạng hoạt động ở tốc độ 100Mbps, 1Gbps, 10Gbps mà không cần thay đổi giao thức Ethernet.

+ Tính tương thích: GbE hoàn toàn tương hợp với Ethernet truyền thống, không cần bất cứ kỹ năng quản lý thêm nào vì là sự mở rộng chuẩn Ethernet. Nó

được xem có tính năng phối hợp hoạt động và phối hợp quản lý rất tốt. Các tài nguyên truyền dẫn có thể phát triển tự do giữa các node có nhu cầu lưu lượng lớn hơn và giảm đi. Và đặc biệt 10GbE còn có một số ưu điểm nổi trội:

+ Có thể tích hợp với những công nghệ tốc độ cao trên mạng trục. Đưa ra các giao diện SDH, các giao diện lớp vật lý WAN cho phép truyền tải các gói được xây dựng trên cơ sở IP/Ethernet để truyền tải qua các thiết bị truy cập của mạng SDH. Hỗ trợ các dịch vụ băng thông lớn điều này tạo ra những tuyến liên kết tốc độ cao và giá thành hạ.

+ Có thể hỗ trợ tất cả các dịch vụ tại lớp 2,3 thậm chí các lớp cao hơn trong mô hình OSI. Ngoài ra, hầu hết lưu lượng trong các mạng ngày nay được bắt nguồn từ Ethernet và IP, thiết lập một mạng Ethernet tốc độ cao là phương thức dễ nhất để gắn kết các nhà kinh doanh, các nhà cung cấp mạng với nhau.

➤ **Công nghệ sử dụng kỹ thuật MPLS và GMPLS để truyền dẫn IP trên quang**

MPLS đem lại một số lợi ích cho nhà cung cấp IP:

- Phát chuyển hiệu quả: do sử dụng nhãn nên các bộ định tuyến lõi/ LSR không cần thực hiện việc tìm kiếm tuyến trong các bảng định tuyến lớn mà chỉ cần thực hiện trong LIB nhỏ hơn.

- Dịch vụ phân biệt: Các tuyến hoặc FEC có thể được gán cho QoS khác nhau. Sử dụng nhãn kết hợp với các tham số QoS cho phép dễ dàng nhận diện dòng lưu lượng như vậy.

- Mạng riêng ảo MPLS: VPN có thể được thiết lập bằng cách tương đối đơn giản. Thêm nữa sử dụng các nhãn (khác nhau), lưu lượng riêng có thể tách ra trong mạng công cộng.

- Thiết kế lưu lượng: Bởi vì các tuyến MPLS dựa trên topo và sử dụng nhãn để nhận diện chúng nên tuyến dễ dàng được định tuyến lại. Lại một lần nữa nhãn lại

thực hiện. Do có thể thực hiện trên các phần tử chuyên mạch ATM nên phát chuyển gói có thể đạt đến tốc độ đường truyền.

Bên cạnh đó, MPLS còn tồn tại một số nhược điểm:

- Khó hỗ trợ QoS xuyên suốt; Việc hỗ trợ đồng thời nhiều giao thức sẽ gặp phải những vấn đề phức tạp trong kết nối.

- Hợp nhất VC cần phải được nghiên cứu sâu hơn để giải quyết vấn đề chen gói tin khi trùng nhãn (interleave). Do MPLS chủ yếu dành cho mạng số liệu, mục tiêu hướng tới là mạng điều khiển quang cho mạng quang nhằm đơn giản hóa, tăng tính đáp ứng và mềm dẻo trong việc cung cấp các phương tiện trong mạng quang. Chính vì vậy phải phát triển lên tiêu chuẩn GMPLS, nó có các ưu điểm như sau:

- + GMPLS đảm bảo sự phối hợp giữa các lớp mạng khác nhau; Tập hợp các tiêu chuẩn với một giao thức mạng báo hiệu chung cho phép phối hợp hoạt động, trao đổi thông tin giữa các lớp truyền tải và lớp số liệu. Loại bỏ các chức năng chồng chéo giữa các lớp bằng cách thu hẹp các lớp mạng.

- + Triển khai GMPLS để đơn giản việc quản lý mạng và tạo ra một mặt điều khiển tập trung. Điều này cho phép tạo ra nhiều dịch vụ hơn cho khách hàng trong khi đó giá thành lại hạ.

➤ **Đối với kiến trúc IP/WDM**

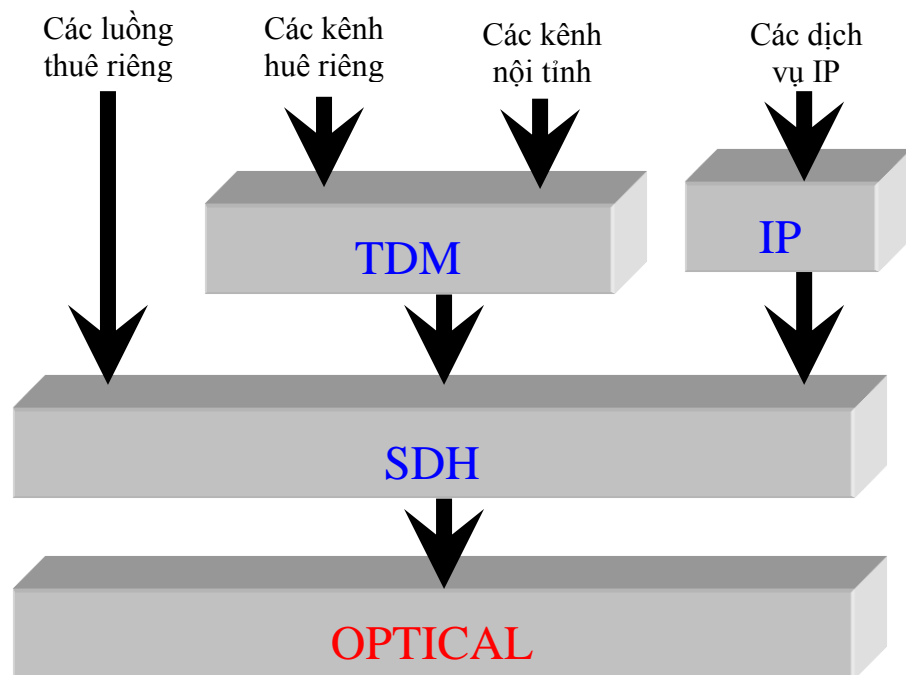
Đây là đỉnh cao cũng như là sự hướng tới của hệ thống truyền số liệu là truyền IP trực tiếp trên hệ thống truyền dẫn quang WDM. Nó được chia làm hai giai đoạn: IP over WDM và IP over Optical. Về ưu điểm của công nghệ này đã được nói nhiều ở phần trước.

4.4 Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An trong những năm tới

4.4.1 Giai đoạn 2010 – 2012

Trong giai đoạn 2010-2012, để đảm bảo thực hiện được theo các nội dung quyết định phê duyệt chiến lược phát triển Bưu chính – Viễn Thông Việt Nam năm

2010 và định hướng đến năm 2020 của Chính phủ, mạng viễn thông của VNPT nói chung cũng như của Bưu điện tỉnh Nghệ An sẽ được đầu tư nâng cấp mở rộng cả về phạm vi phục vụ và loại hình, chất lượng dịch vụ. Trên cơ sở nhu cầu phát triển mạng truyền dẫn của Bưu điện tỉnh Nghệ An cũng như định hướng quy hoạch phát triển mạng viễn thông của Tập đoàn VNPT theo hướng mạng thế hệ sau, tôi đề xuất phương án truyền tải IP trên quang ở giai đoạn này theo kiểu kiến trúc IP/ SDH/ Optical. Với phương án này, bưu điện tỉnh Nghệ An không chỉ đáp ứng được nhu cầu trao đổi thông tin của xã hội trong thời gian này, đồng thời vẫn còn tận dụng được các loại tổng đài TDM như: NEAX 61E, NEAX 61Σ, ERICSSON-AXE để truyền dẫn các kênh nội tỉnh và các kênh thuê riêng qua đường truyền SDH/quang. Các dịch vụ IP sẽ được truyền trực tiếp trên đường truyền SDH/quang.



Hình 4.1. Kiến trúc mạng truyền dẫn IP trên quang của BĐT Nghệ An giai đoạn 2010-2012

Để làm theo giải pháp này, tôi đề nghị cần thực hiện hai việc sau:

- Quy hoạch và củng cố lại mạng cáp quang.
- Nâng cấp các thiết bị truyền dẫn SDH.

4.4.1.1 Quy hoạch và củng cố lại mạng cáp quang

Mạng cáp quang là cơ sở hạ tầng, là gốc rễ của mạng truyền dẫn, đối với mạng truyền dẫn Nghệ an hiện có 1094,49Km cáp quang. Tuy nhiên, để đáp ứng yêu cầu truyền dẫn cần phải kéo thêm một số tuyến. Cụ thể như sau:

- Do nhu cầu cũng như sự phát triển về các lĩnh vực kinh tế, chính trị, văn hóa của thành phố Vinh nên cần xây dựng thêm tuyến cáp sau: Hưng Đông – Cửa Nam ; Chợ Vinh – Bến Thủy; Bến Thủy – Trường Thi; Trường Thi – Hưng Hòa và kết hợp với các tuyến cũ để tạo ra một Ring phục vụ cho thành phố đó là: TT Vinh – Quán Bánh – Hưng Đông – Cửa Nam – Chợ Vinh – Bến Thủy – Trường Thi – Hưng Hòa – Bưu cục 3/2 – TT Vinh.

- Do sự phát triển về kinh tế, theo định hướng phát triển của Tỉnh, phục vụ cho nhu cầu trao đổi thông tin của các Khu công nghiệp, khu du lịch, cảng biển thì vùng Cửa Lò, Cửa Hội, Nghi Lộc cần xây dựng tuyến cáp sau: Nghi lộc – KCN Nam Cẩm; KCN Nam Cẩm – Nghi Tân; Hải Hòa – Nghi Hương để kết hợp với các tuyến cũ tạo một Ring sau: TT Vinh – Hưng Lộc – Nghi Thái - Cửa Hội – Hải Hòa – Nghi Hương – Cửa Lò – Nghi Tân – Nghi Thiết – KCN Nam Cẩm – Nghi Lộc – Quán Bánh – TT Vinh.

- Tại huyện Quỳnh Lưu là trung tâm kinh tế của bắc Nghệ An, các xã ven biển có giao thương buôn bán với nước ngoài nên nhu cầu trao đổi thông tin lớn, ở đây có sẵn các tuyến cáp quang chỉ thiếu đoạn An Hòa – Quỳnh Lương là có thể quy hoạch thành một Ring: TT Quỳnh Lưu – Quỳnh Thạch – Quỳnh Xuân – Hoàng Mai - Mỏ Kẽm – Quỳnh Lộc – Quỳnh Đôi – Quỳnh Phương – Quỳnh Liên- Quỳnh Lương – An Hòa – Quỳnh Nghĩa – Quỳnh Long – Ngò – Quỳnh Bá – TT Quỳnh Lưu.

Ngoài ra, một số nơi do nhu cầu cần phải kéo cáp quang vào phục vụ kinh doanh như Tương Dương – Bản Vẽ.

Tóm lại mạng truyền dẫn Nghệ An giai đoạn này có các Ring sau:

1. Ring chính của cả tỉnh:

TT Vinh – Nghi Lộc – Diễn Châu – Quỳnh Lưu – Nghĩa Đàn – Tân Kỳ - Đô Lương – Thanh Chương – Nam Đàn – Hưng Nguyên – TT Vinh.

2. Ring phục vụ cho khu vực Vinh:

TT Vinh – Quán Bính – Hưng Đông – Cửa Nam – Chợ Vinh – Bến Thủy – Trường Thi – Hưng Hòa – Bưu cục 3/2 – TT Vinh.

3. Ring cho khu vực Cửa Lò - KCN Nam Cẩm :

TT Vinh – Hưng Lộc – Nghi Thái - Cửa Hội – Hải Hòa – Nghi Hương – Cửa Lò – Nghi Tân – Nghi Thiết – KCN Nam Cẩm – Nghi Lộc – Quán Bính – TT Vinh.

4. Ring det cho các trạm dọc đường quốc lộ 1 giữa hai huyện Diễn Châu – Quỳnh Lưu.

5. Ring cho các trạm của Huyện Quỳnh Lưu: ta đã nêu ở trên.

6. Ring bảo vệ cho tuyến đường quốc lộ 7, và 48: bao gồm các trạm sau Nghĩa Đàn – Quỳnh Hợp – Tương Dương – Con Cuông - Anh Sơn – Đô Lương. Riêng tại tuyến này phải xây dựng tuyến cáp Tương Dương – Quỳnh Hợp.

Và có một số ring det khác nữa cho một số trạm khác nếu cần thiết.

4.4.1.2 Nâng cấp các thiết bị truyền dẫn SDH

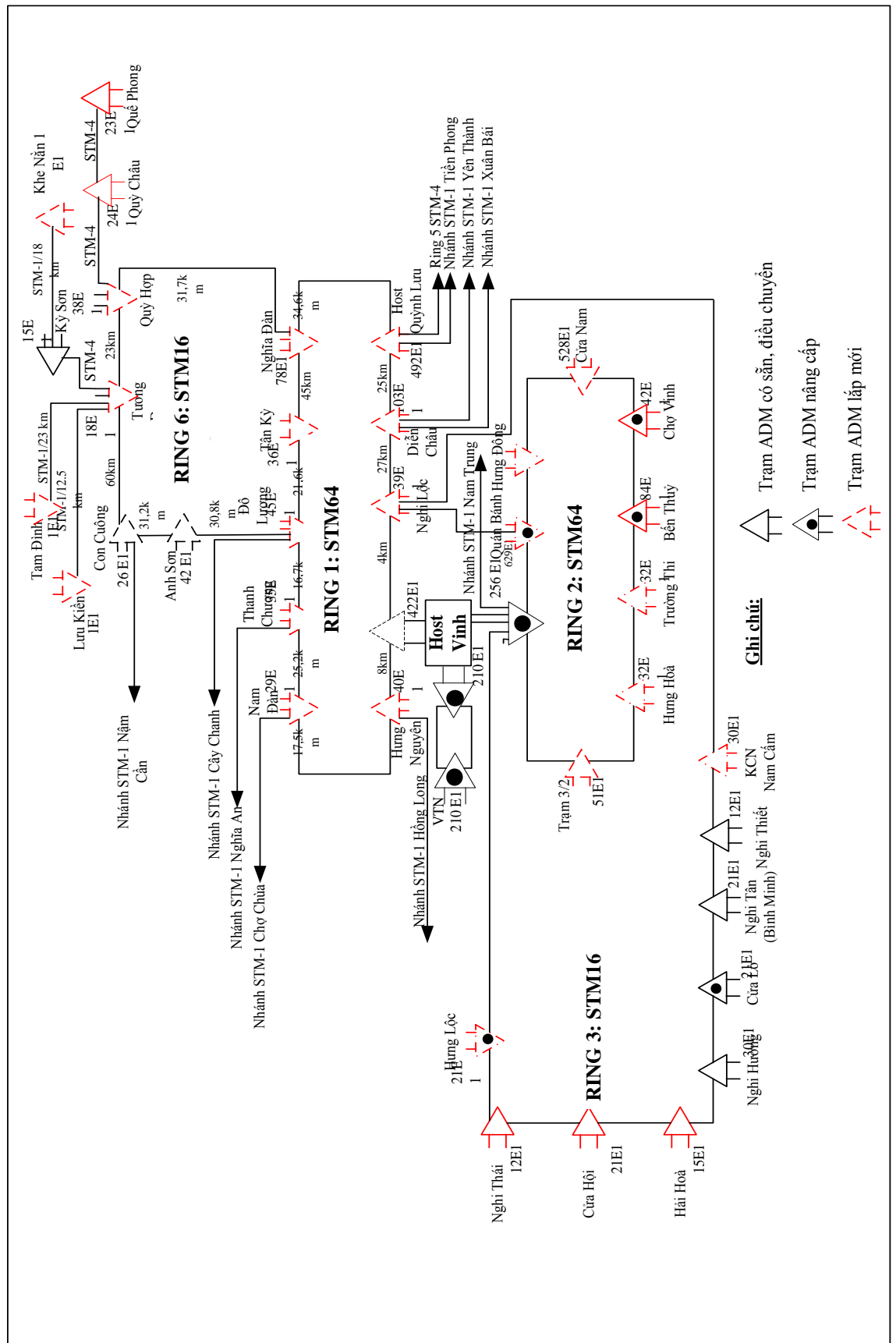
Trong giai đoạn này, các thiết bị ADM SDH tại các điểm của Ring chính như: TT Vinh – Nghi Lộc – Diễn Châu – Quỳnh Lưu – Nghĩa Đàn – Tân Kỳ - Đô Lương – Thanh Chương – Nam Đàn – Hưng Nguyên và Ring phục vụ khu vực Vinh như: TT Vinh – Quán Bính – Hưng Đông – Cửa Nam – Chợ Vinh – Bến Thủy – Trường Thi – Hưng Hòa – Bưu cục 3/2 cần được nâng cấp lên tốc độ truyền dẫn STM-64. Và giữa TT Vinh đi VTN đặt hai trạm ADM SDH tốc độ truyền dẫn STM-64. Các thiết bị này cần được mua mới

Các thiết bị ADM SDH tại các điểm của mạng ring khu vực Cửa Lò - KCN Nam Cẩm; Mạng ring cho các trạm của Huyện Quỳnh Lưu; Ring bảo vệ cho tuyến

đường quốc lộ 7, và 48 mà ta đã nêu ở trên cần được nâng cấp lên tốc độ truyền dẫn STM-16. Các thiết bị này có thể mua mới hoặc được điều chuyển từ các trạm được nâng cấp.

Các mạng ring khác vẫn sử dụng thiết bị ADM SDH ở tốc độ truyền dẫn STM-4 và STM-1.

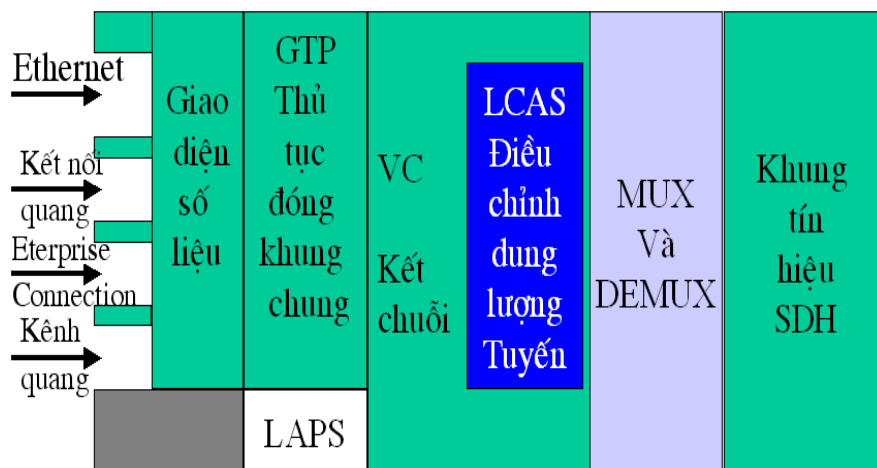
Hình 4.2. Cấu hình mạng truyền dẫn BDT Nghệ An năm 2010 - 2012



4.4.2 Giai đoạn 2012 -2014

Trong giai đoạn này, nhu cầu trao đổi dữ liệu, thông tin của xã hội sẽ cao hơn so với giai đoạn trước đó. Trên cơ sở mạng quang đã có của Bưu điện tỉnh tôi xin đề xuất phương án truyền tải IP trên quang trong thời gian này là: IP/ Neaxt Generation SDH/ Optical. Với phương án này ta thấy :

SDH là một lựa chọn cho lớp vật lý tốt nhất đối với việc truyền lưu lượng dữ liệu, bao gồm cả Ethernet, với những ưu điểm như: độ tin cậy, khả năng phục hồi, băng thông mềm dẻo và khá đơn giản trong quản lý. Với sự phát triển khá nhanh chóng của Ethernet, và việc áp dụng các chuyển mạch gói trong các mạng thế hệ sau đã thúc đẩy việc cải tiến SDH tối ưu hóa cho việc truyền dữ liệu trong khi vẫn giữ nguyên những ưu điểm của việc truyền lưu lượng TDM qua mạng SDH. Một trong các ưu điểm lớn nhất của SDH thế hệ sau là nó cho phép các nhà khai thác mạng đưa ra một công nghệ mới vào trong mạng SDH truyền thống bằng cách chỉ thay thế các phân tử mạng biên.



Hình 4.3. SDH thế hệ sau

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, 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. Để thực hiện được phương án này ta cần phải nâng cấp các trạm ADM SDH tốc độ truyền dẫn STM-16 lên tốc độ truyền dẫn STM-64, nâng cấp các trạm ADM SDH tốc độ truyền dẫn STM-4 lên tốc độ truyền dẫn STM-16. Còn đối với các tuyến cáp quang thì chỉ còn các huyện miền Tây Nghệ An như: Quế Phong, Quỳnh Châu ở tuyến đường quốc lộ 48 và Kỳ Sơn ở tuyến đường quốc lộ 7 là không có dự phòng cần phải xây dựng tuyến mới để làm dự phòng. Tuy nhiên có thể gây tốn kém, chính vì vậy tôi đề xuất phương án trao đổi hay thuê đôi cáp quang của điện lực ở các tuyến trên để làm ring bảo vệ được cho các huyện trên đồng thời có thể rút các trạm vi ba hiện đang làm dự phòng tiết kiệm được nhân lực, kinh tế.

4.4.3 Giai đoạn sau năm 2014

Lúc này ở mạng truyền dẫn Nghệ An các dịch vụ không phải dịch vụ IP sẽ được truyền qua TDM/SDH và đi trên một bước sóng riêng trong DWDM. Còn các dịch vụ IP được truyền trực tiếp trên hệ thống truyền dẫn quang DWDM có tốc độ $N \times \text{STM-16}$ (với $N= 8$ hoặc 16). Sự thống nhất của mạng IP và mạng quang nhờ sử dụng các router IP hoạt động ở tốc độ Gbps hay Tbps phù hợp với giao diện quang có tốc độ cao. Và lúc này tại các trạm trên ring chính của tỉnh, và các trạm trên ring của thành phố Vinh được lắp đặt hệ thống DWDM.

4.5 Kết luận

Tóm lại, trong chương này em trình bày khái quát về hiện trạng của mạng viễn thông tỉnh Nghệ An. Từ đó đưa ra những phân tích đánh giá về các kiểu kiến trúc để chọn giải pháp tối ưu áp dụng cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An. Quy hoạch và nâng cấp các thiết bị truyền dẫn để phù hợp với sự phát triển của mạng internet.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI

Việc ứng dụng kỹ thuật IP trên quang là một xu hướng tất yếu của mạng viễn thông hiện nay. Chính vì vậy, em đã chọn hướng nghiên cứu với đề tài: “Giải pháp truyền tải IP trên quang cho mạng viễn thông tỉnh Nghệ An”. Với mục tiêu tìm hiểu, học hỏi và hy vọng đóng góp một phần nhỏ kết quả nghiên cứu vào quy hoạch và phát triển mạng viễn thông của Bưu điện Tỉnh Nghệ An. Bản đồ án đã được hoàn thành với các nội dung chính sau:

- Tổng quan về sự phát triển của Internet, công nghệ truyền dẫn. Tìm hiểu sơ bộ về ưu nhược điểm của các mô hình truyền dẫn IP trên quang.

- Tìm hiểu xu hướng phát triển kỹ thuật truyền tải IP trên quang.

- Tìm hiểu Internet Protocol – IP, với hai phiên bản là IPv4 và IPv6. Trong đó bao gồm: khuôn dạng gói tin, quá trình phân mảnh và tái hợp, vấn đề định tuyến, các đặc tính vượt trội của IPv6 so với IPv4 và sự chuyển đổi từ IPv4 sang IPv6.

- Tìm hiểu các kiến trúc tích hợp IP trên quang.

- Đánh giá và phân tích các phương thức tích hợp IP trên quang, từ đó ứng dụng vào mạng viễn thông Nghệ An.

Hướng phát triển của đề tài là nghiên cứu khả năng nâng cấp mạng SDH hiện tại lên thành mạng SDH thế hệ sau. Và sau cùng là tiến tới các dịch vụ của IP sẽ truyền trực tiếp trên hệ thống truyền dẫn quang DWDM.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt

- [1]. GS.TSKH Đỗ Trung Tá (2001), *Định hướng phát triển mạng Internet Việt Nam*
- [2]. TS. Nguyễn Quý Minh Hiền (2002), *Mạng viễn thông thế hệ sau*, Nhà xuất bản Bưu Điện.
- [3]. TS. Cao Phán & KS. Cao Hồng Sơn, *Cơ sở kỹ thuật thông tin quang*, HVCN – BCVT, 6/2000.
- [4]. TS. Trần Hồng Quân, Ths. Đinh Văn Dũng, đề tài: *Nghiên cứu xu thế phát triển của công nghệ IP, ATM và khuyến nghị ứng dụng trên mạng viễn thông Việt Nam*, Mã số: 218-2000-TCT-RD-VP-40.
- [5]. KS. Đỗ Mạnh Quyết, đề tài: *Nghiên cứu công nghệ chuyển mạch nhân đa giao thức MPLS và đề xuất các kiến nghị áp dụng công nghệ MPLS trong mạng thế hệ sau NGN của TCT*, Mã số: 005-2001-TCT-RDP-VT-01.
- [6]. KS. Võ Văn Hùng, đề tài: *Giải pháp tích hợp IP trên quang*, Mã số: 38-2002-TCT-RDP-VT.

Tài liệu tiếng Anh

- [7]. Kenvi H.Liu, *IP over WDM*.