

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ



Lương Thị Thảo

THIẾT KẾ MÔ HÌNH MẠNG ATM MPLS

KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY

Ngành: Điện tử - Viễn thông

HÀ NỘI - 2005

Lời cảm ơn

Em xin bày tỏ lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc tới thầy giáo PGS.TS Nguyễn Kim Giao đã tận tình chỉ bảo và giúp đỡ em hoàn thành tốt khoá luận tốt nghiệp này. Đồng thời em xin được cảm ơn các thầy cô giáo trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội, những người đã trang bị cho em những kiến thức giúp em hoàn thành tốt khoá luận tốt nghiệp này.

Hà Nội, tháng 6 năm 2005

Sinh viên

Lương Thị Thảo

TÓM TẮT NỘI DUNG

Hiện nay, mạng Internet truyền thống không thể đáp ứng các nhu cầu ngày càng tăng nhanh của khách hàng vì không có bất kỳ cơ chế điều khiển chất lượng nào, không hỗ trợ tốt chất lượng dịch vụ và không cung cấp hiệu quả mạng riêng ảo. Gần đây, công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS) được đề xuất sử dụng để tải các gói tin IP trên các kênh ảo, MPLS đã kết hợp được các ưu điểm của chuyển mạch gói datagram và chuyển mạch kênh ảo và khắc phục được các nhược điểm trên của mạng truyền thống. Do vậy, trong đề tài luận văn này, em muốn giới thiệu về công nghệ MPLS. Tuy nhiên để tận dụng cơ sở hạ tầng của công nghệ ATM hiện tại - công nghệ tin cậy đã được kiểm chứng qua thực tế và từng bước tiến tới mạng MPLS hoàn toàn, luận văn tập trung nghiên cứu về các giải pháp thiết kế mạng ATM MPLS. Đặc biệt bài báo cáo nghiên cứu thiết kế mô hình mô phỏng mạng ATM MPLS có thể ứng dụng trong những điều kiện ở Việt Nam, cũng như để phục vụ cho đào tạo tại bộ môn Viễn Thông - trường Đại học Công Nghệ - ĐHQGHN.

MỤC LỤC

	Trang
LỜI MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. Giới thiệu về công nghệ MPLS	3
1.1 Giới thiệu	3
1.1.1 Khái niệm MPLS	4
1.1.2 Sự ra đời của MPLS	4
1.2 Tình hình triển khai và quá trình chuẩn hoá về MPLS	7
1.2.1 Tình hình triển khai MPLS	7
1.2.2 Quá trình chuẩn hoá về MPLS	8
1.3 Các ưu điểm và ứng dụng của MPLS	9
1.3.1 Ưu điểm	9
1.3.2 Ứng dụng	10
1.4 Tóm tắt chương	11
CHƯƠNG 2. Các thành phần và hoạt động của mạng MPLS.....	12
2.1 Các khái niệm cơ bản của MPLS	12
2.2 Các thành phần cơ bản của MPLS	15
2.3 Các giao thức cơ bản của MPLS	16
2.3.1 Giao thức phân bố nhãn – LDP	16
2.3.2 Giao thức CR-LDP	17
2.3.3 Giao thức RSVP	17
2.3.4 Giao thức MPLS-BGP	17
2.3.5 Kiến trúc hệ thống giao thức MPLS	17
2.4 Hoạt động của MPLS	19
2.4.1 Chuyển mạch nhãn	19
2.4.2 Đồ hình mạng MPLS	20
2.4.3 Các bước hoạt động của MPLS	20
2.4.4 Các đường hầm trong MPLS	23
2.5 Triển khai ứng dụng công nghệ MPLS tại Việt Nam	24
2.5.1 Khả năng ứng dụng của MPLS	25
2.5.2 Một số nguyên tắc khi triển khai mạng NGN.....	25
2.5.3 Mô hình mạng MPLS	26
2.6 Tóm tắt chương	27
CHƯƠNG 3: Thiết kế mạng ATM MPLS	28
3.1 Giới thiệu	28
3.1.1 Mô hình chức năng mạng NGN	29
3.1.2 Chuyển mạch thẻ và thuật ngữ	30

3.1.3	Các cấu trúc chung của MPLS	31
3.1.4	MPLS và các kết hợp IP trên ATM khác	32
3.1.5	Các bước thiết kế mạng ATM MPLS	33
3.2	Chọn thiết bị MPLS	34
3.2.1	Cấu trúc mạng MPLS	34
3.2.2	Chọn thiết bị MPLS Cisco	38
3.2.3	IP+ATM	45
3.3	Thiết kế mạng ATM MPLS	48
3.3.1	Cấu trúc các điểm truy nhập dịch vụ – PoP	48
3.3.2	Xác định các đường liên kết của mạng ATM MPLS.....	53
3.3.3	Định tuyến IP trong mạng ATM MPLS	63
3.3.4	Xác định không gian kênh ảo – VC nhãn MPLS	66
3.3.5	Thiết kế mạng liên tục	80
3.4	ứng dụng mô hình ATM MPLS trong giải pháp của Nortel	80
3.5	Tóm tắt chương	82
CHƯƠNG 4. Triển khai ứng dụng của mạng ATM MPLS		83
4.1	Các tiêu chí xây dựng mạng viễn thông ứng dụng trong đào tạo	83
4.2	Xây dựng mô hình mạng viễn thông ứng dụng trong đào tạo	84
4.3	Nhận xét	89
4.5	Tóm tắt chương ..	90
KẾT LUẬN		91
TÀI LIỆU THAM KHẢO		92

THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng việt
ATM	Aysnchronous Transfer Mode	Phương thức truyền tin không đồng bộ
ASBP		Bộ định tuyến đường biên hệ thống tự trị BGP
BGP	Border Gateway Protocol	Giao thức định tuyến giống như giao thức công biên
CLNP	Connectionless Network Protocol	Giao thức mạng không kết nối
CR-LDP	Constraint-Based Routing-LDP	Giao thức phân phối nhãn định tuyến dựa trên ràng buộc
CSR	Cell Switching Router	Bộ định tuyến chuyên mạch tế bào
DLCI	Data Link Connection Identifier	Nhận dạng kết nối lớp liên kết dữ liệu
DWDM	Dense Wavelength Divion Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo bước sóng mật độ cao
FEC	Forwarding Equivalence Class	Lớp chuyển tiếp tương đương
FIB	Forwarding Information Base	Cơ sở dữ liệu chuyển tiếp trong bộ định tuyến
GMPLS	Generalized Multi Protocol Label Switching	Chuyển mạch nhãn đa giao thức tổng quát
IEIF	Internation Engineering Task Force	Tổ chức tiêu chuẩn kỹ thuật Quốc tế Internet
IGP	Interior Gateway Protocol	Giao thức định tuyến trong miền

IMA		Hợp kênh đảo trên ATM
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IS-IS	Intermedia System to Intermedia System	Giao thức định tuyến mạng trung gian tới mạng trung gian
IS-IS-TE	Intermedia System to Intermedia System – Traffic Engineer	Giao thức IS-IS có kỹ thuật lưu lượng
LAN	Local Area Network	Mạng cục bộ
LDP	Label Distribution Protocol	Giao thức phân phối nhãn
LER	Label Edge Router	Bộ định tuyến biên nhãn
LFIB	Label Forwarding Information Base	Cơ sở thông tin chuyển tiếp nhãn
LIB	Label Information Base	Cơ sở thông tin nhãn
LMP	Link Management Protocol	Giao thức quản lý kênh
LSC		Bộ điều khiển chuyển mạch nhãn
LSP	Label Switched Path	Đường chuyển mạch nhãn
LSR	Label Switching Router	Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn
MPLS	Multi Protocol Label Switching	Chuyển mạch nhãn đa giao thức
NGN	Next Generation Network	Mạng thế hệ sau
OSPF	Open Shortest Path First	Giao thức định tuyến mở rộng theo phương thức ưu tiên tuyến đường ngắn nhất
OXC	Optical Cross-Connect	Đầu nối ghép quang
PNNI	Private Node to Node Interface	Giao diện nút nút riêng

PPP	Point to Point Protocol	Giao thức điểm điểm
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RIP	Realtime Internet Protocol	Giao thức báo hiệu IP thời gian thực
RSVP	Resource Reservation Protocol	Giao thức dành trước tài nguyên
SDH	Synchronous Digital Hierachy	Phân cấp truyền dẫn số đồng bộ
SONET	Synchronous Optical Network	Mạng quang đồng bộ
TCP	Transport Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền tải
TDP	Tag Distribution Protocol	Giao thức phân bố thẻ
TE	Traffic Engineering	Điều khiển lưu lượng
UDP	User Data Protocol	Giao thức dữ liệu người sử dụng
VC	Virtual connection	Kết nối ảo
VCI	Virtual Circuit Identifier	Nhận dạng đường ảo trong tế bào
VP	Virtual Path	Kênh ảo
VPI	Virtual Path Identifier	Nhận dạng kênh ảo trong tế bào
VPN	Virtual Private Network	Mạng riêng ảo
WAN	Wide Area Network	Mạng diện rộng

LỜI MỞ ĐẦU

Nền tảng cho xã hội thông tin chính là sự phát triển cao của các dịch vụ viễn thông. Mềm dẻo, linh hoạt, và gần gũi với người sử dụng là mục tiêu cần hướng tới. Vài năm qua, Internet đang ngày càng phát triển với các ứng dụng mới trong thương mại và thị trường người tiêu dùng. Cùng với các dịch vụ truyền thống hiện nay được cung cấp qua Internet thì các dịch vụ thoại và đa phương tiện đang được phát triển và sử dụng. Tuy nhiên, tốc độ và dải thông của các dịch vụ và ứng dụng này đã vượt quá tài nguyên hạ tầng Internet hiện nay. Chính những điều đã gây một áp lực cho mạng viễn thông hiện thời, phải đảm bảo truyền tải thông tin tốc độ cao với giá thành hạ. Ở góc độ khác sự ra đời của những dịch vụ mới này đòi hỏi phải có công nghệ thực thi tiên tiến.

Ưu điểm nổi bật của giao thức định tuyến TCP/IP là khả năng định tuyến và truyền gói tin một cách hết sức mềm dẻo linh hoạt và rộng khắp toàn cầu. Nhưng IP không đảm bảo chất lượng dịch vụ, tốc độ truyền tin theo yêu cầu, trong khi đó công nghệ ATM có thể mạnh ưu việt về tốc độ truyền tin cao, đảm bảo thời gian thực và chất lượng dịch vụ theo yêu cầu định trước. Sự kết hợp IP với ATM có thể là giải pháp kỳ vọng cho mạng viễn thông tương lai - mạng thế hệ sau NGN.

Gần đây, công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS) được đề xuất để tải các gói tin trên các kênh ảo và khắc phục được các vấn đề mà mạng ngày nay đang phải đối mặt, đó là tốc độ, khả năng mở rộng cấp độ mạng, quản lý chất lượng, quản lý băng thông cho mạng IP thế hệ sau - dựa trên mạng đường trục và có thể hoạt động với các mạng Frame Relay và chế độ truyền tải không đồng bộ (ATM) hiện nay để đáp ứng các nhu cầu dịch vụ của người sử dụng mạng.

Ngày nay, những xu hướng phát triển công nghệ đã và đang tiếp cận nhau, đan xen lẫn nhau cho phép mạng lưới thỏa mãn tốt hơn các nhu cầu của khách hàng trong tương lai. Thị trường viễn thông trên thế giới đang đứng trong xu thế cạnh tranh và phát triển hướng tới mạng viễn thông hội tụ toàn cầu tạo ra khả năng kết nối đa dịch vụ trên phạm vi toàn thế giới. Do vậy, để đáp ứng được các nhu cầu đó, sự ra đời của MPLS là tất yếu.

Tuy nhiên, hiện tại vẫn chưa rõ ràng liệu MPLS có đáp ứng được hay không đòi hỏi về chất lượng dịch vụ - QoS mà ATM đã khẳng định vị trí của mình. ATM cho đến giờ vẫn là công nghệ duy nhất được kiểm nghiệm và đã thành công trong việc tích

hợp dữ liệu, thoại, và video trên cùng một mạng. Hiện tại thì một giải pháp kết hợp an toàn khả thi là chạy cả ATM và MPLS trên mạng đường trục.

Với ý nghĩa đó công việc nghiên cứu tìm hiểu và đánh giá các giải pháp thiết kế mạng ATM MPLS được tiến hành trong luận văn này là rất cần thiết, đặc biệt khi xu thế mạng NGN (mạng thế hệ sau) hội tụ toàn cầu tạo ra khả năng kết nối đa dịch vụ trên phạm vi toàn thế giới. Với toàn bộ nội dung trình bày trong luận văn này, đề tài mong muốn được tiếp tục nghiên cứu về vấn đề này nhằm tham gia và trao đổi vấn đề thiết kế trong lĩnh vực mạng thế hệ sau còn rất rộng lớn và hấp dẫn.

Mục đích của đề tài luận văn là nghiên cứu tìm hiểu công nghệ MPLS để tiến tới thiết kế mạng ATM MPLS có thể đưa vào ứng dụng trong những điều kiện cụ thể tại Việt Nam và cũng như phục vụ cho đào tạo về công nghệ mạng viễn thông tại trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN. Với mục tiêu đó nội dung của luận văn gồm các vấn đề sau:

Chương 1: *Giới thiệu tổng quan về công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS).*

Chương 2: *Giới thiệu các thành phần và hoạt động của mạng MPLS.*

Chương 3: *Thiết kế mạng ATM MPLS.*

Chương 4: *Triển khai ứng dụng của mạng ATM MPLS trong đào tạo .*

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ MPLS

1.1 Giới thiệu

Trong những năm gần đây, mạng Internet đã phát triển nhanh và trở nên rất phổ biến, Internet đã mở ra một phương tiện thông tin rất hiệu quả và tiện lợi phục vụ cho giáo dục, thương mại, giải trí, thông tin giữa các cộng đồng .v.v... Hiện nay ngày càng phát triển các ứng dụng mới cả trong thương mại và thị trường người tiêu dùng. Thêm vào đó các dịch vụ đa phương tiện đang được phát triển và triển khai thúc đẩy nhu cầu về tốc độ và dải băng tăng nhanh. Cùng với nó số lượng người sử dụng ngày càng tăng, chất lượng người sử dụng phải được nâng cao. Tuy nhiên, tài nguyên hạ tầng Internet hiện nay không đáp ứng được các nhu cầu đó.

Sự ra đời của chuyển mạch nhãn đa giao thức – MPLS là tất yếu khi nhu cầu và tốc độ phát triển rất nhanh của mạng Internet yêu cầu phải có một giao thức mới đảm bảo chất lượng dịch vụ theo yêu cầu đồng thời phải đơn giản và tốc độ xử lý phải rất cao.

Thật vậy, MPLS cung cấp một nền tảng công nghệ mới cho quá trình tạo ra các mạng đa người dùng, đa dịch vụ với hiệu năng cao hơn, khả năng mở rộng mạng lớn, nhiều chức năng được cải tiến và đáp ứng được nhiều yêu cầu về chất lượng dịch vụ. Chuyển mạch nhãn là yếu tố quan trọng nhất cho quá trình mở rộng Internet, nó cung cấp những ứng dụng quan trọng trong xử lý chuyển tiếp gói bằng cách đơn giản hóa quá trình xử lý, hạn chế việc tạo ra các bản sao mào đầu tại mỗi bước trong đường dẫn, và tạo ra một môi trường có thể hỗ trợ cho điều khiển chất lượng dịch vụ. Phát triển của MPLS cho phép tích hợp IP và ATM, hỗ trợ hội tụ dịch vụ và cung cấp những cơ hội mới cho điều khiển lưu lượng và mạng riêng ảo. Hiệu năng xử lý gói có thể được cải tiến bằng cách thêm nhãn có kích thước cố định vào các gói. Điều khiển chất lượng dịch có thể được cung cấp dễ dàng hơn và có thể xây dựng các mạng công cộng rất lớn. MPLS là một kỹ thuật mới được mong đợi sẽ phát triển phổ biến trên phạm vi rộng ở cả các mạng IP riêng và công cộng, mở đường cho việc hội tụ các dịch vụ mạng, video và thoại.

Tóm lại, MPLS sẽ đóng một vai trò quan trọng trong việc định tuyến, chuyển mạch và chuyển tiếp các gói qua mạng thế hệ sau cũng như giải quyết các vấn đề liên quan tới khả năng mở rộng cấp độ và có thể hoạt động với các mạng Frame relay và ATM hiện nay để đáp ứng các nhu cầu dịch vụ của người sử dụng mạng.

1.1.1 Khái niệm công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức – MPLS

Chuyển mạch nhãn đa giao thức - MPLS (MultiProtocol Label Switching) là một biện pháp linh hoạt để giải quyết những vấn đề gặp nhiều khó khăn trong mạng hiện nay như: tốc độ, quy mô, chất lượng dịch vụ (QoS), quản trị và kỹ thuật lưu lượng. MPLS thể hiện một giải pháp thông minh để đáp ứng những đòi hỏi dịch vụ và quản lý dải thông cho mạng IP thế hệ sau - dựa trên mạng đường trục. MPLS giải quyết những vấn đề liên quan đến tính quy mô và định tuyến (dựa trên QoS và dạng chất lượng dịch vụ) và có thể tồn tại trên mạng ATM (phương thức truyền không đồng bộ - Asynchronous Transfer Mode) và mạng Frame-relay đang tồn tại.

MPLS thực hiện một số chức năng sau:

- Xác định cơ cấu quản lý nhiều mức độ khác nhau của các luồng lưu lượng, như các luồng giữa các cơ cấu, phân cứng khác nhau hoặc thậm chí các luồng giữa những ứng dụng khác nhau.
- Duy trì sự độc lập của các giao thức lớp 2 và lớp 3.
- Cung cấp phương pháp ánh xạ địa chỉ IP với các nhãn đơn giản, có độ dài cố định được sử dụng bởi các công nghệ chuyển tiếp gói và chuyển mạch gói khác nhau.
- Giao diện với các giao thức định tuyến hiện có như giao thức đặt trước tài nguyên (RSVP) và giao thức mở rộng theo phương thức ưu tiên tuyến đường ngắn nhất (OSPF).
- Hỗ trợ IP, ATM và giao thức lớp 2 Frame-relay.

1.1.2 Sự ra đời của MPLS

MPLS là kết hợp một cách hoàn hảo các ưu điểm của công nghệ IP và ATM

a) Công nghệ IP

IP (Giao thức Internet – Internet Protocol) là thành phần chính của kiến trúc mạng Internet. IP định nghĩa cơ cấu đánh số, cơ cấu chuyển tin, cơ cấu định tuyến và các chức năng điều khiển ở mức thấp (Giao thức bản tin điều khiển Internet - ICMP). Gói tin IP gồm địa chỉ của bên nhận; địa chỉ là một số duy nhất trong toàn mạng và mang đầy đủ thông tin cần cho việc chuyển gói tin tới đích.

Cơ cấu định tuyến có nhiệm vụ tính toán đường đi tới các nút trong mạng. Do vậy, cơ cấu định tuyến phải được cập nhật các thông tin về đồ hình mạng,

thông tin về nguyên tắc chuyển tin (như trong Giao thức định tuyến biên miền - BGP) và nó phải có khả năng hoạt động trong môi trường mạng gồm nhiều nút. Kết quả tính toán của cơ cấu định tuyến được lưu trong các bảng chuyển tin chứa thông tin về chặng tiếp theo để có thể gửi gói tin tới hướng đích.

Dựa trên các bảng chuyển tin, cơ cấu chuyển tin chuyển mạch các gói IP hướng tới đích. Phương thức chuyển tin truyền thống là theo từng chặng một. Ở cách này, mỗi nút mạng phải tính toán bảng chuyển tin một cách độc lập. Do vậy, phương thức này yêu cầu kết quả tính toán của phần định tuyến tại tất cả các nút phải nhất quán với nhau. Sự không thống nhất của kết quả này đồng nghĩa với việc mất gói tin.

Kiểu chuyển tin theo từng chặng hạn chế khả năng của mạng. Ví dụ, với phương thức này, nếu các gói tin chuyển tới cùng một địa chỉ mà đi qua cùng một nút thì chúng sẽ được truyền qua cùng một tuyến tới điểm đích. Điều này khiến mạng không thể thực hiện một số chức năng khác như định tuyến theo đích, theo loại hình dịch vụ .v.v...

Tuy nhiên, bên cạnh đó, phương thức định tuyến và chuyển tin này nâng cao độ tin cậy cũng như khả năng mở rộng của mạng. Giao thức định tuyến động cho phép mạng phản ứng lại với sự cố bằng việc thay đổi tuyến khi bộ định tuyến biết được sự thay đổi về đồ hình mạng thông qua việc cập nhật thông tin về trạng thái kết nối. Với các phương thức như định tuyến liên miền không phân cấp (Classless InterDomain Routing - CIDR), kích thước của bảng chuyển tin được duy trì ở mức chấp nhận được và việc tính toán định tuyến đều do các nút tự thực hiện, mạng có thể được mở rộng mà không cần thực hiện bất kỳ một thay đổi nào.

Tóm lại, IP là một giao thức chuyển mạch gói có độ tin cậy và khả năng mở rộng cao. Nhưng việc điều khiển lưu lượng rất khó thực hiện do phương thức định tuyến theo từng chặng. Ngoài ra, IP không hỗ trợ chất lượng dịch vụ.

b) Công nghệ ATM

Công nghệ ATM (Asynchronous Transfer Mode – phương thức truyền tin không đồng bộ) là một kỹ thuật truyền tin tốc độ cao. ATM nhận thông tin ở nhiều dạng khác nhau như thoại, số liệu, video và cắt ra thành nhiều phần nhỏ gọi là tế bào. Các tế bào này, sau đó, được truyền qua các kết nối ảo VC (Virtual connection). Vì ATM có thể hỗ trợ thoại, số liệu và video với chất lượng dịch vụ trên nhiều công nghệ băng rộng khác nhau, nó được coi là công nghệ chuyển mạch hàng đầu và thu hút được nhiều quan tâm.

ATM khác với định tuyến IP ở một số điểm. Nó là công nghệ chuyển mạch hướng kết nối. Kết nối từ điểm đầu đến điểm cuối phải được thiết lập trước khi thông tin được gửi đi. ATM yêu cầu kết nối phải được thiết lập bằng nhân công hoặc thiết lập một cách tự động thông qua báo hiệu. Một điểm khác nhau nữa là ATM không thực hiện định tuyến tại các nút trung gian. Tuyến kết nối xuyên suốt được xác định trước khi trao đổi dữ liệu và được giữ cố định trong thời gian kết nối. Trong quá trình thiết lập kết nối, các tổng đài ATM trung gian cấp cho kết nối một nhãn. Việc này thực hiện hai điều: dành cho kết nối một số tài nguyên và xây dựng bảng chuyển tế bào tại mỗi tổng đài. Bảng chuyển tế bào này có tính cục bộ và chỉ chứa thông tin về các kết nối đang hoạt động đi qua tổng đài. Điều này khác với thông tin về toàn mạng chứa trong bảng chuyển tin của bộ định tuyến dùng IP.

Quá trình chuyển tế bào qua tổng đài ATM cũng tương tự như việc chuyển gói tin qua bộ định tuyến. Tuy nhiên, ATM có thể chuyển mạch nhanh hơn vì nhãn gắn trên các tế bào có kích thước cố định (nhỏ hơn của IP), kích thước của bảng định tuyến nhỏ hơn nhiều so với bộ định tuyến IP, và việc này được thực hiện trên các thiết bị phần cứng chuyên dụng. Do vậy, thông lượng của tổng đài ATM thường lớn hơn thông lượng của bộ định tuyến IP truyền thống.

Nói cách khác, công nghệ ATM là một kỹ thuật truyền tin tốc độ cao, đảm bảo thời gian thực và chất lượng dịch vụ theo yêu cầu định trước.

c) Công nghệ MPLS - Kết hợp giữa công nghệ IP và ATM

Ưu điểm nổi bật của giao thức định tuyến TCP/IP là khả năng định tuyến và truyền gói tin một cách hết sức mềm dẻo linh hoạt và rộng khắp toàn cầu. Nhưng IP không đảm bảo chất lượng dịch vụ, tốc độ truyền tin theo yêu cầu, trong khi đó công nghệ ATM có thể mạnh ưu việt về tốc độ truyền tin cao, đảm bảo thời gian thực và chất lượng dịch vụ theo yêu cầu định trước. Sự kết hợp IP với ATM có thể là giải pháp kỳ vọng cho mạng viễn thông tương lai - mạng thế hệ sau NGN.

Chuyển mạch nhãn đa giao thức - MPLS đáp ứng được nhu cầu đó. MPLS đã kết hợp các ưu điểm của công nghệ IP và ATM tạo ra một giải pháp linh hoạt cho việc giải quyết các vấn đề mà các mạng ngày nay đang phải đối mặt, đó là tốc độ, khả năng mở rộng cấp độ mạng, quản lý chất lượng dịch vụ (QoS) và kỹ thuật lưu lượng.

Thật vậy, công nghệ Chuyển mạch nhãn đa giao thức – MPLS là kết quả phát triển của nhiều công nghệ chuyển mạch IP sử dụng cơ chế hoán đổi nhãn như của

ATM để tăng tốc độ truyền gói tin mà không cần thay đổi các giao thức định tuyến của IP. Tư tưởng khi đưa ra MPLS là: *Định tuyến tại biên, chuyển mạch ở lõi.*

Trong các mạng MPLS, các gói được gán nhãn tại biên của mạng và chúng được định tuyến xuyên qua mạng dựa trên các nhãn đơn giản. Phương pháp này cho phép định tuyến rõ ràng và đối xử phân liệt các gói trong khi vẫn giữ được các bộ định tuyến ở lõi đơn giản.

Có thể nói MPLS là một công nghệ chuyển mạch IP có nhiều triển vọng. Với tính chất cơ cấu định tuyến của mình, MPLS có khả năng nâng cao chất lượng dịch vụ của mạng IP truyền thống. Bên cạnh đó, thông tin lưu lượng của mạng sẽ được cải thiện rõ rệt.

1.2 Tình hình triển khai công nghệ và quá trình chuẩn hoá về MPLS

1.2.1 Tình hình triển khai công nghệ MPLS

BIG PIPE nhà khai thác mạng trục IP của Canada đã lựa chọn Cisco Systems là nhà cung cấp thiết bị cho mạng trục IP OC-192 vào tháng 10 năm 2001- các bộ định tuyến của Cisco trong mạng trục này sẽ cho phép BIG PIPE cung cấp băng thông OC-192. Các bộ định tuyến 12410 và 12416 của Cisco sẽ cho phép nhà cung cấp dịch vụ này triển khai các dịch vụ IP thế hệ sau như MPLS-VPN, IP QoS và Voice over IP (VOIP).

Juniper Network và Ericsson Communication thông báo rằng thế hệ Internet Router trục mới (serie M) đã được triển khai trong mạng trục mới của TelstraSaturn. TelstraSaturn là công ty đầu tiên tại New Zealand triển khai mạng băng tần lớn nhất cung cấp cả IP và thoại. Các bộ định tuyến M160 và M20 đã được triển khai trong mạng trục tải lưu lượng qua MPLS. Đây là mạng thương mại đầu tiên triển khai đầy đủ STM-16 (2.5 Gb/s) tại New Zealand.

Tháng 10 Alcatel thông báo đã kí hợp đồng cung cấp thiết bị băng rộng cho Deutsche Telecom Group. Các sản phẩm của Alcatel bao gồm: thiết bị chuyển mạch định tuyến (RSP) 7670 cho mạng chuyển đổi số liệu ATM của quốc nội tại Đức. Thiết bị này sẽ cho phép Deutsche Telecom mở rộng mạng đa dịch vụ của họ từ 12.8 Gb/s lên 450 Gb/s để thoả mãn nhu cầu trong mạng thực. Thiết bị này có khả năng chuyển mạch MPLS trên ATM.

NTT America thông báo đã triển khai dịch vụ Arestar Global IP-VPN đến tất cả các doanh nghiệp tại Mỹ. Dịch vụ Arestar IP-VPN cung cấp giải pháp hoàn chỉnh bao gồm nhiều công nghệ IP –VPN, MPLS.

China Telecom lựa chọn Nortelworks trong 2 hợp đồng trị giá 12 triệu USD để nâng cấp mạng ATM đa dịch vụ tại tỉnh Jiasngu và Shandong vào tháng 10 năm 2001. Hai mạng này cho phép China Telecom cung cấp dịch vụ ATM tiên tiến, duy nhất. China Telecom có kế hoạch thay thế các thiết bị chuyển mạch đường trục hiện tại bằng giải pháp của Nortel Network. Các thiết bị bao gồm: Passport 15000, Passport 7480 MS. Các thiết bị này cung cấp các dịch vụ ATM, Frame Relay, Chuyển mạch và định tuyến IP, MPLS...

Riverstone Network đã triển khai mạng cho hai nhà cung cấp Châu Âu là Telenet - nhà cung cấp dịch vụ Bỉ và Neosnetwork - nhà khai thác của U.K. Nhà khai thác này triển khai mạng MPLS đầu tiên tại U.K với Router loại RS. Neosnetworks chọn RS 8600 multi-service router và RS 3000 metro access router để cung cấp dịch vụ Ethernet như một phần trong mạng truyền số liệu toàn quốc của U.K. Telenet lựa chọn Riverstone là nhà cung cấp các router cho mạng đường trục IP trong mạng truyền số liệu và mạng cáp của mình. Telenet sử dụng Riverstone RS 8600 multi-service metro routers. Cả hai dự án này đều được triển khai cuối năm 2001.

Alcatel thông báo tháng 10 năm 2001 sản phẩm Alcatel 7670 RSP được lựa chọn mở rộng mạng ATM toàn quốc của Belgacom. Sản phẩm này cho phép Belgacom mở rộng mạng ATM đa dịch vụ hiện tại, Belgacom sẽ triển khai thêm các tổng đài truy nhập Alcatel 7470 MSP để tải lưu lượng IP và các dịch vụ DSL. Trong năm 2001, Belgacom đã tăng số lượng khách hàng truy nhập Internet lên 100.000 trong tháng 7 và lên tới 200.000 vào cuối năm. Thiết bị đa giao thức Alcatel 7670 RSP là thiết bị MPLS cho phép tích hợp ATM và MPLS/IP trong một thiết bị duy nhất.

1.2.2 Quá trình chuẩn hóa MPLS

Đối với các công nghệ chuyển mạch mới, việc tiêu chuẩn hoá là một khía cạnh quan trọng quyết định khả năng chiếm lĩnh thị trường nhanh chóng của công nghệ đó. Các tiêu chuẩn liên quan đến IP và ATM đã được xây dựng và hoàn thiện trong một thời gian tương đối dài. Các tiêu chuẩn về MPLS chủ yếu được IETF phát triển (các tiêu chuẩn RFC – Request for Comment) hiện đang được hoàn thiện và đã thực hiện theo một quá trình như sau:

- Vào đầu năm 1997, hiến chương MPLS được thông qua.
- Vào tháng 4 năm 1997, nhóm làm việc MPLS tiến hành cuộc họp đầu tiên.
- Vào tháng 11 năm 1997, tài liệu MPLS được ban hành.
- Vào tháng 7 năm 1998, tài liệu cấu trúc MPLS được ban hành.
- Trong tháng 8 và tháng 9 năm 1998, 10 tài liệu Internet bổ sung được ban hành, bao gồm giao thức phân phối nhãn MPLS (MPLS Label Distribution Protocol – MPLS LDP), mã hóa đánh dấu (Mark Encoding), các ứng dụng ATM, v.v... MPLS hình thành về căn bản.
- IETF hoàn thiện các tiêu chuẩn MPLS và đưa ra các tài liệu RFC trong năm 1999.

Quá trình chuẩn hoá MPLS còn do ITU-T xây dựng và phát triển.

Như vậy, có thể thấy rằng MPLS đã phát triển nhanh chóng và hiệu quả. Điều này cũng chứng minh những yêu cầu cấp bách trong công nghiệp cho một công nghệ mới. Hầu hết các tiêu chuẩn MPLS hiện tại đã được ban hành dưới dạng RFC.

1.3 Một số ưu điểm và ứng dụng của công nghệ MPLS

1.3.1 Các ưu điểm của MPLS

Mặc dù thực tế rằng MPLS ban đầu được phát triển với mục đích để giải quyết việc chuyển tiếp gói tin, nhưng lợi điểm chính của MPLS trong môi trường mạng hiện tại lại từ khả năng điều khiển lưu lượng của nó. Một số lợi ích của MPLS:

- Hỗ trợ mềm dẻo cho tất cả các dịch vụ (hiện tại và sắp tới) trên một mạng đơn.
- Đơn giản hóa đồ hình và cấu hình mạng khi so với giải pháp IP qua ATM.
- Hỗ trợ tất cả các công cụ điều khiển lưu lượng mạnh mẽ bao gồm cả định tuyến liên tiếp và chuyển mạch bảo vệ.
- Hỗ trợ đa kết nối và đa giao thức: thiết bị chuyên tiếp chuyên mạch nhãn có thể được dùng khi thực hiện chuyển mạch nhãn với IP cũng tốt như với IPX. Chuyển mạch nhãn cũng có thể vận hành ảo trên bất kỳ giao thức lớp liên kết dữ liệu.
- Khả năng mở rộng: chuyển mạch nhãn cũng có ưu điểm và tác giữa chức năng điều khiển và chuyển tiếp. Mỗi phần có thể phát triển không cần đến các phần khác, tạo sự phát triển mạng dễ dàng hơn, giá thành thấp hơn và lỗi ít hơn.

– Hỗ trợ cho tất cả các loại lưu lượng: một ưu điểm khác của chuyển mạch nhãn là nó có thể hỗ trợ cho tất cả các loại chuyển tiếp unicast, loại dịch vụ unicast và các gói multicast.

1.3.2 Các ứng dụng của MPLS

Mạng MPLS có nhiều ứng dụng trong đó có 3 ứng dụng chính và thông thường 2 trong cả 3 khả năng đó được sử dụng đồng thời:

– *Tích hợp IP+ATM* - Do “chuyển mạch nhãn” có thể thực hiện được bởi các chuyển mạch ATM, MPLS là một phương pháp tích hợp các dịch vụ IP trực tiếp trên chuyển mạch ATM. Sự tích hợp này cần phải đặt định tuyến IP và phần mềm LDP trực tiếp trên chuyển mạch ATM. Do tích hợp hoàn toàn IP trên chuyển mạch ATM, MPLS cho phép chuyển mạch ATM hỗ trợ tối ưu các dịch vụ IP như IP đa hướng (multicast), lớp dịch vụ IP, RSVP(Resource Reservation Protocol – Giao thức hỗ trợ tài nguyên) và mạng riêng ảo.

– *Dịch vụ mạng riêng ảo IP (VPN)* - VPN thiết lập cơ sở hạ tầng cho mạng intranet và extranet, đó là các mạng IP mà các công ty kinh doanh sẽ thiết lập trên cơ sở toàn bộ cấu trúc kinh doanh của họ. Dịch vụ VPN là dịch vụ mạng Intranet và Extranet mà các mạng đó được cung cấp bởi nhà cung cấp dịch vụ đến nhiều tổ chức khách hàng. MPLS kết hợp với giao thức công biên (BGP) cho phép một nhà cung cấp mạng hỗ trợ hàng nghìn VPN của khách hàng. Như vậy, mạng MPLS cùng với BGP tạo ra cách thức cung cấp dịch vụ VPN trên cả ATM và các thiết bị dựa trên gói tin rất linh hoạt, dễ mở rộng quy mô và dễ quản lý. Thậm chí trên các mạng của nhà cung cấp khá nhỏ, khả năng linh hoạt và dễ quản lý của các dịch vụ MPLS+BGP VPN là ưu điểm chủ yếu.

– *Điều khiển lưu lượng và định tuyến IP rõ ràng* - vấn đề quan trọng trong các mạng IP liên tục là thiếu khả năng điều khiển linh hoạt các luồng lưu lượng IP để sử dụng hiệu quả dải thông mạng có sẵn. Do vậy, thiếu hụt này liên quan đến khả năng gửi các luồng được chọn xuống các đường được chọn ví dụ như chọn các đường trung kế được bảo đảm cho các lớp dịch vụ riêng. MPLS sử dụng các đường chuyển mạch nhãn (LSPs), đó chính là một dạng của ‘lightweight VC’ mà có thể được thiết lập trên cả ATM và thiết bị dựa trên gói tin. Khả năng điều khiển lưu lượng IP của MPLS sử dụng thiết lập đặc biệt các LSP để điều khiển một cách linh hoạt các luồng lưu lượng IP.

1.4 Tóm tắt chương

Như vậy, chương 1 đã *Giới thiệu tổng quan về công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS)*. Trong chương này trình bày về khái niệm về MPLS, sự ra đời của MPLS dựa trên kết hợp hoàn hảo các ưu điểm của công nghệ IP, công nghệ ATM. Do đó các nguyên lý cơ bản của các công nghệ IP, ATM, MPLS cũng được tìm hiểu. Ngoài ra, tình hình triển khai công nghệ và quá trình chuẩn hoá về MPLS, cũng như các ưu điểm và ứng dụng chính của MPLS cũng được đề cập đến.

CHƯƠNG 2: CÁC THÀNH PHẦN VÀ HOẠT ĐỘNG CỦA MẠNG MPLS

2.1 Các khái niệm cơ bản của mạng MPLS

Một vài khái niệm cơ bản cần phải hiểu rõ trước khi mô tả hoạt động của mạng MPLS.

a) Lớp chuyển tiếp tương đương (Forward Equivalence Class - FEC)

Lớp chuyển tiếp tương đương-FEC là một khái niệm được dùng để chỉ một lớp các gói tin được ưu tiên như nhau trong quá trình vận chuyển. Tất cả các gói trong một nhóm được đối xử như nhau trên đường tới đích. Khác với IP thông thường, trong MPLS, các gói tin riêng biệt được gán vào các FEC riêng ngay sau khi chúng vào mạng. Các FEC dựa trên yêu cầu dịch vụ cho việc thiết lập các gói tin hay đơn giản cho một tiền địa chỉ.

b) Nhãn và gán nhãn

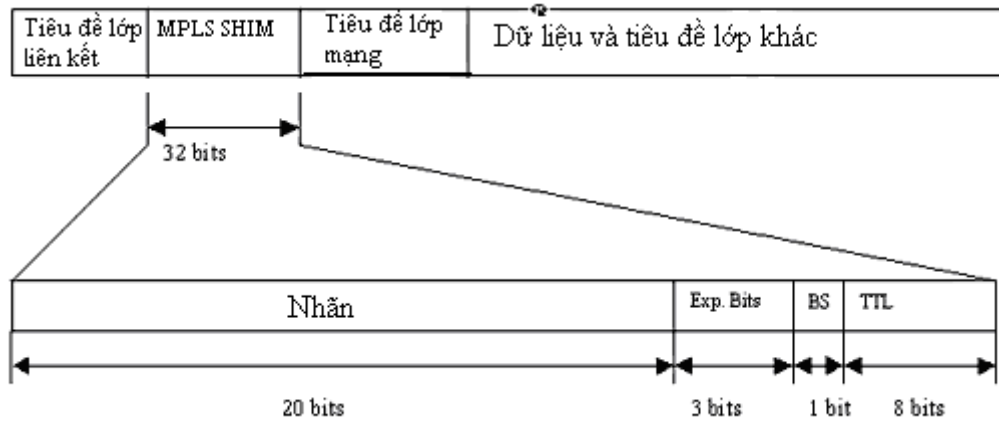
Nhãn trong dạng đơn giản nhất xác định đường đi mà gói có thể truyền qua. Nhãn được mang hay được đóng gói trong tiêu đề lớp 2 cùng với gói tin. Bộ định tuyến kiểm tra các gói qua nội dung nhãn để xác định các bước chuyển tiếp kế tiếp. Khi gói tin được gán nhãn, các chặng đường còn lại của gói tin thông qua mạng đường trục dựa trên chuyển mạch nhãn. Giá trị của nhãn chỉ có ý nghĩa cục bộ nghĩa là chúng chỉ liên quan đến các bước chuyển tiếp giữa các LSR.

Nhãn được gán vào gói tin khi gói tin đó được sắp xếp bởi các FEC mới hay FEC đang tồn tại. Giá trị nhãn phụ thuộc vào phương tiện mà gói tin được đóng gói. Đối với mạng Frame Relay sử dụng giá trị nhận dạng kết nối lớp liên kết dữ liệu - DLCI (Data Link Connection Identifier), ATM sử dụng trường nhận dạng đường ảo trong tế bào/ trường nhận dạng kênh ảo trong tế bào (Virtual Path Identifier/ Virtual Circuit Identifier - VPI/VCI). Sau đó gói được chuyển tiếp dựa trên giá trị của chúng.

Việc gán nhãn dựa trên những tiêu chí sau:

- Định tuyến unicast đích
- Kỹ thuật lưu lượng
- Multicast
- Mạng riêng ảo (Virtual Private Networks - VPN)
- Chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS)

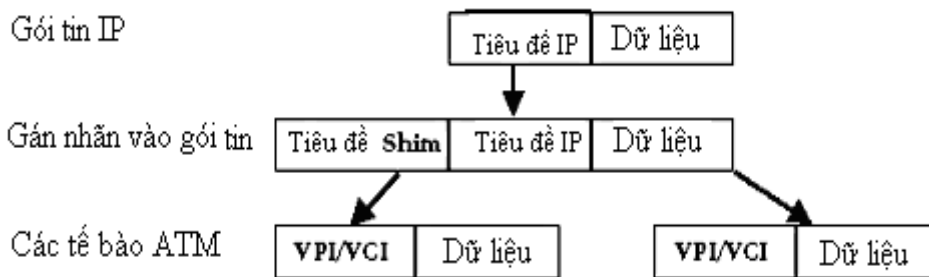
Định dạng chung của nhãn được giải thích trong hình 1. Nhãn được thể hiện rõ trong tiêu đề của các lớp liên kết (VPI/VCI của ATM trong hình 2 và DLCI của Frame Relay trong hình 3) hoặc trong lớp dữ liệu shim (giữa tiêu đề lớp liên kết dữ liệu lớp 2 và tiêu đề lớp mạng lớp 3 như trong hình 4)



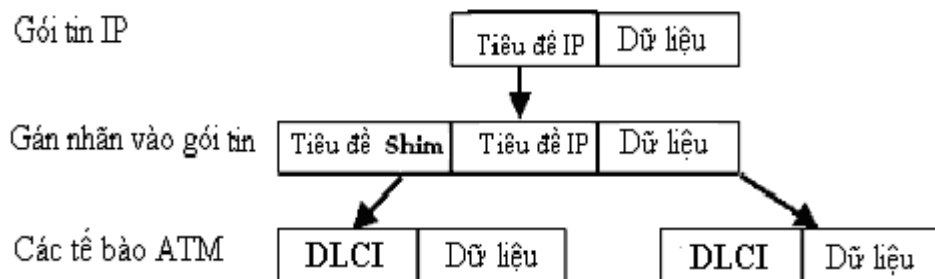
Hình 1: Định dạng chung cấu nhãn MPLS

Trong hình 1, phần SHIM MPLS:

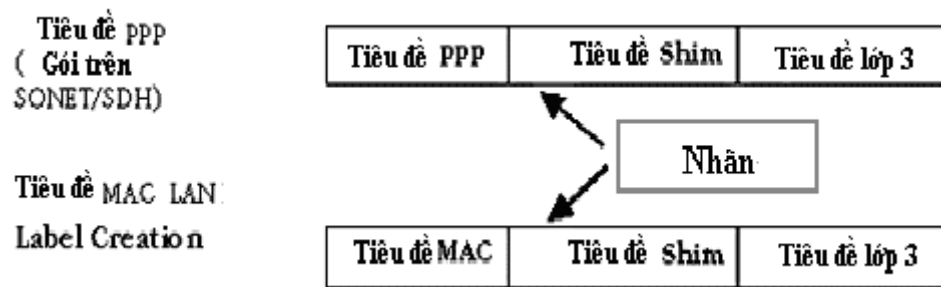
- **Label** (20 bit): chứa giá trị nhãn
- **Exp.bits**: CoS (3 bit)- chất lượng dịch vụ
- **BS** (1 bit) – bit-stack: xác định nhãn cuối cùng trong ngăn xếp
- **TTL** (8bit)- time to live: trường định thời



Hình 2: Lớp liên kết dữ liệu là ATM



Hình 3: Lớp liên kết dữ liệu là Frame Relay



Hình 4: Nhãn trong shim - giữa lớp 2 và lớp 3

c) Tạo nhãn

Tạo nhãn dựa trên các phương pháp sau:

- Topo: nhờ giao thức định tuyến thông thường (OSPF và BGP)
- Yêu cầu: điều khiển lưu lượng dựa trên yêu cầu
- Lưu lượng: nhận gói tin để phân phối và gán nhãn

d) Ngăn xếp nhãn

Đó là một tập hợp có thứ tự các nhãn gán theo gói để truyền tải thông tin về FEC mà gói nằm trong và về các LSP tương ứng gói sẽ đi qua. Ngăn xếp nhãn cho phép MPLS hỗ trợ định tuyến phân cấp. Mỗi mức trong ngăn xếp nhãn gắn liền với mức phân cấp nào đó. Điều này tạo điều kiện thuận lợi cho chế độ hoạt động đường hầm trong MPLS.

e) Bảng chuyển tiếp chuyển tiếp chuyển mạch nhãn

Là bảng chuyển tiếp nhãn có chứa thông tin về nhãn vào, nhãn ra, giao diện vào, giao diện ra.

f) Cơ sở dữ liệu nhãn (Label Information Base - LIB)

Cơ sở dữ liệu nhãn (Label Information Base - LIB) là bảng chứa các giá trị nhãn/ FEC được gán vào cũng như thông tin về đóng gói dữ liệu truyền tại mỗi LSR để xác định cách thức một gói tin được chuyển tiếp.

g) Đường chuyển mạch nhãn (Label Switched path - LSP)

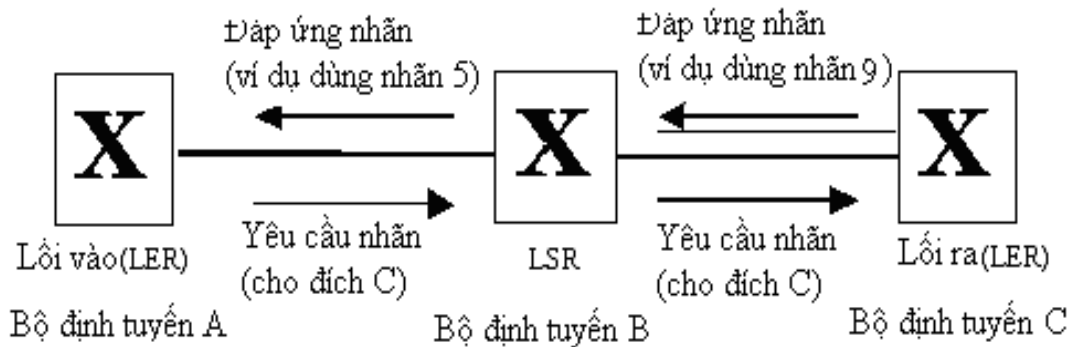
Trong MPLS, việc truyền dữ liệu thực hiện theo các đường chuyển mạch nhãn (Label Switched path - LSP). Các đường chuyển mạch nhãn chứa một chuỗi các nhãn tại tất cả các nút dọc theo tuyến từ nguồn tới đích. LSP được thiết lập trước khi truyền dữ liệu hoặc trong khi xác định luồng dữ liệu nào đó. Các nhãn được phân phối bằng việc sử dụng giao thức phân phối nhãn (Label Distribution Protocol - LDP) hoặc giao thức giành trước tài nguyên (Resource Reservation Protocol - RSVP) trên các giao

thức định tuyến giống như giao thức cổng biên (Border Gateway Protocol - BGP) và giao thức định tuyến mở rộng theo phương thức ưu tiên tuyến đường ngắn nhất (Open Shortest Path First - OSPF). Mỗi gói dữ liệu được đóng gói lại và mang các nhãn trong suốt thời gian di chuyển từ nguồn tới đích. Chuyển mạch dữ liệu tốc độ cao hoàn toàn có thể thực hiện dựa theo phương pháp này, vì các nhãn có độ dài cố định được chèn vào phần đầu của gói tin hoặc tế bào và có thể được sử dụng bởi phần cứng để chuyển mạch nhanh các gói giữa các liên kết.

h) Cơ cấu báo hiệu

– **Yêu cầu nhãn** - Sử dụng cơ cấu này, một LSR yêu cầu một nhãn từ dòng xuống lân cận nên nó có thể liên kết đến FEC xác định. Cơ cấu này có thể được dùng để truyền đến các LSR tiếp theo cho đến LER lóira.

– **Đáp ứng nhãn** - Để đáp ứng một yêu cầu nhãn, LSR luồng xuống sẽ gửi một nhãn đến các bộ khởi động ở luồng lên sử dụng cơ cấu ánh xạ nhãn.



Hình 5: Cơ cấu báo hiệu

2.2 Các thành phần cơ bản của mạng MPLS

a) Bộ định tuyến biên nhãn (Label Edge Router - LER)

Là thiết bị hoạt động tại biên của mạng truy nhập và mạng MPLS. LER hỗ trợ nhiều cổng kết nối từ những mạng khác (như Frame Relay, ATM và Ethernet) và chuyển tiếp các gói lưu lượng này tới mạng MPLS sau khi thiết lập đường chuyển mạch nhãn – LSP sử dụng giao thức báo hiệu nhãn tại lối vào và phân bổ lưu lượng quay trở lại mạng truy cập tại lối ra. LER có vai trò rất quan trọng trong việc gán và tách nhãn khi lưu lượng đi vào hoặc đi ra trong mạng MPLS.

b) Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn (Label Switching Router - LSR)

LSR là bộ định tuyến tốc độ cao trong mạng lõi MPLS tham gia vào việc thiết lập đường chuyển mạch nhãn LSP sử dụng các giao thức báo hiệu nhãn thích hợp và

chuyển mạch lưu lượng dữ liệu tốc độ cao dựa trên các đường đã thiết lập. LSR có thể kết nối với LER hay các LSR khác

c) ATM LSR: Sử dụng giao thức MPLS trong mạng điều khiển để thiết lập kênh ảo ATM, chuyển tiếp tế bào đến nút ATM LSR tiếp theo.

d) ATM LSR biên: Nhận gói có nhãn hoặc không có nhãn phân vào các tế bào ATM và gửi các tế bào đến nút ATM LSR tiếp theo. Nhận các tế bào ATM từ ATM LSR cận kề, tái tạo các gói từ các tế bào ATM và chuyển tiếp gói có nhãn hoặc không có nhãn

2.3 Các giao thức cơ bản của MPLS

Kiến trúc MPLS không bắt buộc một phương thức báo hiệu đơn nào cho phân phối nhãn. Các giao thức định tuyến đang tồn tại, như giao thức công biên (BGP) được cải tiến để mang thêm thông tin nhãn trong nội dung của giao thức. Giao thức giành sẵn tài nguyên – RPVP cũng được mở rộng để hỗ trợ trao đổi nhãn. Nhóm đặc trách kỹ thuật Internet – IETF cũng xác định một giao thức mới được biết đến như giao thức phân phối nhãn – LDP để làm rõ hơn về báo hiệu và quản lý không gian nhãn. Sự mở rộng của giao thức LDP cơ sở cũng được xác định để hỗ trợ định tuyến liên vùng (explicit router) dựa trên các yêu cầu về QoS và CoS. Những mở rộng này cũng được áp dụng trong việc xác định giao thức (CR)-LDP định tuyến dựa trên ràng buộc.

Các giao thức hỗ trợ trao đổi nhãn như sau:

- **LDP** - chỉ ra các đích IP vào trong các bảng.
- **RSVP, CR-LDP** - sử dụng cho kỹ thuật lưu lượng và giành trước tài nguyên.
- **Protocol-independent multicast (PIM)** - sử dụng để chỉ ra nhãn ở trạng thái đa hướng- multicast.
- **BGP** - các nhãn bên ngoài

2.3.1 Giao thức phân phối nhãn – LDP

LDP là một giao thức mới cho phân phối thông tin liên kết nhãn đến các LSR trong mạng MPLS. Nó được sử dụng để ánh xạ các FEC đến các nhãn tạo nên các LSP. LDP session được thiết lập giữa các LDP tương đương trong mạng MPLS (không cần thiết phải liền kề). các LDP ngang hàng trao đổi các dạng bản tin LDP sau:

- **Bản tin discovery** - thông báo và duy trì sự có mặt của một LSR trong mạng

- **Bản tin session** - thiết lập, duy trì và xác định các session giữa các LDP ngang hàng.
- **Bản tin advertisement** - tạo ra, thay đổi và xoá nhãn ánh xạ đến các FEC
- **Bản tin notification** - cung cấp thông tin tư vấn (advisory) và thông tin lỗi báo hiệu

2.3.2 Giao thức CR-LDP

Giao thức phân phối nhãn định tuyến dựa trên ràng buộc CR-LDP (Constraint-Based Routing-LDP) được sử dụng để điều khiển cường bức LDP. Giao thức này là phần mở rộng của LDP cho quá trình định tuyến cường bức của LSP. Cũng giống như LDP, nó sử dụng các phiên TCP giữa các LSR đồng cấp để gửi các bản tin phân phối nhãn.

2.3.3 Giao thức RSVP

RSVP là giao thức báo hiệu đóng vai trò quan trọng trong mạng MPLS, nó cho phép các ứng dụng thông báo về các yêu cầu QoS với mạng và mạng sẽ đáp ứng bằng các thông báo thành công hay thất bại.

RSVP sử dụng bản tin trao đổi tài nguyên đặt trước qua mạng cho luồng IP. RSVP là giao thức riêng ở mức IP. Nó sử dụng các gói dữ liệu IP hoặc UDP ở phần biên của mạng để thông tin giữa các LSR đồng cấp. Nó không đòi hỏi duy trì phiên TCP, nhưng sau phiên này nó phải xử lý mất mát các bản tin điều khiển.

2.3.4 Giao thức MPLS-BGP

MPLS mở rộng chức năng cho BGP để mang các nhãn trong giao thức công biên BGP, MPLS-BGP cho phép bộ định tuyến chạy BGP phân phối nhãn tới các bộ định tuyến biên khác một cách trực tiếp thông qua bản tin cập nhật của BGP. Tiếp cận này đảm bảo cho quá trình phân phối nhãn và các thông tin định tuyến ổn định và giảm bớt tiêu đề của bản tin điều khiển xử lý.

2.3.5 Kiến trúc hệ thống giao thức MPLS

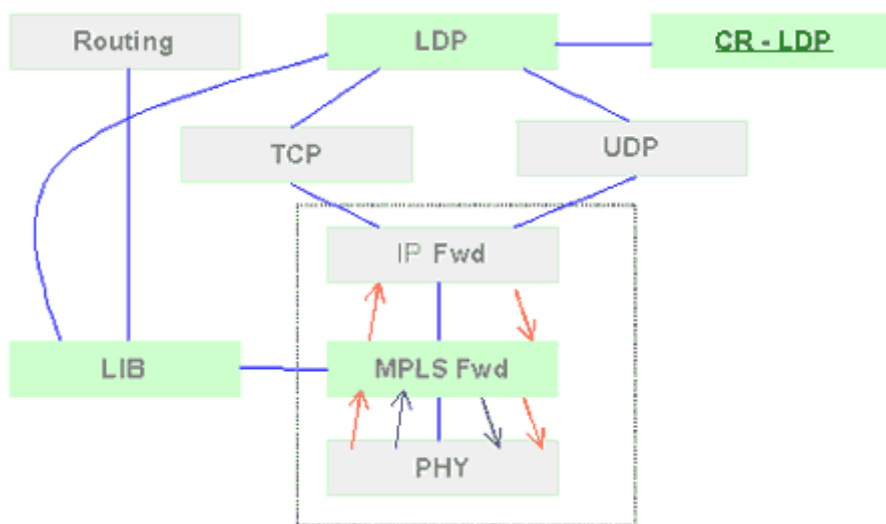
Thành phần MPLS lõi có thể chia thành các phần sau:

- Giao thức định tuyến lớp mạng (IP)
- Biên chuyển tiếp lớp mạng
- Chuyển mạch dựa trên nhãn mạng lõi
- Độ chi tiết và lược đồ nhãn

- Giao thức báo hiệu cho phân phối nhãn
- Điều khiển lưu lượng
- Khả năng tương thích với các loại chuyển tiếp lớp 2 khác nhau (ATM, Frame Relay, PPP)

Hình 8 miêu tả các giao thức có thể sử dụng trong hoạt động MPLS. Phương thức định tuyến có thể là bất kỳ một trong các giao thức phổ biến. Phụ thuộc vào môi trường hoạt động, các giao thức định tuyến có thể là OSPF, BGP, hay PNNI của ATM, v.v... Phương thức LDP sử dụng giao thức điều khiển truyền tin (TCP) để quá trình truyền dữ liệu điều khiển từ một LSR đến LSR khác trong suốt một phiên đàm bảo tin cậy. LDP sử dụng giao thức datagram của người sử dụng (UDP) trong suốt giai đoạn hoạt động discovery của nó. Trong trường hợp này, LSR cố gắng xác định các phần tử lân cận và đồng thời báo hiệu sự có mặt của chúng trong mạng. Điều này được thực hiện thông qua một trao đổi các gói tin hello.

IP Fwd là phương thức chuyển tuyến lớp IP để tìm đường tiếp theo bằng cách nối địa chỉ dài nhất trong bảng của chúng. Với MPLS, điều này được làm bởi các LER. MPLS Fwd là phương thức chuyển tiếp để kết nối một nhãn với một cổng lối ra cho các gói tin. Các lớp với miêu tả trong hình hộp với đường nét đứt có thể thực hiện bằng phần cứng tạo nên hoạt động nhanh và hiệu quả.



Hình 8: Hệ thống giao thức MPLS

2.4 Hoạt động của MPLS

MPLS tách chức năng của IP ra thành hai phần riêng biệt: chức năng chuyển gói tin và chức năng điều khiển. Phần chức năng chuyển gói tin với nhiệm vụ gửi gói tin giữa các bộ định tuyến IP, sử dụng cơ chế hoán đổi nhãn tương tự như của ATM. Trong MPLS nhãn là một thực thể có độ dài cố định và không phụ thuộc vào lớp mạng. Kỹ thuật hoán đổi nhãn về bản chất là tìm nhãn của một gói tin trong một bảng các nhãn để xác định tuyến của gói và nhãn mới của nó. Việc này đơn giản hơn nhiều so với việc xử lý gói tin theo kiểu thông thường, và do vậy cải thiện hiệu năng của thiết bị. Các bộ định tuyến sử dụng kỹ thuật này được gọi là bộ định tuyến chuyển mạch nhãn LSR. Phần chức năng điều khiển của MPLS bao gồm các giao thức định tuyến lớp mạng với nhiệm vụ phân phối thông tin định tuyến cho việc chuyển mạch. MPLS có thể hoạt động với các giao thức định tuyến khác nhau như OSPF và BGP (Border Gateway Protocol). Do MPLS hỗ trợ điều khiển lưu lượng và cho phép thiết lập tuyến cố định nên việc đảm bảo dịch vụ của các tuyến là hoàn toàn khả thi. Đây là một tính năng vượt trội của MPLS so với các giao thức định tuyến cổ điển. Ngoài ra, MPLS còn có cơ chế định tuyến lại nhanh.

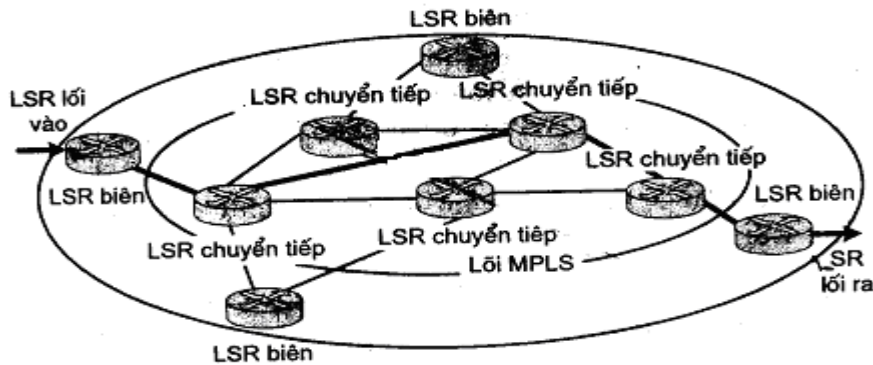
2.4.1 Chuyển mạch nhãn

Thiết bị chuyển mạch nhãn đối xử với gói tin (hay tế bào) tùy theo nhãn gắn vào đã được ấn định cho gói. Các thiết bị chuyển mạch xác định địa điểm và làm cách nào gói sẽ được chuyển tiếp đến dựa trên *cơ sở dữ liệu nhãn – LIB (Label Information Base)* tại mỗi thiết bị chuyển mạch nhãn đó.

Thông tin cần thiết để chuyển tiếp gói được tổng kết ở trong *nhãn*, thông tin này bao gồm địa chỉ đích, quyền ưu tiên, thành viên VPN (Virtual path Identifier), lớp QoS, và tuyến điều khiển lưu lượng. Trong MPLS, nhãn có chiều dài cố định, chỉ có ý nghĩa cục bộ và được mạng hay gói tin trong tiêu đề lớp 2 cùng với gói tin.

Khác với chuyển tiếp IP thông thường, gói tin được phân tích một lần khi đi vào mạng MPLS để gắn cho nó một nhãn tương ứng với một FEC. Trong nội bộ mạng MPLS các bộ chuyển mạch sẽ dựa trên các LIB để *tráo đổi nhãn* để chuyển tiếp gói tin đến bộ chuyển mạch tiếp theo, quá trình này không phân tích địa chỉ đến IP nữa.

2.4.2 Đồ hình của mạng MPLS



Hình 9: Đồ hình mạng MPLS.

Miền MPLS là một “tập kế tiếp các nút hoạt động định tuyến và chuyển tiếp MPLS”. Miền MPLS có thể chia thành Lõi MPLS (MPLS Core) và Biên MPLS (MPLS Edge) như hình 9.

Khi một gói tin IP đi qua miền MPLS, nó đi theo một tuyến được xác định phụ thuộc vào nhóm chuyển tiếp tương đương FEC mà nó được ấn định cho khi đi vào miền. Tuyến này gọi là **đường chuyển mạch nhãn LSP**. LSP chỉ có tính một chiều, tức là cần hai LSP cho một truyền thông song công.

Các nút có khả năng chạy giao thức MPLS và chuyển tiếp các gói tin gốc IP được gọi là **Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn (LSR – Label Switching Router)**.

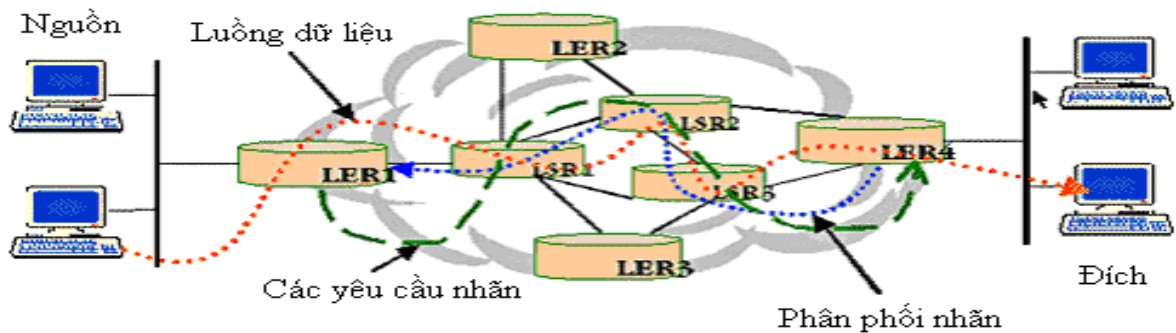
- **LSR lõi vào** (Ingress LSR) xử lý lưu lượng đi vào miền MPLS;
- **LSR chuyển tiếp** (Transit LSR) xử lý lưu lượng bên trong miền MPLS;
- **LSR lõi ra** (Egress LSR) xử lý lưu lượng rời khỏi miền MPLS;
- **LSR biên** (Edge LSR) thường được sử dụng như là tên chung cho cả LSR lõi vào và LSR lõi ra.

2.4.3 Các bước hoạt động của MPLS

Để gói tin truyền qua mạng MPLS, phải thực hiện các bước sau:

1. Tạo và phân phối nhãn
2. Tạo bảng cho mỗi bộ định tuyến
3. Tạo đường chuyển mạch nhãn
4. Gán nhãn dựa trên tra cứu bảng
5. Truyền gói tin

Nguồn gửi các dữ liệu của nó tới đích. Trong miền MPLS, không phải tất cả các lưu lượng nguồn cần thiết truyền qua cùng một đường. Dựa trên các đặc tính lưu lượng, các LSP khác nhau có thể được tạo ra cho các gói tin với các yêu cầu CoS khác nhau.



Hình 10: Tạo LSP và chuyển tiếp gói tin thông qua miền MPLS

Trong hình 10, LER1 là lối vào và LER4 là lối ra.

Bảng 1 giải thích các bước hoạt động của MPLS khi gói dữ liệu truyền qua miền MPLS

Bảng 1: Các hoạt động MPLS

Hoạt động MPLS	Miêu tả
Tạo và phân phối nhãn	<p>Trước khi dữ liệu bắt đầu truyền, các bộ định tuyến quyết định tạo ra liên kết nhãn tới các FEC cụ thể và tạo bảng.</p> <p>Trong LDP, các bộ định tuyến luồng xuống bắt đầu phân phối nhãn và gán nhãn/FEC.</p> <p>Thêm vào đó, đặc tính liên quan đến lưu lượng và dung lượng MPLS được điều chỉnh thông qua sử dụng LDP.</p> <p>Giao thức báo hiệu nên dùng giao thức vận chuyển có thứ tự và đảm bảo tin cậy. LDP dùng TCP.</p>
Tạo bảng	<p>Khi chấp nhận các liên kết nhãn mỗi LSR tạo ra mục trong bảng cơ sở dữ liệu nhãn (LIB).</p> <p>Nội dung của bảng sẽ xác định mối liên hệ giữa nhãn và FEC, ánh xạ giữa cổng vào và bảng nhãn vào đến cổng ra và bảng nhãn ra.</p> <p>Các mục được cập nhật bất kỳ khi việc gán nhãn được điều chỉnh lại.</p>

Tạo đường chuyển mạch nhãn	Nhu hình 10, các LSP được tạo ra theo chiều ngược với các mục trong các LIB.
Gán nhãn /bảng tra cứu	<p>Bộ định tuyến đầu tiên (LER1 trong hình10) sử dụng bảng LIB để tìm đường tiếp theo yêu cầu nhãn cho FEC cụ thể.</p> <p>Các bộ định tuyến tiếp theo sử dụng bảng để tìm đường đi tiếp theo.</p> <p>Khi gói tin đến LSR lối ra (LER4), nhãn được loại bỏ và gói được truyền tới đích.</p>
Chuyển tiếp gói tin	<p>Hình 10 mô tả đường đi của gói tin khi nó được truyền từ nguồn tới đích hay từ LER1, LSR lối vào đến LER4, LSR lối ra.</p> <p>Lần đầu tiên của yêu cầu nhãn, các gói tin không có nhãn tại LER1. Trong mạng IP, nó sẽ tìm địa chỉ dài nhất để tìm các bước tiếp theo. LSR1 là bước tiếp theo của LER1.</p> <p>LER1 sẽ khởi phát các yêu cầu nhãn tới LSR1.</p> <p>Yêu cầu này sẽ được phát trên toàn mạng như hình 10. LDP sẽ xác định đường dẫn ảo đảm bảo QoS, CoS.</p> <p>Mỗi bộ định tuyến trung gian LSR2 và LSR3 sẽ nhận gói tin gán nhãn thay đổi nhãn và truyền đi.</p> <p>Gói tin đến LER4, loại bỏ nhãn vì gói ra khỏi miền hoạt động của MPLS và phân phát tới đích. Đường truyền gói tin được chỉ ra trong hình 10.</p>

Bảng 2 là một ví dụ đơn giản về bảng LIB.

Bảng 2: Ví dụ bảng LIB

Cổng vào	Nhãn cổng vào	Cổng ra	Nhãn cổng ra
1	3	3	6
2	9	1	7

Xem xét ví dụ về 2 luồng gói tin vào một miền MPLS:

- Một luồng gói tin là sự trao đổi dữ liệu theo quy tắc giữa các server (ví dụ FTP-file transfer protocol).
- Một luồng gói tin khác là luồng video chất lượng cao yêu cầu các kỹ thuật lưu lượng QoS.
- Các luồng gói tin này được phân ra thành 2 FEC riêng biệt tại LSR lối vào.
- Các nhãn tương ứng được kết hợp với luồng gói tin lần lượt là 3 và 9.
- Các cổng vào tại LSR là 1 và 2.
- Giao diện lối ra cùng đáp ứng lần lượt là 3 và 1.
- Ánh xạ nhãn được thực hiện, các nhãn trước đó lần lượt được trao đổi cho 6 và 7.

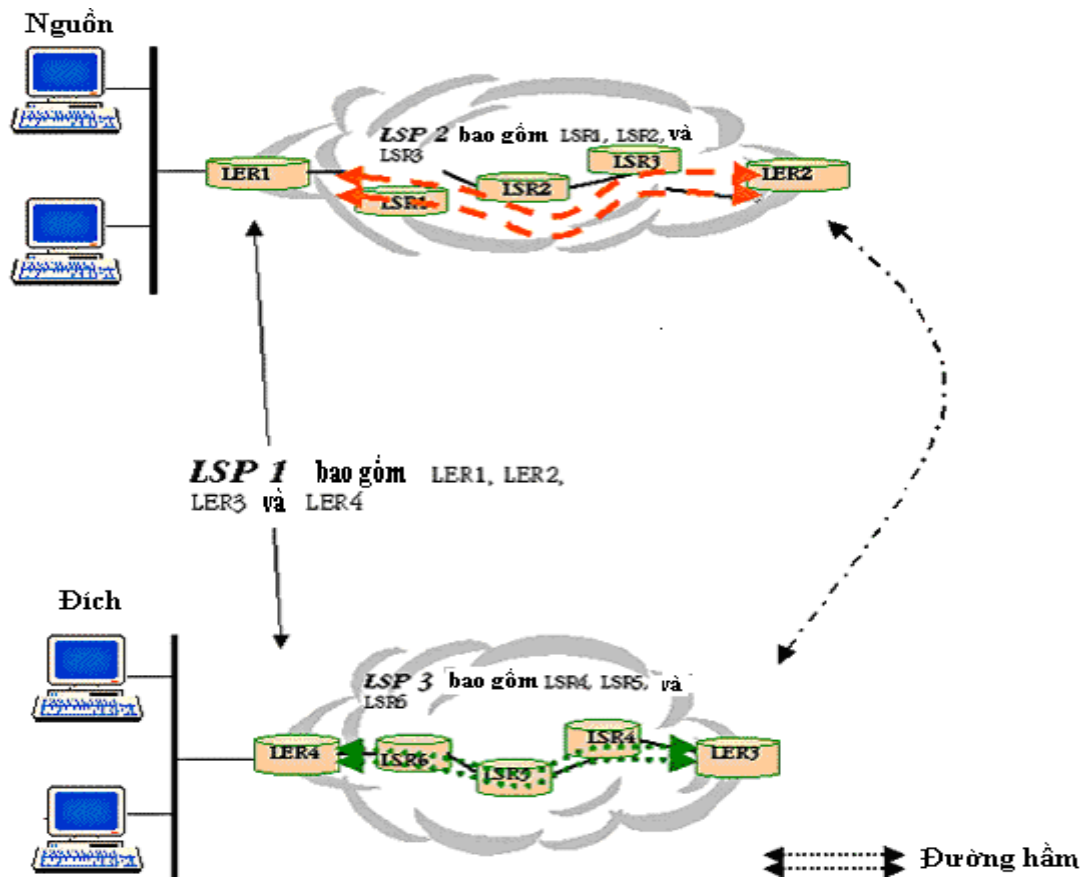
2.4.4 Đường hầm trong MPLS

Đặc tính duy nhất của MPLS là có thể điều khiển toàn bộ đường truyền gói tin mà không cần xác định cụ thể các bộ định tuyến trung gian. Điều đó được tạo ra bởi các đường hầm thông qua các bộ định tuyến trung gian có thể cách nhiều đoạn. Khái niệm này được sử dụng trong VPN dựa trên MPLS.

Khảo sát hình 11. Các LER (LER1, LER2, LER3 và LER4) tất cả sử dụng BGP và tạo LSP giữa chúng (LSP1). LER1 thông báo bước tiếp theo là LER2 khi nó đang truyền dữ liệu nguồn phải đi qua hai phần của mạng. Cũng vậy, LER2 thông báo bước tiếp theo là LER3 và v.v... Các LER này sẽ sử dụng giao thức BGP để nhận và lưu trữ nhãn từ LER egress (LER4 trong dự đoán đích) theo toàn bộ đường đi tới LER lối vào (LER1).

Tuy nhiên, để LER1 gửi dữ liệu đến LER2 nó phải đi qua một vài LSR (trong trường hợp này là ba). Do vậy, một LSP riêng được tạo ra giữa hai LER (LER1 và LER2) qua LSR1, LSR2 và LSR3. Điều này thể hiện đường hầm giữa hai LER. Nhãn trong đường này khác nhãn các LER tạo cho đường truyền LSP1. Điều đó đúng cho cả LER3 và LER4 cũng như các LSR giữa chúng. Trong phần này có đường truyền LSP3.

Để có cấu trúc này, khi gói tin truyền qua hai phần mạng, các khái niệm ngăn xếp nhãn được sử dụng. Khi truyền qua LSP1, LSP2 và LSP3, gói tin sẽ mang hai nhãn hoàn chỉnh cùng lúc. Hai nhãn được sử dụng cho mỗi phần là (1) phần đầu tiên – nhãn cho LSP1 và LSP2 và (2) phần thứ hai – nhãn cho LSP1 và LSP3.



Hình 11: Đường hầm trong MPLS

Khi các LER3 nhận các gói tin tồn tại trong mạng đầu tiên, các gói tin sẽ loại bỏ nhãn của LSP2 và thay bằng nhãn LSP3 trong khi quá trình trao đổi nhãn LSP1 bên trong gói tin với nhãn của đường đi tiếp theo. LER4 sẽ loại bỏ cả hai nhãn trước khi gửi gói tin đến đích.

2.5 Triển khai ứng dụng công nghệ MPLS tại Việt Nam

Việc triển khai công nghệ mạng mới MPLS cần được cân nhắc kỹ lưỡng trước khi tiến hành. Tuy coi coi là công nghệ mạng tiên tiến giải quyết được nhiều nhược điểm của mạng IP và ATM hiện tại nhưng không có nghĩa MPLS là giải pháp duy nhất cho mạng thế hệ sau.

Để có thể xây dựng được cách tiếp cận và giải pháp phù hợp cần có những nghiên cứu để xác định rõ ràng đối tượng và phạm vi áp dụng công nghệ, mục tiêu cần đạt và kế hoạch triển khai.

2.5.1 Khả năng ứng dụng của MPLS tại Việt Nam

Thế giới đang bước vào kỷ nguyên công nghệ thông tin. Xu hướng đa phương tiện, những biến động xã hội, toàn cầu hóa trong kinh doanh và giải trí phát triển ngày càng nhiều khách hàng sử dụng phương tiện điện tử. Biểu hiện đầu tiên của xa lộ thông tin là Internet, sự phát triển của nó là minh họa sinh động cho những động thái hướng tới xã hội thông tin.

Việc chuyển đổi từ công nghệ tương tự sang công nghệ số đã đem lại sức sống mới cho mạng viễn thông. Tuy nhiên những loại hình dịch vụ trên luôn đòi hỏi nhà khai thác phải đầu tư nghiên cứu những công nghệ viễn thông mới ở cả lĩnh vực mạng và chế tạo thiết bị.

Có thể nói giai đoạn hiện nay là giai đoạn chuyển dịch giữa công nghệ thế hệ cũ (Chuyển mạch kênh) dần sang công nghệ thế hệ mới (Chuyển mạch gói). Điều đó không chỉ diễn ra trong hạ tầng cơ sở thông tin mà còn diễn ra trong các công ty khai thác dịch vụ trong cách tiếp cận của các nhà khai thác thế hệ mới khi cung cấp dịch vụ cho khách hàng.

Cộng nghệ chuyển mạch là một điểm trọng yếu trong mạng thông tin, viễn thông tương lai. Các công nghệ chuyển mạch hiện nay, IP và ATM trong tương lai có thể không đáp ứng được các yêu cầu trên. Do vậy, bước tiến lên công nghệ MPLS – công nghệ chuyển mạch với nhiều tính năng mới khắc phục các nhược điểm của công nghệ IP và ATM là tất yếu.

2.5.2 Một số nguyên tắc khi triển khai mạng NGN tại Việt Nam

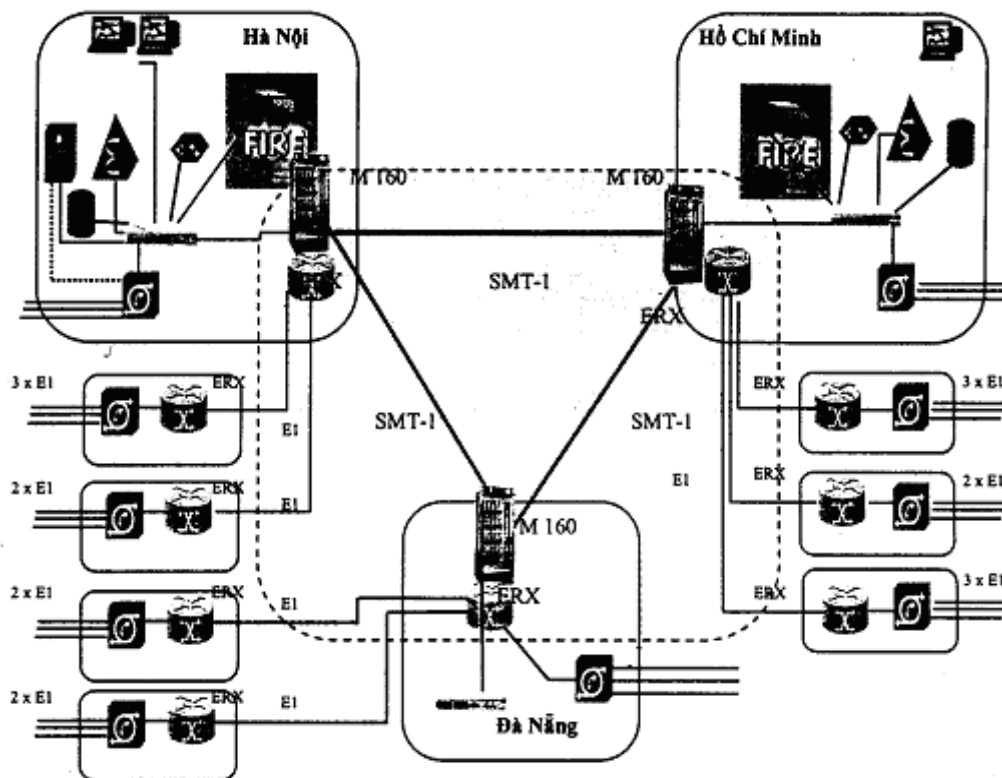
Mạng MPLS là công nghệ mạng lõi của mạng thế hệ sau (NGN). Do vậy, khi triển khai mạng MPLS phải tuân theo các nguyên tắc của mạng NGN. Theo các kết quả nghiên cứu về định hướng chiến lược triển khai mạng thế hệ sau, lộ trình chuyển đổi sang mạng viễn thông NGN tại Việt Nam thực hiện một số nguyên tắc cơ bản sau:

- Không ảnh hưởng tới việc cung cấp các dịch vụ viễn thông hiện có.
- Việc chuyển đổi sẽ được thực hiện theo từng bước theo nhu cầu cần thiết. Có thể thực hiện từ nút đường trục trước sau đó đến nút truy nhập.
- Hạn chế việc mở rộng và phát triển các hệ thống chuyển mạch TDM. Cần xem xét khả năng nâng cấp và chuyển đổi một số hệ thống tổng đài để có thể cung cấp được các dịch vụ mới NGN.

- Đảm bảo việc tương thích với hệ thống mạng đang tồn tại.
- Tiếp tục triển khai các phương thức truy nhập Internet tốc độ cao để đáp ứng nhu cầu người sử dụng đang tăng lên rất nhanh tại một số khu vực.

2.5.3 Mô hình mạng MPLS tại Việt Nam

Dựa vào các nguyên tắc trên mô hình mạng NGN của VNPT tại Việt Nam với công nghệ chuyển mạch MPLS như hình 12.

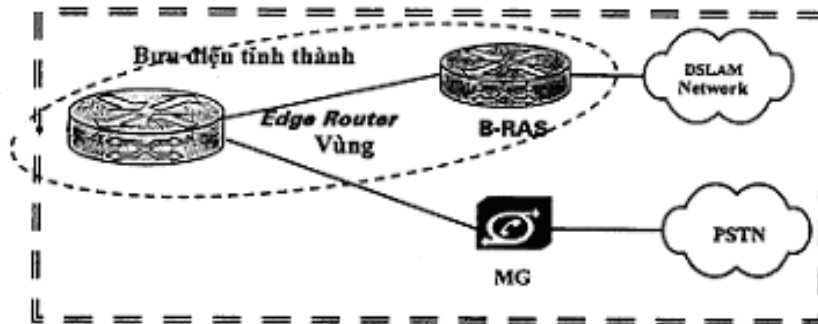


Hình 12: Sơ đồ triển khai mạng NGN của VNPT

Trong mô hình trên có:

- Lắp đặt 3 bộ định tuyến chuyên mạch lõi (core switch router) M160 của JUNIPER với thông lượng chuyển mạch 160 Gbit/s đặt tại thành phố Hà Nội, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng.
- Lắp đặt các bộ định tuyến biên ERX1400 tại các tỉnh thành khác.
- Băng thông kết nối giữa các bộ định tuyến lõi là 155 Mbit/s.

– Tại các tỉnh thành sẽ lắp đặt các Media Gateway (MG), BRAS, DSLAM. MG là giao diện giữa mạng PSTN và NGN để truyền tải lưu lượng thoại đường dài. BRAS và DSLAM để sử dụng kết nối các thuê bao xDSL như hình 13.



Hình 13: Cấu hình kết nối tại các Bưu điện tỉnh thành

2.6 Tóm tắt chương

Như vậy chương 2 đã giới thiệu các thành phần và hoạt động của mạng MPLS. Chương này đề cập đến các khái niệm cơ bản của mạng MPLS như lớp chuyển tiếp tương đương, đường chuyển mạch nhãn... và các thành phần cơ bản của mạng như bộ định tuyến biên nhãn, bộ định tuyến chuyển mạch nhãn,... Đặc biệt, chương này tập trung nghiên cứu các giao thức cơ bản và hoạt động của MPLS. Hơn nữa, các triển khai ứng dụng công nghệ MPLS tại Việt Nam cũng được trình bày.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ MẠNG ATM MPLS

Một trong những bất đồng chính giữa các nhà cung cấp truyền thống và mạng thế hệ sau - NGN (Next Generation Network) là ở vai trò của ATM và MPLS. Các nhà cung cấp dịch vụ truyền thống đã đầu tư rất nhiều vào công nghệ ATM cho một mạng lõi đa dịch vụ và không có ý định rút ATM ra khỏi mạng lõi trong tương lai gần. Tuy nhiên các nhà cung cấp NGN cho rằng ATM cần phải đưa ra khỏi mạng lõi vì sự thiếu hiệu quả, đặc biệt là khi lưu lượng đường trục bùng nổ, và thiếu khả năng mở rộng cho các ứng dụng IP trong môi trường mạng đường trục hoàn toàn IP. Họ chọn phương án triển khai MPLS. Tuy nhiên, hiện tại vẫn chưa rõ ràng liệu MPLS có đáp ứng được hay không đòi hỏi về chất lượng dịch vụ - QoS mà ATM đã khẳng định vị trí của mình. ATM cho đến giờ vẫn là công nghệ duy nhất được kiểm nghiệm và đã thành công trong việc tích hợp dữ liệu, thoại, và video trên cùng một mạng. Hiện tại thì một giải pháp kết hợp an toàn khả thi là chạy cả ATM và MPLS trên mạng đường trục. Trong tương lai, mạng đường trục dựa trên MPLS là giải pháp được ưa chuộng hơn. Nhiều nhà cung cấp truyền thống đã lên kế hoạch hoặc đang xúc tiến thử nghiệm mạng MPLS. Những nhà cung cấp mới có thuận lợi là có thể đi trực tiếp vào mạng MPLS.

3.1 Giới thiệu

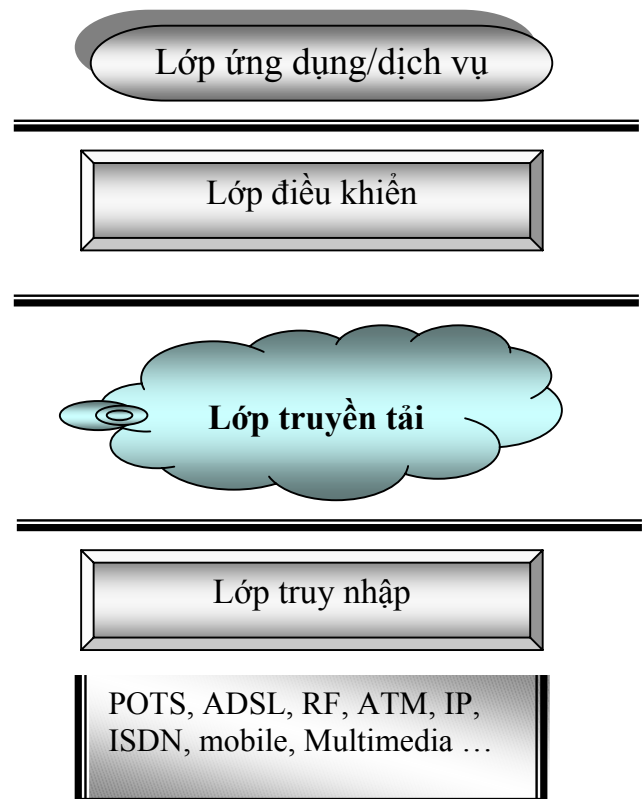
Chuyển mạch nhãn đa giao thức (MPLS) mở rộng khả năng của các bộ định tuyến IP và các chuyển mạch ATM trong một vài phương pháp chính:

- MPLS tích hợp hoàn toàn điều khiển định tuyến IP với các chuyển mạch ATM, điều này cung cấp những hỗ trợ tự nhiên các dịch vụ IP như loại dịch vụ IP và IP đa hướng (multicast) trên chuyển mạch cũng như các bộ định tuyến ATM.
- MPLS cung cấp các hỗ trợ cho khả năng mở rộng quy mô và sử dụng linh hoạt các dịch vụ mạng riêng ảo IP trên bộ định tuyến và chuyển mạch.
- MPLS cung cấp các hỗ trợ cho kỹ thuật lưu lượng IP, đó là điều khiển mềm dẻo các luồng lưu lượng IP theo các nguồn tài nguyên trên mạng.

3.1.1.1 Mô hình chức năng mạng NGN

Mạng NGN theo tiêu chuẩn của tổ chức Multi-switching Forum (MSF) có mô hình chức năng 4 lớp, bao gồm:

- Lớp truy nhập
- Lớp truyền tải
- Lớp điều khiển
- Lớp ứng dụng và dịch vụ



Việc hình thành các lớp chức năng của mạng NGN sẽ giúp cho các nhà khai thác mạng có điều kiện sử dụng các thiết bị mạng của các nhà cung cấp và mở rộng các thiết bị ở từng lớp mà không làm ảnh hưởng đến các lớp khác.

a) Lớp ứng dụng và dịch vụ cung cấp các ứng dụng và dịch vụ như: dịch vụ mạng thông minh IN, trả tiền trước, băng thông giá trị gia tăng...Lớp này liên kết với lớp điều khiển thông qua các giao diện mở API, nhờ đó có thể khai phát triển nhanh chóng các dịch vụ trên mạng.

b) Lớp điều khiển bao gồm các hệ thống điều khiển, giám sát kết nối cuộc gọi giữa các thuê bao thông qua điều khiển các thiết bị chuyển mạch (MPLS) của lớp truyền tải và các thiết bị truy nhập của lớp truy nhập. Lớp này có chức năng kết nối cuộc gọi thuê bao với lớp ứng dụng và dịch vụ, đồng thời có chức năng quản lý, chăm sóc khách hàng, tính cước...

c) Lớp truyền tải bao gồm các nút chuyển mạch, các bộ định tuyến, các thiết bị truyền dẫn có dung lượng lớn thực hiện chức năng chuyển mạch, định tuyến các kết nối dưới sự điều khiển của lớp điều khiển.

d) Lớp truy nhập dịch vụ bao gồm các thiết bị truy nhập cung cấp các cổng kết nối với thiết bị đầu cuối thuê bao qua hệ thống ngoại vi cáp đồng, cáp quang, vô tuyến. Thiết bị đầu cuối thuê bao có thể là máy điện thoại cố định, di động, các thiết bị truy nhập tích hợp hoặc máy đầu cuối mạng CATV... Các thiết bị truy nhập cung cấp các loại cổng truy nhập cho các loại thuê bao sau: POTS, VoIP, FR, ATM, X25, xDSL, di động... Các thiết bị cổng truy nhập này thực hiện các chức năng chuyển đổi các loại lưu lượng khác nhau thành dạng tín hiệu gói dưới sự điều khiển của lớp điều khiển và lớp ứng dụng và dịch vụ.

Mạng MPLS, hay ATM MPLS là mạng lõi trong hệ thống mạng NGN. Trong luận văn này chỉ tập trung nghiên cứu thiết kế mô hình mạng ATM MPLS này.

3.1.2 Chuyển mạch thẻ và các thuật ngữ chuyên ngành

MPLS là phiên bản được chuẩn hoá từ đề xuất chuyển mạch thẻ có nguồn gốc từ Cisco. MPLS và chuyển mạch thẻ giống nhau về nguyên lý và gần giống cả về hoạt động. Tài liệu này sử dụng các thuật ngữ MPLS nhiều hơn các thuật ngữ chuyển mạch thẻ, như thể hiện trong bảng 1. Ngoài trừ một thuật ngữ là “giao thức phân bố thẻ” (TDP). TDP và giao thức phân bố nhãn MPLS gần giống nhau, nhưng sử dụng các định dạng bản tin khác nhau và một vài thủ tục khác nhau. Tuy nhiên thuật ngữ “TDP” không được sử dụng trong tài liệu do không được yêu cầu: tài liệu không đề cập đến sự khác nhau giữa hoạt động của TDP và LDP.

Trong bảng 3 thuật ngữ “bộ định tuyến biên nhãn” không được sử dụng. Điều này là do thuật ngữ tương đương “LSP biên” được sử dụng và có 2 thuật ngữ khác nhau dùng cho cùng một đối tượng sẽ dẫn đến nhầm lẫn. “LSP biên” là thuật ngữ kỹ thuật chính xác hơn.

Một vài thuật ngữ khác được sử dụng như:

– “ATM MPLS” là một kiểu mạng MPLS mà hoạt động với bộ chuyển mạch ATM làm chuyển mạch MPLS. Cụ thể hơn, “ATM MPLS” là một kiểu mạng của MPLS mà mỗi nhãn khác nhau trên đường truyền được đại diện bởi một VC khác.

– “MPLS dựa trên gói tin” đề cập đến một kiểu của mạng MPLS mà hoạt động trong các mạng không sử dụng MPLS ATM. Cụ thể hơn, đó là một kiểu mạng của MPLS mà các nhãn được mang như là tiêu đề bổ xung gán trên mỗi gói. MPLS dựa trên gói tin cũng được biết đến như “MPLS không ATM”, “MPLS dựa trên khung” và “MPLS dựa trên bộ định tuyến”. Thuật ngữ “MPLS dựa trên khung” không

được sử dụng trong tài liệu này khi thuật ngữ như đề cập đến “Frame Relay”, nhưng MPLS dựa trên gói tin không nhất thiết dùng đến Frame Relay.

– “LSR dựa trên gói tin” là thiết bị mà thao tác với toàn bộ gói tin hơn các tế bào. Bộ định tuyến hoạt động dựa trên gói tin là LSR dựa trên gói tin. LSR biên ATM cũng là một dạng của LSR dựa trên gói tin.

– Chuyển mạch và mạng “ATM truyền thống” không sử dụng MPLS ATM. Mạng ATM truyền thống có thể hỗ trợ mạng MPLS dựa trên gói tin truyền trong kênh ảo cố định (PVC). Chuyển mạch ATM truyền thống có thể hỗ trợ MPLS ATM trong đường ảo cố định mà đóng vai trò như ‘trung kế ảo’. Trong bất kỳ trường hợp nào, chuyển mạch ATM truyền thống thực tế không thực hiện chuyển mạch nhân đa giao thức – chúng chỉ đơn thuần hỗ trợ xuyên qua đường hầm nơi gói tin MPLS được mang.

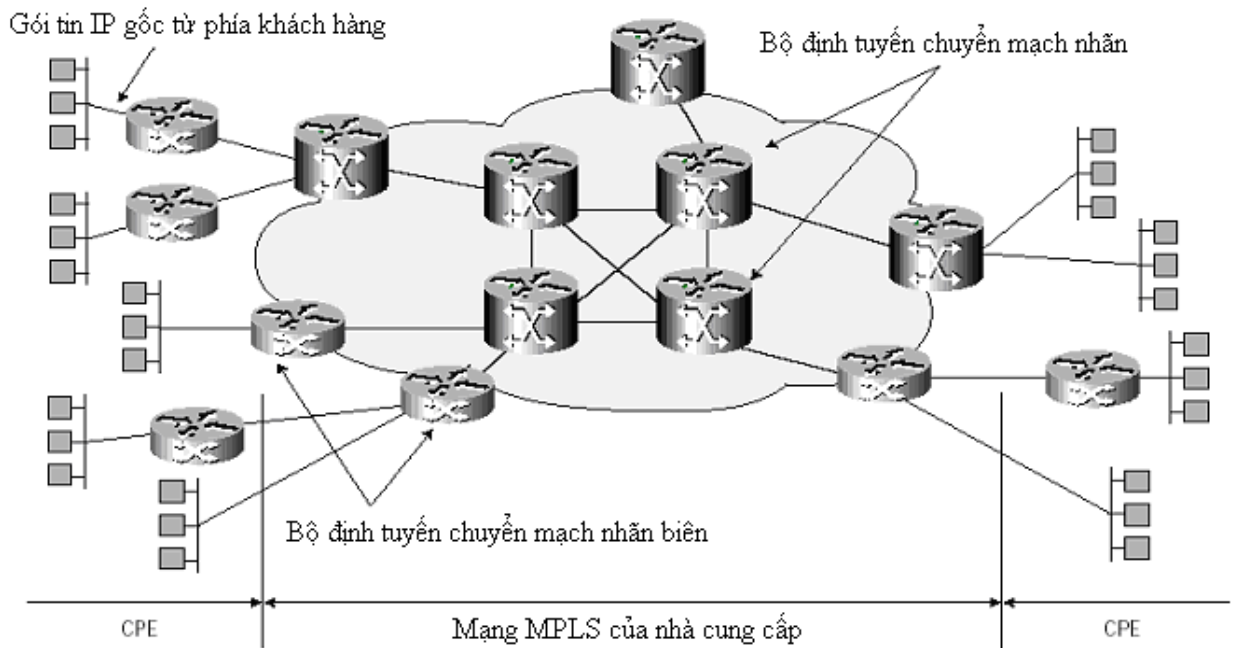
Bảng 3: Các thuật ngữ tương ứng trong chuyển mạch nhãn

Old Tag Switching Term	MPLS Term
Tag Switching	MPLS; Multiprotocol Label Switching
Tag Switch/ed	Label Switch/ed
Tag (short for “Tag Switching”)	MPLS
Tag (thing applied to a packet)	Label
Tag Core Router-TCR	Label Switch Router- LSR
Tag Distribution Protocol TDP	Label Distribution Protocol - LDP
Tag Edge Router-TER	Edge Label Switch Router-Edge LSR
Tag Switch Controller - TSC	Label Switch Controller - LSC
Tag Switch/ing Router - TSR	Label Switch Router - LSR
Tag VC - TVC	Label VC - LVC
ATM -TSR	ATM - LSR
TFIB	LFIB
Tag Switched Path - TSP	Label Switched Path - LSP

3.1.3 Cấu trúc chung của mạng MPLS

Cấu trúc thông thường của mạng MPLS của các nhà cung cấp như ISP được thể hiện trong hình 14. Mạng MPLS bao gồm bộ định tuyến chuyển mạch nhãn biên (LSR biên). Phía khách hàng được nối tới nhà cung cấp mạng MPLS. Hình 14 thể hiện kết nối giữa 9 khách hàng và 6 LSR biên, nhưng thường có tới vài trăm khách hàng trên một LSR. Thiết bị tiền trước khách hàng (CPE) hoạt động thông thường theo

hướng IP. Nó thường không hoạt động trong MPLS. Nếu CPE hoạt động trong MPLS, các nhà dịch vụ sẽ sử dụng nó một cách độc lập. Chú ý rằng LSR biên là một phần của nhà cung cấp mạng và nó được điều khiển bởi nhà cung cấp. LSR biên là có vai trò chủ chốt trong hoạt động của mạng và không được chỉ đến CPE dưới bất kỳ tình huống nào. Nhà cung cấp có thể xác định và quản lý các bộ định tuyến tại phía khách hàng, những bộ định tuyến đó sẽ chạy IP thông thường và ở bên ngoài mạng MPLS đó.



Hình 14: Cấu trúc mạng MPLS thông thường.

Chú ý rằng thực tế số khách hàng nhiều hơn số khách hàng trong hình vẽ trên.

3.1.4 MPLS và các kết hợp IP trên ATM khác

Trong mạng ATM, MPLS cho phép các chuyển mạch ATM trực tiếp hỗ trợ các dịch vụ IP, cung cấp các hiệu quả cao nhất so với các cách tiếp cận khác. IP truyền thống trên ATM kết nối các bộ định tuyến trên các mạch ảo cố định (PVC). Đa giao thức trên ATM (MPOA) và các cách tiếp cận khác mang lưu lượng IP trên chuyển mạch các mạch ảo (SVC). IP truyền thống trên ATM, MPOA và các cách tiếp cận khác đều có các bất lợi giống nhau như:

- Khó hỗ trợ nhiều loại dịch vụ IP trên mạng. Ví dụ như lớp dịch vụ IP không thể được hỗ trợ một cách tự nhiên bởi các chuyển mạch ATM, và phải được hỗ trợ bằng cách dịch chuyển đến tất cả các khái niệm chất lượng dịch vụ Forum ATM khác.

– Khó quản lý tại những nơi dịch vụ IP được hỗ trợ. Hai mức định tuyến phải được quản lý: định tuyến IP (với OSPF hoặc EIGRP hoặc tương tự) và PNNI hoặc định tuyến tương tự trên ATM. MPOA yêu cầu quản lý theo kiểu truyền thống. Chuyển dịch vụ như các lớp dịch vụ IP đến chất lượng dịch vụ ATM cũng yêu cầu sự quản lý.

– Các dịch vụ IP có thể khá kém hiệu quả trên các mạng ATM. Ví dụ như IP đa hướng (multicast) trên các mạng ATM khó thực hiện trên qui mô lớn do sự tương tác của định tuyến đa hướng, quá trình xử lý thành viên trong nhóm đa hướng và duy trì ATM VC.

– Giới hạn tỉ lệ và / hoặc ảnh hưởng nghiêm trọng giữa định tuyến IP (OSPF,...) và mạng ATM mạng hoạt động không ổn định. Nếu hơn 30 bộ định tuyến OSPF được kết nối trong mạng lưới dày đặc trên các PVC, IP truyền thống trên ATM có thể dẫn tới luồng ồ ạt của sự cập nhật các định tuyến IP và làm ảnh hưởng tới mạng con. MPOA không an toàn khi kết nối các bộ định tuyến đến mỗi bộ định tuyến khác, và chỉ dành cho kết nối từ host tới các bộ định tuyến hoặc từ host đến host.

– Các dịch vụ IP đòi hỏi sự cố gắng quản lý các mạng con. Ví dụ, lắp đặt MPOA yêu cầu PNNI, báo hiệu SVC, ATM ARP, ATM ARP server, NHRP, và NHRP server, cộng thêm AAL5, định tuyến IP (OSPF, v.v...) và ngăn xếp IPv4.

MPLS trên mạng ATM khắc phục được tất cả các bất lợi trên.

3.1.5 Các bước thiết kế mạng MPLS

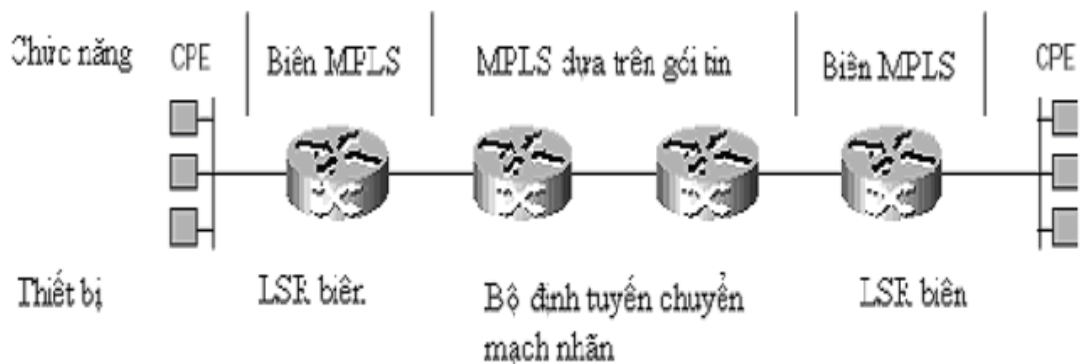
Quá trình thiết kế mạng MPLS liên quan đến các bước sau, và các bước đó được miêu tả trong các phần tiếp theo. Các bước này không nhất thiết cần thực hiện theo thứ tự sau đây nhưng tất cả cần được đảm bảo.

- Chọn kiểu thiết bị
- Thiết kế các điểm truy nhập dịch vụ
- Thiết kế mạng đường trục
- Thiết kế định tuyến IP
- Kiểm tra kích thước mạng MPLS cụ thể được đưa ra.

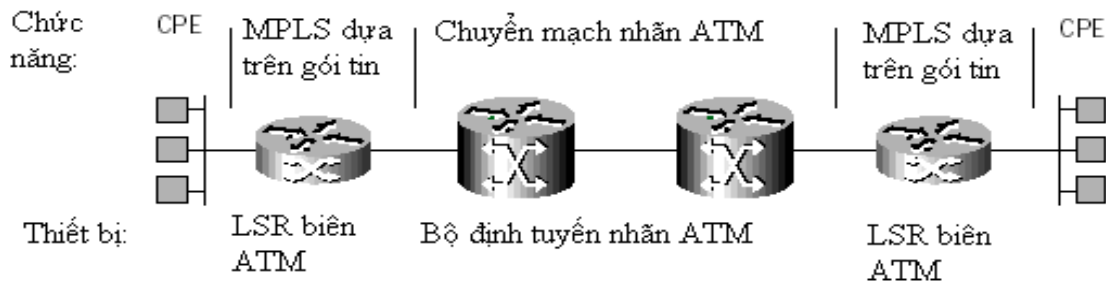
3.2 Chọn thiết bị MPLS

3.2.1 Các cấu trúc của mạng MPLS

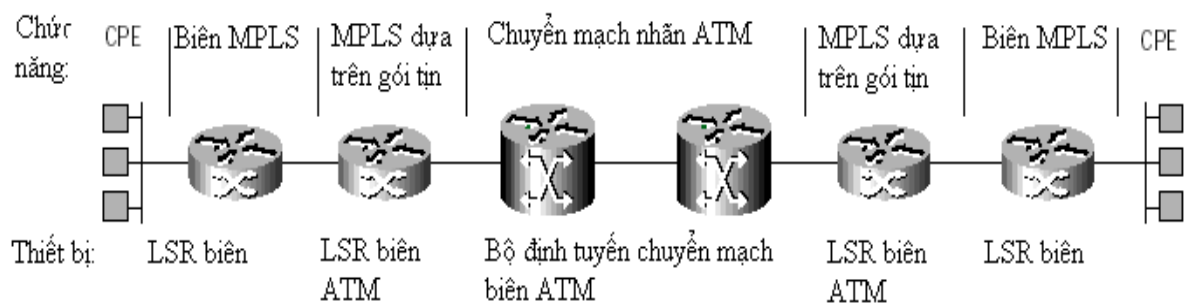
Mạng MPLS có bộ định tuyến chuyển mạch nhãn biên (LSR) và LSR lõi nối với nhau như trong hình 14. Tuy nhiên các kết nối đó có thể được lắp đặt trên nhiều kiểu thiết bị khác nhau, kết hợp với thiết bị truy nhập trong nhiều cách khác nhau. Điều này được thể hiện trong hình 15.



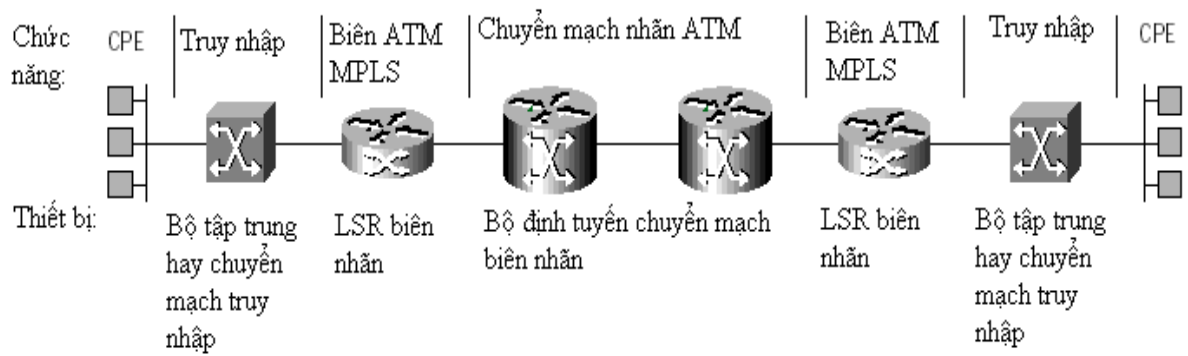
a. MPLS dựa trên gói tin đơn giản



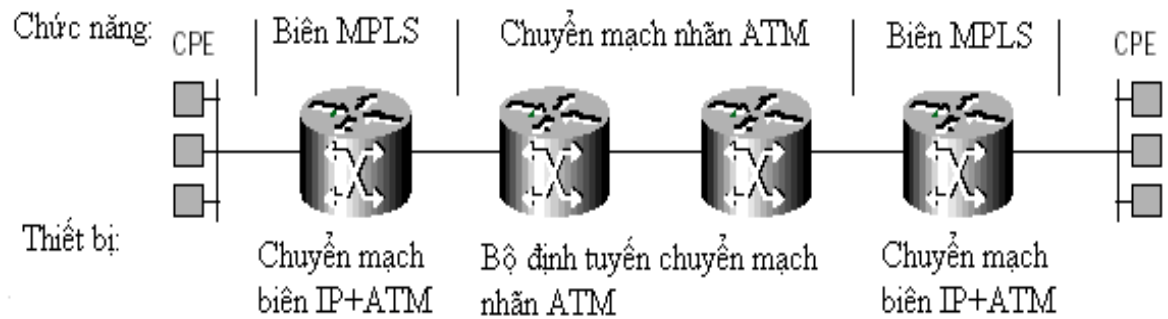
b. ATM MPLS với LSR biên dựa trên bộ định tuyến



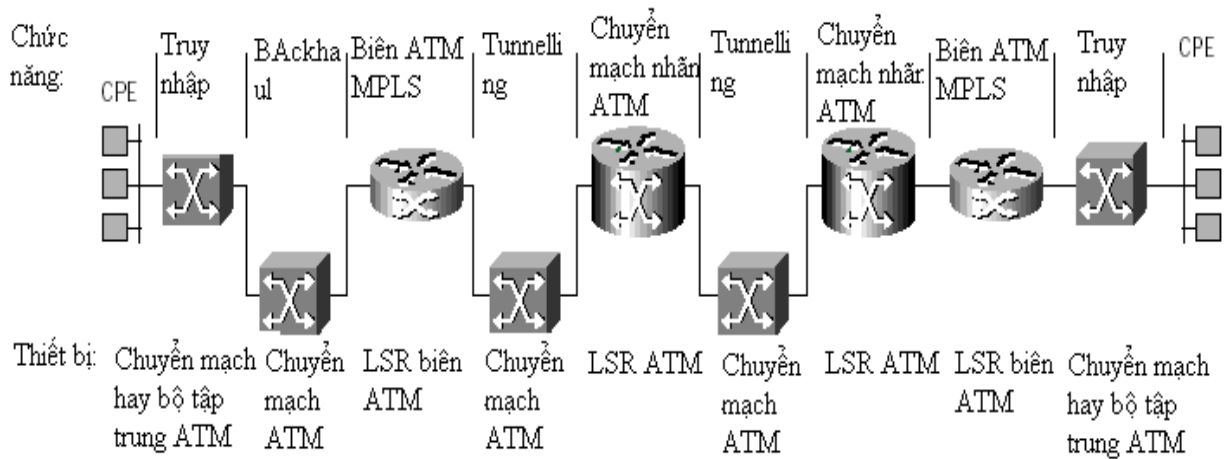
c. Kết hợp ATM và MPLS dựa trên gói tin



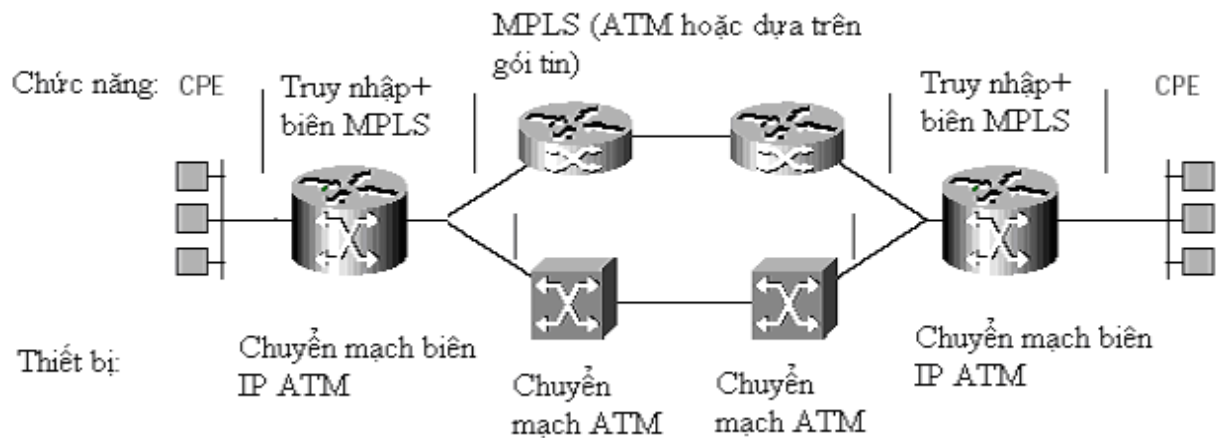
d. ATM MPLS với bộ tập trung truy nhập



e. ATM MPLS với thiết bị biên ATM tích hợp



f. ATM MPLS với Backhaul và đường hầm



g. Mạng đường trục kép

Hình 15: Thiết bị trong mạng MPLS

a) MPLS dựa trên gói tin đơn giản

Cấu trúc mạng MPLS đơn giản nhất được thể hiện trên hình 15(a). Cấu trúc này áp dụng trong mạng chỉ có bộ định tuyến, điều này có thể ứng dụng để hỗ trợ dịch vụ VPN hoặc điều khiển lưu lượng. Trong cấu trúc này, phía khách hàng có được kết nối trực tiếp đến LSR biên dựa trên bộ định tuyến. Các LSR biên được kết nối đến các LSR khác, điều này cũng dựa trên nền tảng bộ định tuyến. Các bộ định tuyến kết nối lẫn nhau bởi mọi loại liên kết ảo: nối tiếp, ethernet, gói tin qua SONET, v.v... và gói tin được gửi đi với tiêu đề MPLS trên các liên kết đó. Các bộ định tuyến liên quan thường là Cisco 7200, 7500, hoặc các bộ định tuyến gigabit 1200-series. Bộ định tuyến miền trung bình (Cisco 3600 và 4700 series) có thể được sử dụng trong các ứng dụng dải thông thấp.

Biến đổi trong dạng cấu trúc này là vị trí mà ATM PVC liên kết điểm - điểm giữa các bộ định tuyến. Điều này có thể được sử dụng trong suốt quá trình dịch chuyển đến ATM MPLS.

b) ATM MPLS với LSR biên dựa trên bộ định tuyến

Cấu trúc mạng ATM MPLS đơn giản nhất được thể hiện trong hình 15(b). Như trong trường hợp trên, phía khách hàng được kết nối trực tiếp đến LSR biên dựa trên bộ định tuyến, thường là bộ định tuyến 7200 hoặc 7500 series. LSR biên được kết nối bởi đường liên kết ATM đến thiết bị lõi là ATM LSR. ATM LSR có thể là

chuyển mạch BPX 8650 IP+ATM, LS1010, 8500 MSR, và các chuyển mạch ATM khác sau đó như: MGX 8800 với PXM-45.

Chuyển mạch ATM mang các gói tin với nhãn ATM MPLS, điều này có nghĩa là trên mỗi đường liên kết ATM có VC nhãn MPLS khác nhau cho mỗi nhãn.

c) Kết hợp ATM và MPLS dựa trên gói tin

Có thể có một mạng với sự kết hợp của ATM và MPLS dựa trên gói tin. Ví dụ đơn giản nhất của mạng này được thể hiện trong hình 15(c). Trong mạng như trường hợp này, một vài đường liên kết hoạt động trên MPLS dựa trên gói tin, và một vài đường liên kết hoạt động trên ATM MPLS. Thiết bị giao diện giữa MPLS dựa trên gói tin và ATM MPLS là các bộ định tuyến đóng vai trò giống như LSR biên ATM: bất kỳ loại nào từ Cisco 3600 đến Cisco 12000.

d) ATM MPLS với thiết bị truy nhập riêng

Mạng ATM MPLS với LSP biên dựa trên bộ định tuyến cũng có thể sử dụng các thiết bị truy nhập riêng, như thể hiện trong hình 15(d). Điều này sẽ xảy ra khi truy nhập được yêu cầu từ thiết bị mà không hỗ trợ dịch vụ MPLS. Có ba trường hợp thông thường mà truy nhập này được yêu cầu:

- Truy nhập được yêu cầu đến hai dịch vụ IP và dịch vụ ATM PVC thông qua thiết bị truy nhập không hỗ trợ MPLS. Ví dụ thông thường nhất của thiết bị truy nhập này là MGX 8220.
- Thiết bị truy nhập không có phần mềm hỗ trợ MPLS.
- Số lượng đường dây truy nhập dài thông thấp cao hơn có thể được hỗ trợ bằng cách sử dụng thiết bị truy nhập riêng tốt hơn cách sử dụng đơn giản LSR biên.

Lưu lượng khách hàng được mang thông qua thiết bị truy nhập đến biên LSR. Giữa thiết bị truy nhập và LSR biên có đường liên kết logic khác nhau cho mỗi khách hàng. Đó có thể là Frame Relay hoặc ATM PVC, hoặc đường liên kết PPP.

e) ATM MPLS với thiết bị truy nhập tích hợp IP+ATM

Kiểu mạng trong phần trước có thể làm đơn giản hóa nếu thiết bị truy nhập hỗ trợ chức năng LSR biên như Frame Relay, ATM, hoặc dịch vụ truy nhập khác. Trường hợp này được thể hiện trong hình 15(e). Trong trường hợp chuyển mạch biên IP +ATM, một thiết bị cho phép truy nhập đến cả các dịch vụ MPLS và các dịch vụ

PVC và SVC. Chuyển mạch biên IP+ATM bao gồm bộ tập trung truy nhập chung BPX 8680, MGX 8850 và 6400.

f) ATM MPLS sử dụng chuyển mạch ATM truyền thống

Mạng MPLS có thể sử dụng thiết bị ATM truyền thống. Trường hợp này thường được làm như một bước chuyển đổi MPLS ban đầu đến mạng ATM đang tồn tại. Chuyển mạch ATM truyền thống có thể được sử dụng trong ba cách như thể hiện trong hình 15(f).

- Backhaul khi thiết bị truy nhập là từ xa đến LSR biên. Thiết bị truy nhập được kết nối đến LSR biên bởi PVC chuyển mạch thông qua mạng ATM.
- Đường hầm thông qua chuyển mạch ATM giữa LSR biên và LSR ATM. Trong trường hợp này, LSR biên không cần lắp đặt liền kề LSR ATM, nhưng có thể được kết nối thông qua mạng ATM.
- Đường hầm thông qua chuyển mạch ATM giữa các LSR ATM. Trong trường hợp này, mạng lõi sử dụng chuyển mạch ATM kiểu truyền thống cũng như chuyển mạch ATM.

g) Mạng đường truckép

Nhà cung cấp dịch vụ có thể muốn giữ lại cơ sở hạ tầng mạng ATM đang tồn tại trong khi xây dựng cơ sở hạ tầng mạng MPLS mới (mạng MPLS ATM hoặc MPLS dựa trên gói tin) bên cạnh cơ sở hạ tầng cũ. Thiết bị biên IP+ATM Cisco hỗ trợ tốt vấn đề này cho phép khách hàng truy nhập đến cả dịch vụ và mạng MPLS cũng như mạng ATM cũ thậm chí chỉ cần dùng một đường truy nhập. Kiểu mạng này được thể hiện trong hình 15(g). Thiết bị truy nhập IP+ATM có thể là những thiết bị được dùng trong hình 15(e). Mạng trong hình 15(g) hỗ trợ các chức năng và dịch vụ giống như mạng trong hình 15(e) nhưng mạng hình 15(g) đòi hỏi nhiều thiết bị hơn.

3.2.2 Chọn thiết bị MPLS Cisco

a) Chọn thiết bị biên MPLS ATM

Có bốn vấn đề cần xem xét khi chọn thiết bị biên MPLS ATM:

- *Kiểu dịch vụ được yêu cầu* – IP +ATM như PVC đầu cuối đến đầu cuối và các dịch vụ SVC cũng như các dịch vụ IP, hoặc chỉ IP.
- *Kiểu đường dây truy cập*
- *Số lượng đường dây truy cập*

– *Các yêu cầu cho dự phòng và độ tin cậy* – Đưa ra các giải pháp khi các thiết bị giảm tới mức tối thiểu (warm standby) hoặc hoàn toàn chống lại (hot standby) sự phá vỡ các luồng dữ liệu trong trường hợp phần mềm hay phần cứng bị hỏng, hoặc các thành phần riêng biệt như card cổng có thể bị hot-swapp. Hot standby nghĩa là không hoặc hầu như không (dưới 1 giây) có sự gián đoạn của các luồng dữ liệu từ đầu cuối đến đầu cuối trong trường hợp thiết bị hỏng, bằng cách không phải định tuyến lại trừ khi thiết bị hỏng.

Mức dự phòng cho thiết bị biên MPLS có thể được phân loại như sau:

○ *None* - Thiết bị biên không có tính năng dự phòng. Mạng phải dựa vào sự định tuyến lại để đáp ứng độ tin cậy. Phía khách hàng phải là thuê bao đôi (dual-homed) tới 2 thiết bị truy nhập khác nhau để đảm bảo tính tin cậy của thiết bị.

○ *Dự phòng bộ xử lý* - Thiết bị biên có dự phòng đôi của bộ xử lý và backplane với dự phòng ấm hoặc nóng (warm standby hay hot standby). Khi card cổng (sport card) không có dự phòng đôi, mạng vẫn phải dựa vào định tuyến lại để đảm bảo độ tin cậy. Phía khách hàng vẫn phải là dual-homed để đảm bảo thiết bị đáng tin cậy trong trường hợp card cổng bị hỏng, nhưng khách hàng có là thuê bao đôi (dual-homed) tới hai card khác nhau trên cùng một thiết bị truy cập.

○ *Dự phòng đầy đủ* - Thiết bị biên có bộ xử lý dự phòng và card cổng. Phía khách hàng sẽ nhận dịch vụ đáng tin cậy từ thiết bị biên ngay cả khi họ là thuê bao đơn(single-homed) .

Khuyến nghị cho các thiết bị dựa trên các yêu cầu trên được thể hiện trong bảng 2. Trong tương lai, Cisco dường như hỗ trợ MPLS trên hầu như hoặc toàn bộ các bộ định tuyến vùng trung bình (mid-range) và high-end, hầu như hoặc tất cả các chuyển mạch ATM, và hầu như hoặc tất cả các sản phẩm truy nhập với khả năng định tuyến. Bởi vậy, nhiều thiết bị biên MPLS sẽ trở nên có hiệu lực trong tương lai. Chi tiết hơn về tất cả các sản phẩm trên tại trang web <http://www.cisco.com>

Một vài vấn đề thiết thực cần ghi nhớ khi kiểm tra sản phẩm đặc biệt cho những sản phẩm được sử dụng như LSR biên ATM:

– Khi xem xét số đường dây truy nhập được hỗ trợ, hãy đếm số khe cắm card được sử dụng bởi giao diện MPLS ATM. Ví dụ như bộ định tuyến 7206 Cisco có 6 khe cắm card, và bình thường hỗ trợ 48 cổng ethernet (hay 8 trên mỗi khe). Tuy nhiên, khi sử dụng bộ định tuyến 7206 Cisco như LSR biên ATM, ít nhất có một khe

phải được sử dụng cho giao diện ATM. Như vậy, số cổng ethernet thực tế của LSR ATM 7206 Cisco là 40 cổng ethernet.

– Một vài LSR biên sử dụng khe cắm card để card thực hiện chức năng LSR biên, và các khe này cần phải đưa vào đếm. Ví dụ như bộ tập trung truy nhập toàn bộ 6400 Cisco có 8 khe cắm card, nhưng khi hoạt động như LSR biên, ít nhất một trong các khe cắm đó phải được sử dụng cho card bộ xử lý định tuyến nút và không có card đường dây.

– Một vài LSR biên có thể giải quyết lưu lượng của luồng MPLS mà biến đổi theo số card đang xử lý. Ví dụ như, tại thời điểm này card bộ định tuyến nút (NRP) trong bộ tập trung truy nhập toàn bộ 6400 Cisco có thể xử lý 150Mb/s full-duplex của lưu lượng biên MPLS. Điều này có nghĩa là với phân số 25 % hoạt động thông thường, Cisco 6400 với một NRP có thể quản lý bốn đường dây truy cập OC-3/STM-1; do vậy Cisco 6400 với 2 NRP có thể quản lý tám đường dây OC-3/STM-1. Số khe cắm được thực hiện bởi card bộ xử lý cũng phải được đếm khi tính toán số đường dây truy nhập hỗ trợ cho bất kỳ cấu hình riêng nào.

Bảng 4: Chọn thiết bị biên mạng MPLS cho mạng MPLS ATM

Thiết bị	Kiểu dịch vụ	Đường dây truy nhập	Hỗ trợ dự phòng	Chú giải
Bộ định tuyến 3600	Chỉ IP	Số không đồng bộ tương đối nhỏ, modem, nối tiếp, frame relay, ethernet 10Mb/s, BRI \$ PRI ISDN, chuỗi E1/T1, ethernet nhanh, OC3/STM-1 ATM, giao diện âm thanh và nhiều loại khác	Không	Số lượng nhỏ LVC được hỗ trợ trên card ATM sẽ dẫn tới giới hạn kích thước mạng MPLS. Không khuyến nghị cho nhà cung cấp mạng MPLS ATM
Bộ định tuyến 4700	Chỉ IP	Số lượng tương đối nhỏ của chuỗi nối tiếp/frame relay, ethernet 10Mb/s, BRI \$ PRI ISDN, chuỗi E1/T1, ethernet nhanh, E3, T3, hoặc OC3/STM-	Không	Số lượng nhỏ LVC được hỗ trợ trên card ATM sẽ dẫn tới giới hạn

		1 ATM và nhiều loại khác		kích thước mạng MPLS. Không khuyến nghị cho nhà cung cấp mạng MPLS ATM
Bộ định tuyến 7200	chỉ IP	Nối tiếp/frame relay tới E1/T1, ethernet nhanh và 10Mb/s, ISDN BRI, HSSI, nối tiếp tốc độ cao, E3, T3 hoặc OC3/STM-1 ATM, SONET/SDH trên gói tin và các loại khác	Không	Mức tối thiểu cho những nhà cung cấp mạng. Các bộ thích nghi cổng PA-A2 CES-ATM không hỗ trợ liên tục MPLS
Bộ định tuyến 7505, 7507, 7513, hoặc 7576	chỉ IP	Nối tiếp/frame relay tới E1/T1, ethernet nhanh và 10Mb/s, ISDN BRI, HSSI, nối tiếp tốc độ cao, ATM, SONET/SDH trên gói tin và các loại khác	dự phòng bộ xử lý wram-standby với RSP kép	
12008/12012	chỉ IP	POSIP và ATM tại tốc độ OC3 đến OC48 và ethernet gigabit	Dự phòng bộ xử lý warm-standby	Phù hợp với tốc độ cao giữa những nhà cung cấp ngang hàng
Catalyst 5500 với modunch uyển mạch định tuyến	IP+ATM	Ethernet 10Mb/s và nhanh, E3, T3, OC3/STM-1, ad OC12/STM-4 ATM và những loại khác	Không	Cat 5500 là cơ bản với chuyển mạch LAN nhưng cũng giới hạn khả năng LSR biên

6400	IP+ATM	ATM từ tốc độ E3/T3 đến STM-4, ethernet và ethernet nhanh	Dự phòng bộ xử lý warm-standby	
MGX 8230, 8250 & MGX 8250 với PXM-1	IP+ATM	Lượng lớn Frame relay 56k/64k, Frame relay T1/E1, channelize, ATM và Frame relay tốc độ cao hơn, serial và channelize	Full Warm-to-hot standby	Card RPM hay RPM-PR được yêu cầu
IGX 8400 Series	IP+ATM	Lượng lớn FR channelize/unchannelize, ATM tại tốc độ T1/E1, T3/E3, OC-3/STM-1, giao diện Subrate và những loại khác	Full Warm-to-Hot Standby	Hỗ trợ LSR biên được đề nghị cho IGX 8400 với URM, vận chuyển H2 CY01. NPM-68 được yêu cầu. Phần mềm chuyển mạch TBD
BPX 8680	IP+ATM	Lượng lớn Frame relay 56k/64k, T1/E1 ATM, Frame relay và channelize. ATM tại tốc độ E3/T3 đến STM-4 và những loại khác	Full Warm-to-Hot Standby	Card trung kế BXM phải được sử dụng. Card BXM Model-DX hay -EX được khuyến nghị mạnh mẽ. Card BCC phải là BCC3-64 hay hiện đại hơn. Card BCC4 được khuyến nghị mạnh.

b) Chọn bộ định tuyến chuyển mạch biên nhãn ATM

Có năm vấn đề cần xem xét khi lựa chọn LSR ATM:

- Dạng trung kế
- Số lượng trung kế
- Số lượng các kết nối được hỗ trợ
- Xem kết hợp VC có được yêu cầu không
- Các yêu cầu cho dự phòng và độ tin cậy, như thảo đề cập ở trên

Khuyến nghị về thiết bị dựa trên các yêu cầu trên được thể hiện trong bảng 5.

Trong tương lai, mục đích của Cisco hỗ trợ MPLS trên hầu hết hay toàn bộ chuyển mạch ATM. Do vậy, nhiều LSR ATM sẽ trở nên hữu hiệu trong tương lai. Thêm vào đó, chuyển mạch ATM truyền thống có thể được sử dụng trong mạng MPLS Cisco nếu tunnelling được sử dụng, phụ thuộc vào sự hạn chế ý nghĩa.

c) Bộ định tuyến chuyển mạch nhãn không dựa trên chuyển mạch ATM

LSR không dựa trên chuyển mạch ATM có thể cũng được sử dụng. Cụ thể hơn các bộ định tuyến sau đây có thể được sử dụng như LSR:

- Các bộ định tuyến Cisco 3600 và 4700 series
- Các bộ định tuyến Cisco 7200 và 7500 series
- Các bộ định tuyến chuyển mạch Gigabit Cisco 12000 series

Sử dụng những bộ định tuyến này, MPLS có thể hỗ trợ ảo trên bất kỳ kiểu đường liên kết nào: ATM, SONET trên gói tin, ethernet v.v... LSR dựa trên bộ định tuyến không hỗ trợ các kết nối mạch ảo ATM.

Bảng 5: Chọn LSR ATM

Thiết bị	Dạng và số lượng trung kế ATM	Số lượng kết nối được hỗ trợ	Kết hợp VC được hỗ trợ ?	Hỗ trợ dự phòng	Chú giải
LS1010	32 x T1/E1 với nghịch đảo đa ghép kênh trên ATM (IATM), 32 x T3/E3, 32 x OC3/STM-1, 8x OC12/STM-4	64k	Có	Không	

6400	16xT3/E3 /ATM-1, 8x OC 12/STM –4	64k	Có	Dự phòng bộ xử ký warm- standby	
IGX840 0	240xT1/E1, 180xT3/E3, 120xOC3/STM	120k	Không trong lần thực hiện đầu tiên	Dự phòng hoàn toàn	Tất cả giao diện MPLS phải trên card UXM, NMP- 64B được yêu cầu
8540 MSR	64xT1/E1 với IMA, 64xT3/E3, 64xOC3/STM- 1, 32xOC12/STM-4, 8x Oc12/STM-16	256k	Có	Dự phòng bộ xử lý warm- standby	
BPX 8650	144xT3/E3, 96xOC3/STM-1, 24x OC12/STM-4	192k	CY2001	Dự phòng hoàn toàn	Tất cả các giao diện MPLS phải trên card BXM, card BXM model- DX hay –EX được khuyến nghị mạnh mẽ. Card BCC phải là BCC3-64 hay mới hơn. Card BCC4 được khuyến nghị mạnh mẽ

3.2.3 IP+ATM

IP+ATM là sức mạnh chính của chuyển mạch ATM Cisco. “IP+ATM” được sử dụng để miêu tả các thiết bị Cisco mà các thiết bị đó hỗ trợ đồng thời các dịch vụ ATM truyền thống (PVCs, SVCs, SPVCs, PVPs, v.v...) và truyền tải IP tối ưu sử dụng MPLS. Khái niệm chuyển mạch IP+ATM được chỉ ra trong hình 16(a). Một chuyển mạch đơn bao gồm hai chuyển mạch riêng logic với nhau: một bộ định tuyến chuyển mạch nhãn ATM MPLS tối ưu cho truyền tải IP và chuyển mạch PVC/SVC ATM truyền thống. Mỗi trung kế có thể hỗ trợ cả hai PVC (hoặc SVC, v.v...) và VC nhãn MPLS (LVCs).

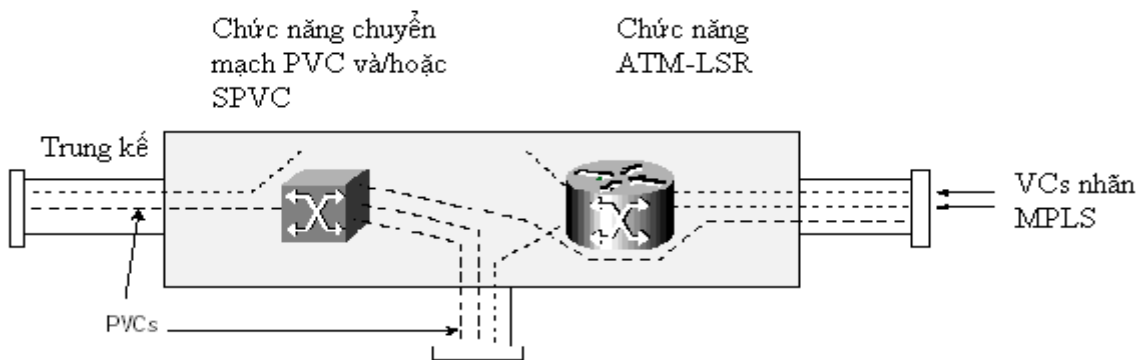
Mặc dù chuyển mạch IP+ATM gồm hai chuyển mạch riêng logic với nhau nhưng về mặt vật lý nó chỉ có một chuyển mạch. Tuy nhiên chuyển mạch IP+ATM đó có hai (hoặc nhiều hơn) bộ phần mềm điều khiển riêng. Một trong các bộ phần mềm đó điều khiển PVC, SVC, v.v... và bộ phần mềm khác điều khiển MPLS. Những bộ điều khiển này hoạt động một cách độc lập cho phép một chuyển mạch vật lý đơn hoạt động như hai (hoặc nhiều hơn) chuyển mạch ảo. Trong các chuyển mạch như BPX 8650 và MGX 8850, bộ điều khiển độc lập này được thực thi nhờ sử dụng giao diện điều khiển chuyển mạch (SCI). SCI cho phép hai (hoặc nhiều hơn) bộ điều khiển riêng điều khiển một cách độc lập chuyển mạch đơn, như chỉ ra trên hình 16(b). Phần mềm điều khiển MPLS được xác định về mặt vật lý trong bộ điều khiển chuyển mạch nhãn (LSC). Trong BPX 8650, LSC là thiết bị tách từ giá chuyển mạch chính. Trong MGX 8850, LSC sẽ được dựa trên modul xử lý định tuyến (RPM) trong chính giá chuyển mạch. Bộ điều khiển SCI khác có thể là phần mềm hoạt động trên card điều khiển chuyển mạch. LS 1010 và 8540 MSR thực thi các chức năng tương tự như chức năng của SCI sử dụng giao diện phần mềm bên trong.

Để cho phép các mặt phẳng điều khiển hoạt động độc lập, cách thức SCI trong chuyển mạch phải cấp nguồn tài nguyên đến mặt phẳng điều khiển khác (MPLS, PNNI, v.v...) . Trong BPX 8650, nguồn tài nguyên cho PVC được điều khiển bởi định tuyến tự động được dành riêng trong một cách tương tự. Các nguồn tài nguyên được phân chia theo cách này là:

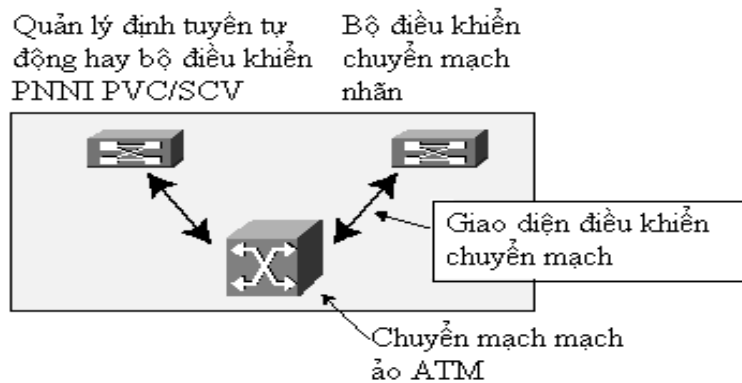
- *Không gian VPI/VCI trên trung kế* - Mỗi mặt phẳng điều khiển nhận một vùng VPI để sử dụng.
- *Dải thông* - Mỗi mặt phẳng điều khiển được đảm bảo một dải thông xác định với mục đích điều khiển nạp kết nối (CAC). Với “phân chia mềm”, có một quỹ

dải thông được phân chia giữa các bản điều khiển cho mục đích CAC. Ngay cả với “phân chia cứng” dải thông dư thừa không được sử dụng bởi một bản điều khiển có giá trị trên cơ sở tế bào - tế bào đến các bản điều khiển khác.

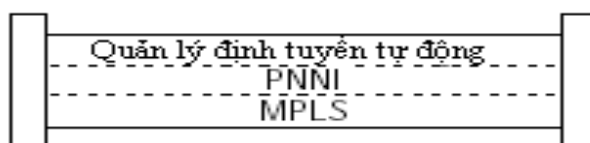
– *Hàng đợi lưu lượng* - Một trong những giải pháp của IP+ATM là luồng lưu lượng MPLS nhận các hàng đợi lưu lượng khác trên chuyển mạch hơn lưu lượng PVC và SVC. Điều này có nghĩa là luồng lưu lượng có thể được điều khiển bởi hàng đợi hỗ trợ trực tiếp khái niệm “lớp dịch vụ” MPLS. Sự chọn lựa là chuyển đổi cấu hình bằng tay tới các kiểu dịch vụ ATM Forum. Sự cần thiết cho các chuyển đổi đó là một trong những bất lợi chính của hệ thống IP qua ATM tách khỏi MPLS, và IP+ATM tránh được những bất lợi trên.



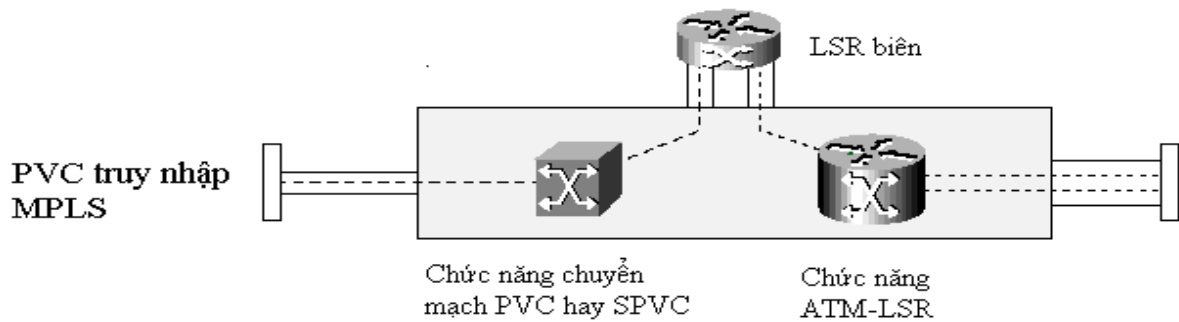
a. *Tổng quan logic của một chuyển mạch IP+ATM*



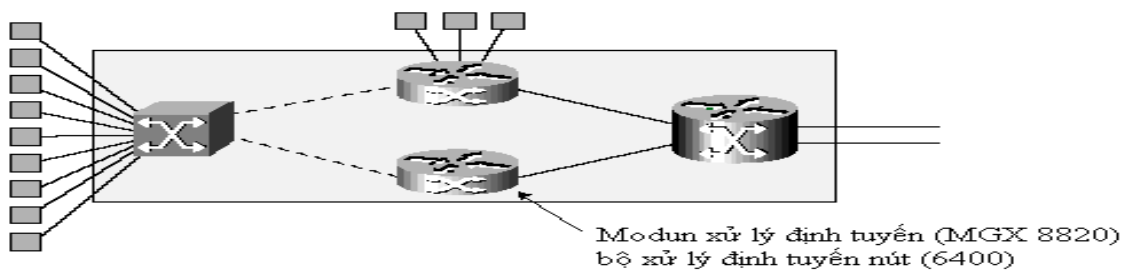
b. *SCI và bộ điều khiển*



c. *Phân chia đường trung kế*



d. Cả hai chức năng trong đường dữ liệu



e. MGX 8850 hay Cisco 6400

Hình 16: IP+ATM

Phần xử lý cấu hình cho các chuyển mạch IP+ATM là việc phân bổ các nguồn tài nguyên này đến các bản điều khiển khác nhau. Điều này liên quan đến việc tạo “sự phân chia” khác nhau của các nguồn tài nguyên liên kết cho các bản điều khiển khác nhau, như thể hiện trong hình 16(c).

Sử dụng IP+ATM

IP+ATM có thể được sử dụng để đưa ra các dịch vụ MPLS, và các dịch vụ PVC, SVC, v.v...trên cùng một mạng. Điều này có nghĩa là tất cả (hay nhiều) chuyển mạch trong một mạng hoạt động như LSR ATM và chuyển mạch ATM truyền thống, như thể hiện trong hình 16(a). Các dịch vụ ATM truyền thống có thể cũng được sử dụng cùng với dịch vụ MPLS. Hình 16(d) cho biết việc sử dụng PVC để liên kết đến luồng lưu lượng IP thông thường từ phía khách hàng thông qua LSR biên ATM. Một PVC được sử dụng trong kiểu này được gọi là “PVC truy nhập MPLS”. Các PVC khác là “PVC truyền thống” như phần của dịch vụ PVC từ đầu cuối đến đầu cuối truyền thống. Lưu lượng từ biên LSR có thể sau đó dẫn quay trở lại thông qua chức năng LSR ATM trong cùng một chuyển mạch hỗ trợ PVC truy nhập MPLS, hoặc thông qua các chuyển mạch khác có lựa chọn. Trong trường hợp này, đường dữ liệu

đầu cuối đến đầu cuối cho lưu lượng IP của khách hàng có thể bao gồm cả hai PVC truy nhập MPLS và VC nhãn MPLS.

Chuyển mạch biên IP+ATM tích hợp như MGX 8850 hay Cisco 6400 hỗ trợ chức năng LSR ATM cũng như các chức năng chuyển mạch truy nhập truyền thống và chuyển mạch PVC. Thêm vào đó, chức năng LSR biên cũng được tích hợp trong thiết bị. Điều này được thể hiện trong hình 16(e). Trong MGX 8850, chức năng định tuyến được hỗ trợ bởi phương thức của modul bộ xử lý định tuyến (RPM) và modul bộ xử lý định tuyến nút (NRP) được sử dụng trong Cisco 6400. Mỗi RPM hay NRP hoạt động như LSR biên. Trong MGX 8850, một trong những RPM sẽ hoạt động đồng thời như LSC và LSR biên.

3.3 Thiết kế mạng MPLS

Mục tiêu của việc thiết kế một mạng MPLS trước khi tiến tới lắp đặt là cung cấp một mạng sẽ hoạt động chính xác và sẽ mang đến sự hợp lý tối thiểu để đáp ứng mục đích thực hiện. Do bản chất không liên kết của các luồng lưu lượng IP, các khách hàng không thể chỉ ra chính xác một thiết bị vận chuyển mà họ muốn gửi luồng lưu lượng đến. Bởi vậy không có khả năng thiết kế hoàn hảo một mạng trong thời gian đầu.

Các bước thiết kế ban đầu để có một mạng hoạt động:

- Thiết kế các điểm truy cập dịch vụ
- Xác định các liên kết đường trục trong mạng
- Thiết kế định tuyến IP
- Xác định không gian VC nhãn MPLS

Các bước thiết kế sau cùng là tiến hành tối ưu mạng thiết kế hoạt động liên tục

:

- Cải tiến thiết kế khi mạng hoạt động

Các bước này được xem xét trong các phần tiếp theo.

3.3.1 Cấu trúc các điểm truy cập dịch vụ

Thiết kế các điểm hiện diện (PoP) cho mạng MPLS ATM được thực hiện bởi:

- Lựa chọn kiểu đường dây truy cập và thiết bị cho mạng như thảo luận ở trên
- Cấp phát các PoP mà được xác định rộng lớn bởi các thành phố
- Dân số của khu vực người sử dụng bao quanh mỗi vùng cấp phát.

Một vài thiết kế PoP điển hình được chỉ ra trong hình 17.

a) LSR biên ATM đơn

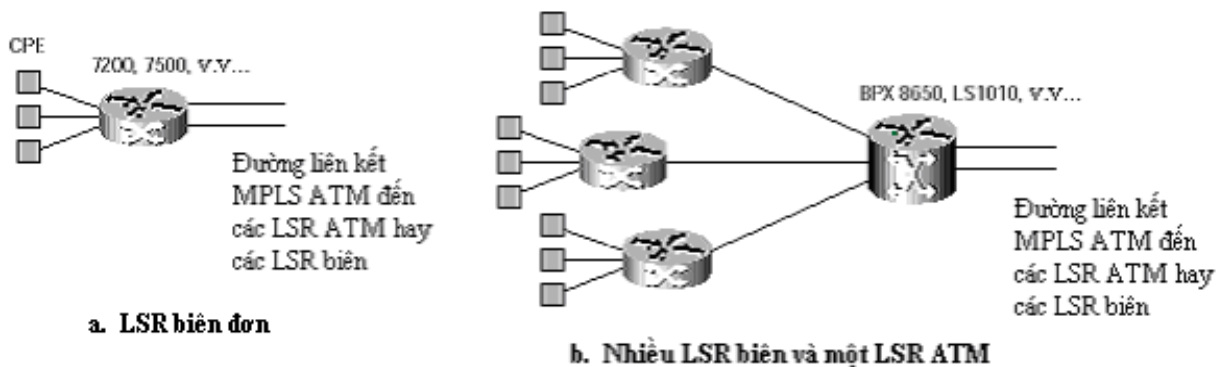
Nơi thiết bị LSR biên đơn đủ cho việc hỗ trợ số lượng và kiểu đường dây truy cập trong một điểm truy cập dịch vụ thì cấu trúc đơn giản được thể hiện trong hình 17(a) là đủ. Số lượng đường dây truy cập (thường hàng chục hay hàng trăm) được đưa vào trong LSR biên đơn được liên kết tới phần còn lại của mạng ATM MPLS. Số lượng và kiểu đường dây được hỗ trợ bởi LSR biên đơn được miêu tả trong bảng 4.

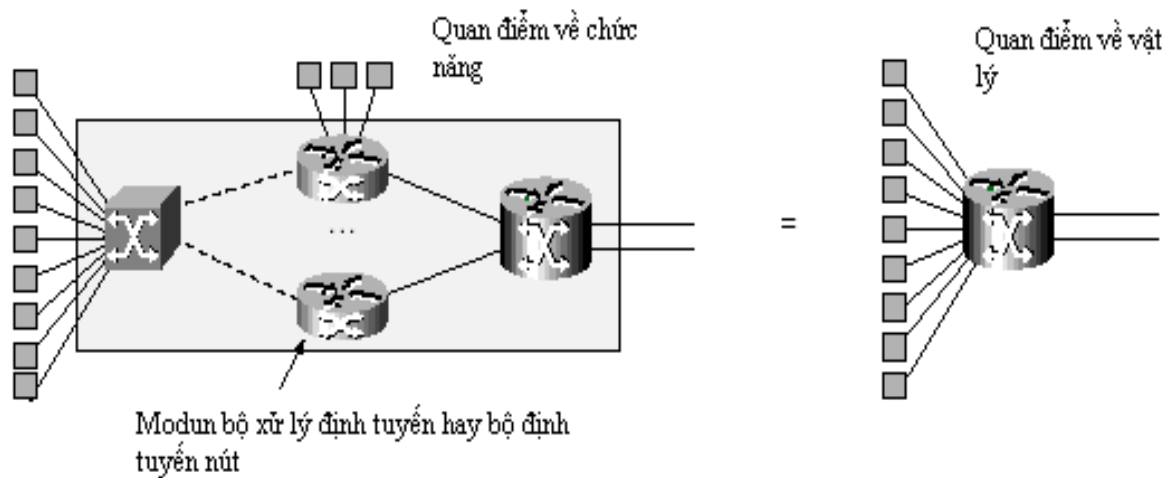
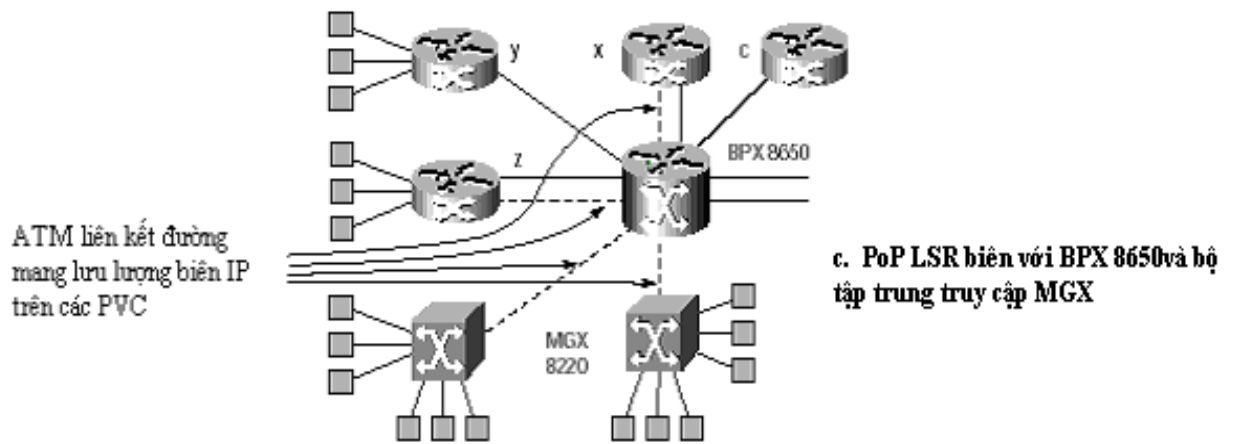
b) Nhiều LSR biên và một LSR ATM

Một PoP có thể yêu cầu nhiều hơn một LSR biên do số lượng lớn các đường dây truy cập nhập được hỗ trợ tại vị trí đó. Hay các kiểu LSR biên khác nhau có thể được yêu cầu do nhiều kiểu đường truy cập khác nhau được hỗ trợ. Hình 17(b) có một vài các LSR biên trong PoP, nó cũng bao gồm một LSR ATM. Một LSR ATM:

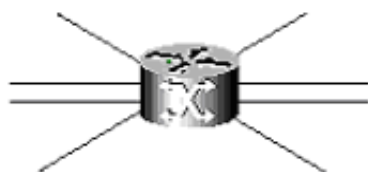
- Chuyển mạch cục bộ lưu lượng lưu thông giữa các biên LSR khác trong một PoP
- Tập trung lưu lượng lưu thông từ một PoP đến một bộ các đường liên kết ATM MPLS đơn. Có thể lựa chọn là các bộ đường liên kết đến tất cả các LSR biên hay sử dụng một LSR biên để mang lưu lượng đến các LSR biên còn lại.
- Cải thiện khả năng định tuyến. Chỉ một bộ giao thức định tuyến IP (ví dụ OSPF) ngang hàng được yêu cầu từ một LSR ATM đến các điểm khác trong mạng MPLS. Không có LSR ATM, các giao thức định tuyến IP ngang hàng riêng được yêu cầu từ tất cả các LSR biên.

Tuỳ thuộc vào các yêu cầu về độ tin cậy, các cặp đường liên kết dự phòng có thể được sử dụng giữa các LSR biên và LSR ATM.

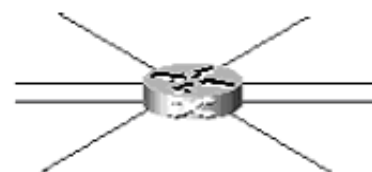




d. LSR biên 6400 hay MGX 8850



e. LSR ATM đứng riêng lẻ



f. LSR dựa trên bộ định tuyến đứng riêng lẻ

Hình 17: Cấu trúc điểm hiện diện cho mạng MPLS ATM

c) PoP biên với các bộ tập trung truy nhập BPX 8650 và MGX 8220

Như một mở rộng của mô hình trước, các bộ tập trung truy nhập truyền thống có thể được sử dụng bổ xung cho các LSR biên và một LSR ATM. Điều này thích

hợp trong trường hợp được thảo luận trong phần “Cấu trúc cho các mạng MPLS”. Một ví dụ của kiểu PoP này sử dụng giá truy nhập MGX 8220, LSR biên Cisco 7200 hay 7500, và Cisco BPX 8650. Trường hợp này được thể hiện trong hình 17(c). Lưu lượng IP từ các bộ tập trung truy nhập được mang trong các PVC ATM đến các LSR biên. Các lưu lượng IP này có thể được mang thông qua BPX 8650 tương tự hoạt động như một LSR ATM, như đó là một chuyển mạch IP+ATM. LSR biên trong PoP như vậy có thể có ba kiểu cấu hình khác nhau:

- Thông thường, một hoặc nhiều LSR biên sẽ được dành cho việc lưu thông các lưu lượng IP trên PVC các biên. Bộ định tuyến mang nhãn ‘x’ trong hình 4(c) có cấu hình kiểu này. Bộ đó sẽ thường có ít nhất hai giao diện ATM: một cho truy nhập PVC (từ bộ tập trung truy nhập) và một cho lưu lượng MPLS ATM. Tuy nhiên, lựa chọn với dung lượng thấp hơn là để sử dụng nhiều giao diện con trên một giao diện ATM: nhiều thiết bị đầu cuối PVC và một giao diện con MPLS ATM.

- Một LSR biên lưu thông với PVC truy cập có thể cũng có đường dây truy cập khách hàng kết cuối trực tiếp trên nó. Bộ định tuyến nhãn ‘z’ trong hình 17(c) có cấu trúc kiểu này.

- Cũng có thể là các LSR biên trong PoP không cho lưu thông tất cả các PVC, và chỉ có đường dây truy cập kết nối trực tiếp. Bộ định tuyến ‘y’ có kiểu cấu hình này.

Số lượng các LSR biên yêu cầu dựa trên:

- Tổng số các đường dây truy cập
- Toàn bộ dải thông của các đường dây truy cập tính từ mức sử dụng trung bình. Ví dụ, tổng dải thông của các đường dây truy cập có thể là ví dụ như 1 Gb/s nhưng số người sử dụng có thể không vượt quá 500Mb/s.

Khả năng của một bộ định tuyến 7500 và 7200 vận hành chức năng biên MPLS gần giống khả năng IP truyền thống sử dụng chuyển tiếp gia tăng Cisco (CEF). Ví dụ bộ định tuyến 7200 với bộ xử lý NPE 200 có thể hỗ trợ gần 200 Mb/s lưu lượng biên MPLS với các gói tin IP có kích thước thông thường.

Bổ xung cho các LSR biên, một BPX 8650 cần một bộ định tuyến 7200-series hoạt động như một LSC. Bộ định tuyến nhãn ‘c’ trong hình 17(c) hoạt động như một LSC. Bộ định tuyến này được khuyến nghị mạnh mẽ dành cho việc hoạt động như một LSC và cũng không được sử dụng cho lưu lượng dữ liệu chuyển tiếp.

d) Cisco 6400 và LSR biên MGX 8850

MGX 8850 và Cisco 6400 tích hợp các chức năng được miêu tả trong ví dụ trước và trong một thiết bị đơn, điều này được minh họa trong hình 17(d). Nó bao gồm:

- Một bộ tập trung đa dịch vụ với nhiều kiểu đường dây truy cập Frame Relay và ATM cũng như các đường circuit emulation. Khả năng truy cập âm thanh và các kiểu đường dây truy cập khác sẽ được bổ sung và sau đó.

- Một hay nhiều LSR biên. Mỗi LSR biên là một card module bộ xử lý định tuyến (RPM) trong trường hợp MGX 8850 hay một card bộ xử lý định tuyến nút (NRP) trong trường hợp dùng Cisco 6400. Số lượng các RPM hay NRP yêu cầu để hoạt động như các LSR biên phụ thuộc:

- o Tổng số các đường dây truy cập
- o Toàn bộ dải thông của các đường dây truy cập tính từ mức sử dụng trung bình. Ví dụ, tổng dải thông của các đường dây truy cập có thể là ví dụ như 1 Gb/s nhưng số người sử dụng có thể không vượt quá 500Mb/s.

Một RPM với bộ xử lý NPE 150 có thể hỗ trợ chức năng biên MPLS cho các đường dây truy cập 700. Nó sẽ hỗ trợ gần 150Mb/s lưu lượng biên MPLS với gói IP kích thước bình thường. NRP cũng tương tự. Giới hạn này sẽ tăng lên trong tương lai nhờ vào sự phát triển phần mềm và phần cứng. Đặc biệt RPM-PR sẽ có giới hạn cao hơn đáng kể.

- Một LSR ATM. Trong Cisco 6400, bộ xử lý chuyển mạch nút cũng hoạt động như một LSC. MGX8850 vẫn không có LSC nhưng có khả năng LSR-ATM.

Cisco 6400 và MGX 8850 cũng có khả năng IP+ATM

e) LSR ATM đứng riêng lẻ

Một vài phần trong mạng có thể có vai trò chỉ là một chuyên mạch. Trong mạng MPLS ATM, các phần này sẽ gồm một LSR ATM đơn được chỉ ra trong hình 17(e) hay có thể là một cặp LSR ATM dự phòng. LSR ATM điển hình có thể là BPX 8650 hay MSR 8540. Trong một vài mạng, nó có thể được thay bởi LSR dựa trên bộ định tuyến như chỉ ra trong hình 17(f). Bộ định tuyến cisco 7500 hay 12000-series có thể phù hợp với ứng dụng này. LSR lõi thường có khả năng LSR biên khá tốt. Ví dụ BPX 8650 hạn chế dung lượng LSR biên tại phần của bộ điều khiển chuyển mạch nhân của nó.

3.3.2 Xác định các đường liên kết của mạng MPLS

Phần này có xu hướng là phần hướng dẫn các bước xác định đường liên kết trong mạng MPLS nhỏ nhưng không phải là cách tốt nhất để tạo nên mạng đó. Các nhà cung cấp khác nhau sẽ có phương thức của riêng họ cho việc thiết kế và vận hành mạng nhưng tất cả những nhà cung cấp đó sẽ gần như tương tự nhau về phương thức mà được miêu tả trong bản phần hướng dẫn này. Nhắc lại rằng thiết kế mạng ban đầu không thể tạo ra một mạng hoàn hảo. Một vài điều gần đúng được thực hiện trong quá trình này mà dẫn đến mạng hoạt động, nhưng điều gần đúng đó không nhất thiết phải tối ưu. Bước cuối cùng trong quá trình hướng dẫn này là tối ưu hóa mạng và điều này được thảo luận trong phần “Thiết kế mạng hoạt động liên tục”.

1. Thiết kế các điểm truy cập dịch vụ biên và cách bố trí của các điểm đó

Bước đầu tiên trong thiết kế mạng MPLS sẽ là chọn cỡ, kiểu và cách bố trí các điểm truy cập dịch vụ theo những vấn đề được miêu tả ở trên. Một ví dụ được chỉ ra trong hình 18. Ví dụ này là dựa trên mạng ở Australia. Australia được chọn cho ví dụ này bởi vì nó đủ nhỏ để tạo nên mạng thực tế phù hợp. PoP biên được chỉ ra trong hình 18(a) được chọn dựa trên ước lượng yêu cầu liên kết của khách hàng mà được chỉ ra trong hình 18(b). PoP LSR biên dựa trên BPX 8600 (bao gồm một vài giá MGX 8800 và BPX 8650 cho kết hợp) được sử dụng ở Sydney và Melbourne, những nơi này có có dải thông liên lạc và số lượng các đường liên kết lớn nhất trong ví dụ này. MGX 8800 được sử dụng ở Brisbane. Adelaide và Perth là các trung tâm nhỏ hơn mà có thể được đáp ứng tương xứng bởi các PoP dựa trên bộ định tuyến trong ví dụ này.

2. Xác định lưu lượng từ mỗi điểm truy cập dịch vụ

Dựa trên tổng số các dải thông đường dây truy nhập, xác định tổng lưu lượng từ các khách hàng đến mỗi PoP có thể được xác định. Xác định ‘chu kỳ -bận’ có thể được sử dụng ví dụ như xác định tỷ lệ trong suốt thời gian bận nhất trong ngày. Điều này để đảm bảo các thông số thích hợp. Đánh giá đúng mực có thể là tổng các dải thông đường dây truy cập tại mỗi PoP như trong hình 18(b). Tuy nhiên, thường hợp lý khi lấy ước lượng thấp hơn một lượng nào đó, ví dụ 50% tổng băng thông truy nhập như chỉ ra trong hình 18(c).

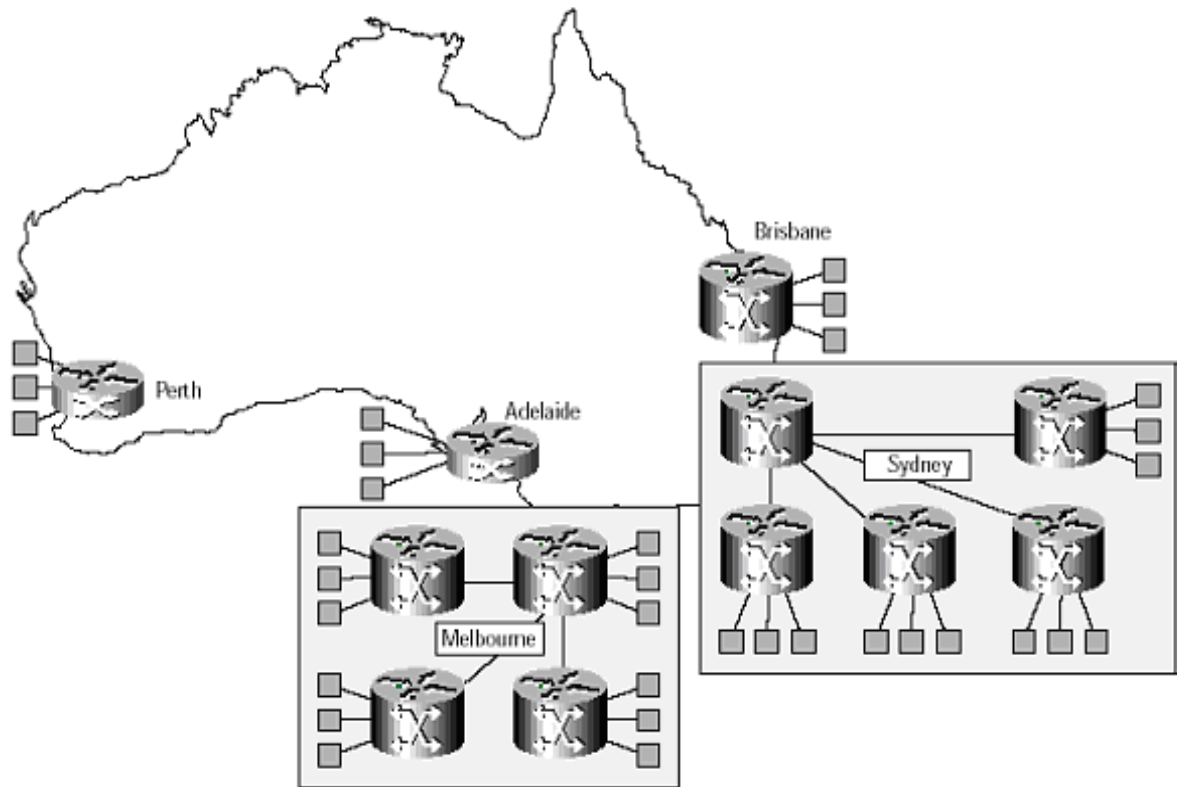
3. Xác định ma trận lưu lượng

Việc xử lý chính xác bước này sẽ thay đổi từ mạng này đến mạng khác. Ở Australia, ví dụ hai trung tâm kinh tế chính là Sydney và Melbourne với Sydney là

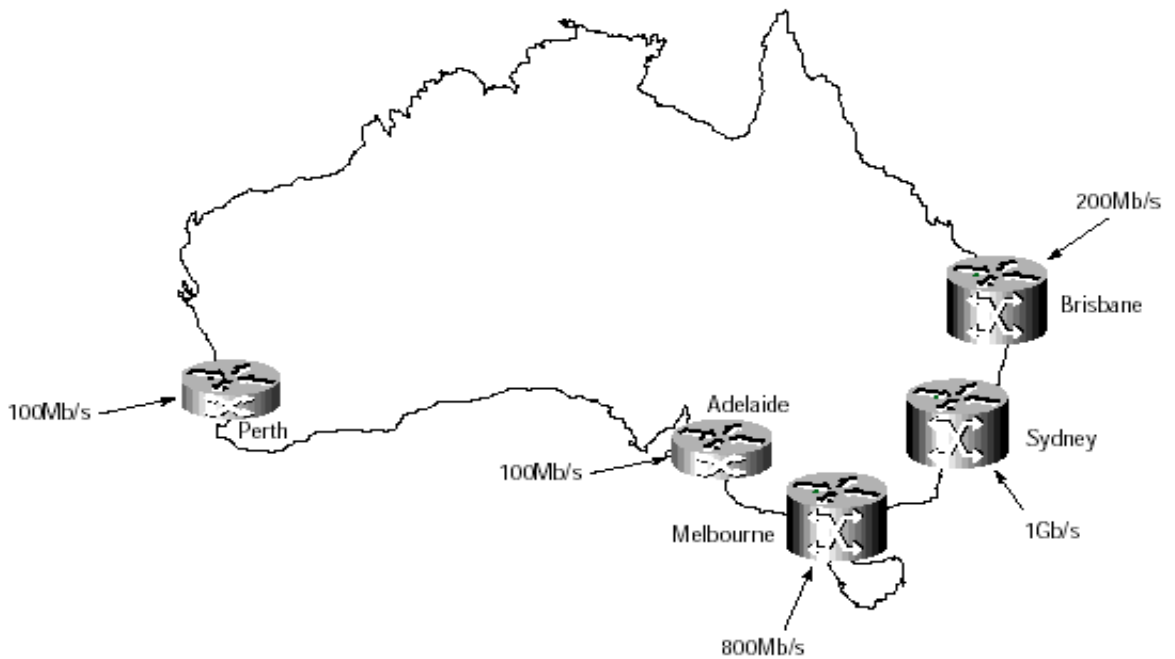
rộng hơn không đáng kể. Trong mạng MPLS lớn cho lưu lượng IP kinh doanh giữa các tiểu bang, một xấp xỉ hợp lý đầu tiên có thể tương ứng là 50% lưu lượng sẽ đến Sydney, 40% đến Melbourne, 5% đến Brisbane và 2.5 % đến Adelaide và Perth. Nhà cung cấp dịch vụ đang tồn tại sẽ có thể xác định các giá trị lưu lượng cho cùng của họ. Dựa trên phần trăm phân bố lưu lượng đã xác định và tổng lưu lượng PoP từ bước 2, ma trận lưu lượng có thể được xác định. Ma trận lưu lượng cho ví dụ này là trong bảng 6. Trong mạng thông thường, ma trận này gần như đối xứng. Ví dụ trong bảng 6, lưu lượng từ Sydney đến Adelaide là 12.5Mb/s nhưng lưu lượng từ Adelaide đến Sydney là 25Mb/s. Nếu lưu lượng đối xứng hơn khoảng 2:1 hay 3:1 thì có lỗi trong việc xác định lưu lượng hay dựng mô hình.

4. Xác định các luồng lưu lượng 2 chiều

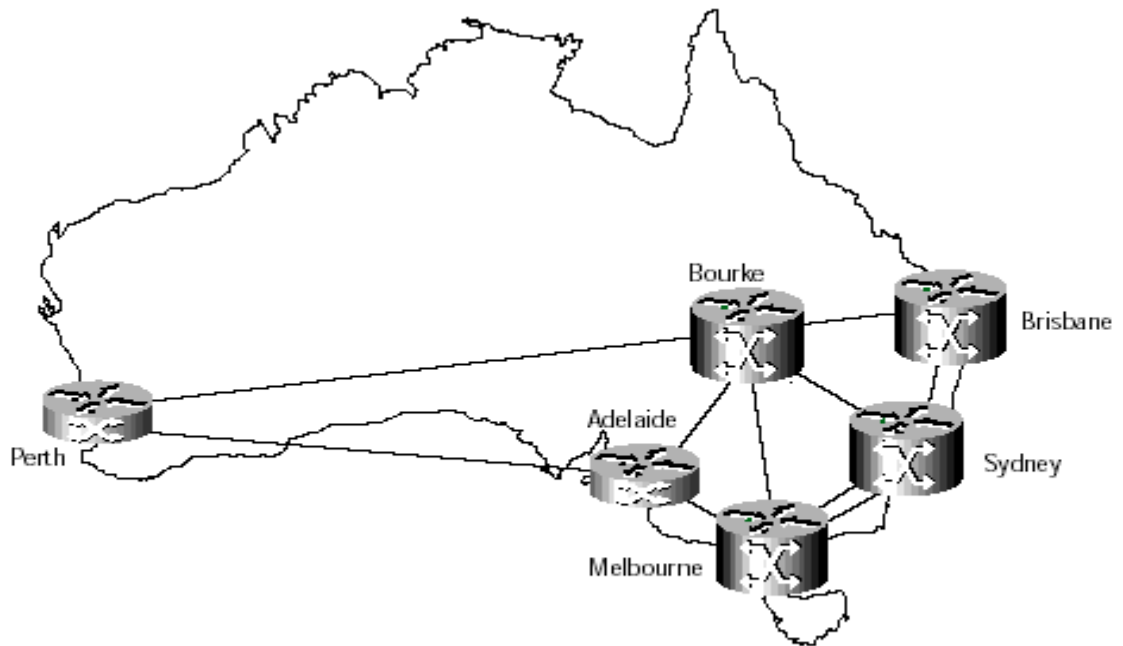
Trong mạng IP, lưu lượng từ x tới y sẽ thường chảy dọc theo cùng một đường với lưu lượng từ y tới x (nhưng theo chiều ngược lại). Mặc dù các luồng này có thể bị chồng lên nhau do nhiều tính năng giao thức định tuyến, có thể hữu ích nếu điều này xảy ra, đặc biệt trong các mạng nhỏ. Do điều này, có thể sử dụng các luồng lưu lượng hai hướng để hơn các luồng một hướng trong thiết kế mạng ban đầu. Xác định các luồng hai chiều cho mạng mẫu được chỉ ra trong bảng 7. Dải thông lưu lượng hai chiều giữa Adelaide và Sydney ví dụ được lấy 25 Mb/s là lớn nhất của dải thông một chiều từ Sydney đến Adelaide (12.5 Mb/s) và dải thông từ Adelaide đến Sydney (25Mb/s). Tạo các luồng hai chiều theo cách này sẽ hướng tới xác định lưu lượng vượt quá không đáng kể trong mạng. Điều này hữu ích khi bước xấp xỉ đầu tiên thích hợp.



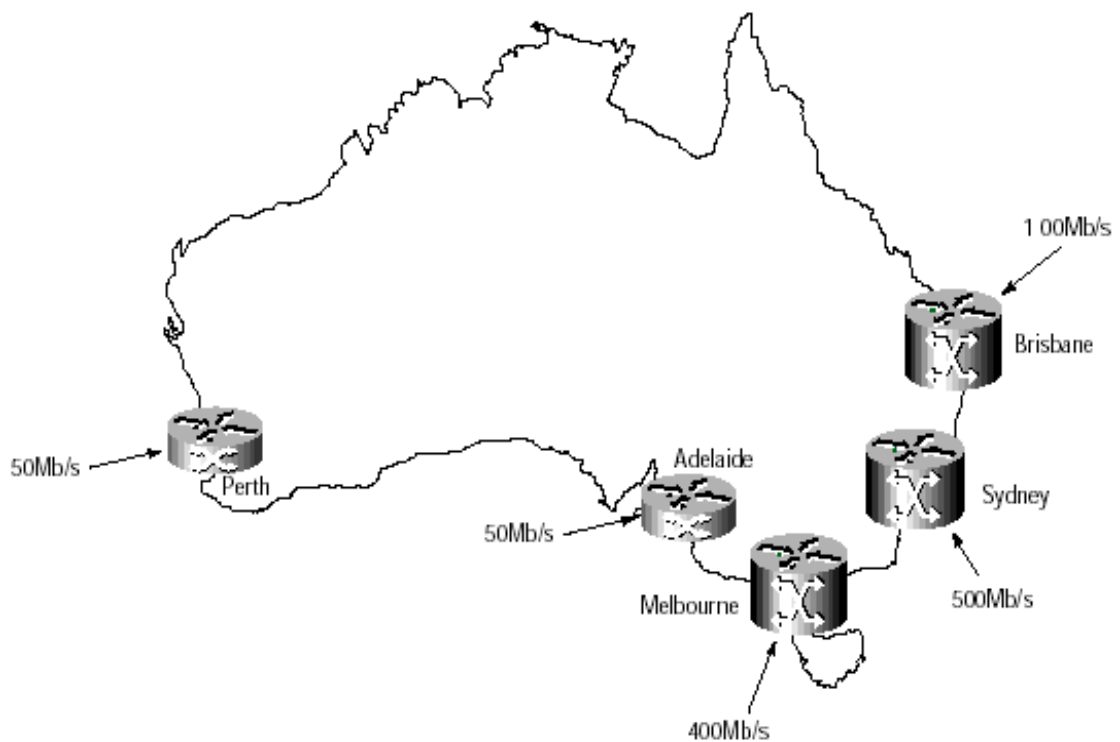
a. Bố trí các điểm hiện diện



b. Toàn bộ dải thông đường truy cập



d. Thiết kế đường liên kết mạng



c. Lưu lượng tối đa gửi từ mỗi PoP

Hình18: Ví dụ thiết kế mạng – phân bố địa hình

Bảng 6: Ví dụ mạng - ma trận lưu lượng một hướng

Lưu lượng nơi gửi tới	Phần trăm phân bố	Tài nguyên lưu lượng				
		Adelaide	Brisbane	Melbourne	Perth	Sydney
Adelaide	2.5%	1.25	2.5	10	1.25	12.5
Brisbane	5%	2.5	5	20	2.5	25
Melbourne	40%	20	40	160	20	200
Perth	2.5%	1.25	2.5	10	1.25	12.5
Sydney	50%	25	50	200	25	250
Tổng	100%	50Mb/s	100Mb/s	400Mb/s	50Mb/s	500Mb/s

Bảng 7: Ví dụ mạng – Lưu lượng hai chiều gần đúng

	Adelaide	Brisbane	Melbourne	Perth	Sydney
Adelaide	1.25				
Brisbane	2.5	5			
Melbourne	20	40	160		
Perth	1.25	2.5	20	1.25	
Sydney	25	50	200	25	250

5. Thiết kế cách bố trí mạng đường trực

Cách bố trí đường trực sẽ liên quan đến những vấn đề về:

- Bố trí vùng địa lý ví dụ xác định vị trí tốt cho các nút
- Dự phòng mức mạng ví dụ có nhiều đường tới mỗi đích
- Dự phòng các trung kế

Cách bố trí mạng lựa chọn trong ví dụ này được chỉ ra trong hình 18(d). Có thể có nhiều cách bố trí khác nhau. Cách bố trí mà được lựa chọn bao gồm sự kết hợp mạng vòng riêng liên kết các nút liền kề ở bên ngoài mạng và một mạng hình sao kết nối các nút trở về một LSR ATM phụ trong lõi mạng. Cách lựa chọn này cung cấp

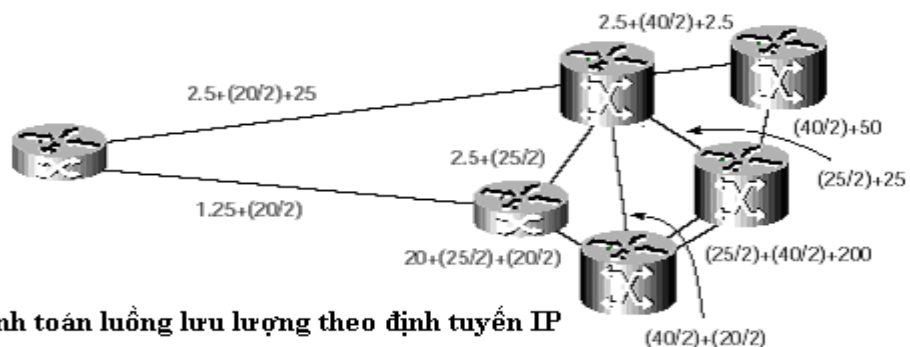
một mức độ tốt cho dự phòng mức mạng với ít nhất hai đường giữa mỗi cặp nút. Nút LSR ATM phụ được đặt ở Bourke, một thành phố gần như cách đều bốn của năm PoP khách hàng. Với mức độ tốt cho mức dự phòng mức mạng, cách bố trí này không cần thiết phải có các trung kế dự phòng, bởi vì nó có thể định tuyến lại các VC nhãn MPLS. Trong ví dụ này, hầu hết các trung kế được chọn để không dư thừa đối với hệ thống kinh tế. Một cặp trung kế dự phòng được sử dụng cho các đường liên kết được mong đợi để sử dụng nhiều nhất, là giữa Sydney và Melbourne.

6. Xác định các luồng liên kết dựa trên ước lượng lưu lượng

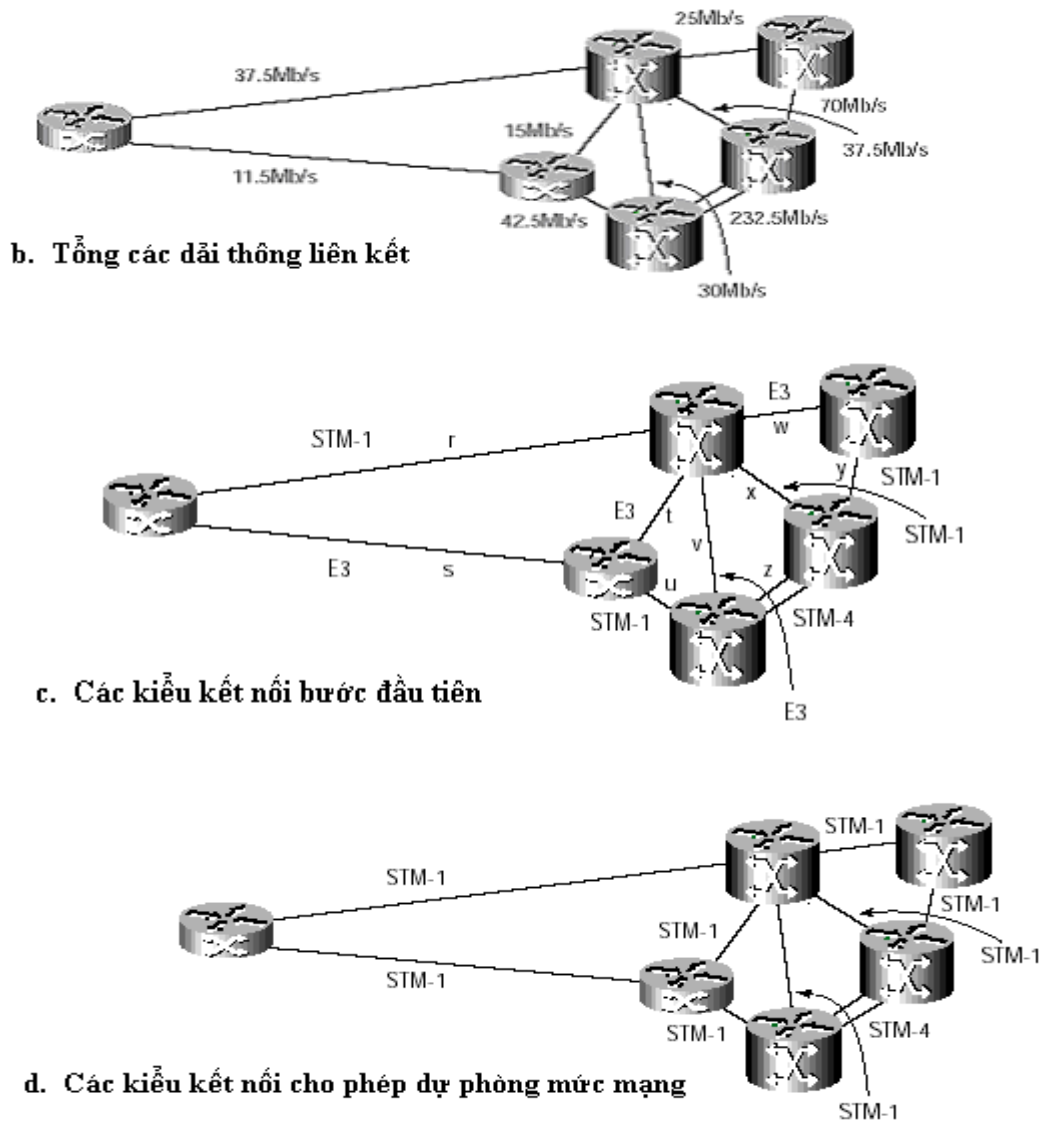
Vấn đề này liên quan đến việc tính toán các đường được thực hiện bởi lưu lượng thông qua mạng đường trục. Với các giao thức định tuyến như OSPF, đó là thủ tục không phức tạp như lưu lượng IP sẽ theo đường có bước nhảy ngắn nhất (minimum-hop path) trừ khi giá quản trị được sử dụng. Nơi có hai hay ba đường có bước nhảy ngắn nhất lưu lượng sẽ gần như cân bằng qua chúng. Quá trình tính luồng liên kết cho lưu lượng trong bảng 7 được chỉ ra trong hình 19(a), và tổng số được chỉ ra trong hình 19(b).

7. Định dung lượng kết nối

Dựa trên sự xác định các luồng liên kết, dung lượng kết nối có thể được định ra cho các đường liên kết trong mạng. Điều này nói chung thường liên quan tới việc chọn kích thước đường kết nối chuẩn tiếp theo (T3/E3, STM-1, v.v...) lớn hơn các luồng liên kết vừa tính toán. Vấn đề này được minh họa trong hình 19(c).



a. Tính toán luồng lưu lượng theo định tuyến IP



Hình 19: Ví dụ thiết kế mạng – Tính toán băng thông liên kết

8. Điều chỉnh mức dự phòng

Tại nơi trung kế dự phòng không được sử dụng và mạng dựa vào định tuyến lại để đáp ứng độ tin cậy, thì có thể cần thiết phải điều chỉnh băng thông liên kết để đảm bảo đủ dung lượng để chống lại các đường liên kết hư hỏng. Ví dụ, nếu đường liên kết nhãn 'r' trong hình 19(c) hỏng thì các đường liên kết 's' và 't' sẽ cần để mang một vài hay tất cả lưu lượng của nó. Tải các đường liên kết này có thể sau đó vượt qua tốc độ E3, vậy một đường liên kết STM-1 (hay nhiều đường E3) có thể được yêu cầu cho mỗi đường liên kết 's' và 't'. Tương tự, nếu liên kết 'u' hỏng thì liên kết 'v' có thể yêu cầu hơn dung lượng E3. Cũng vậy, nếu liên kết 'y' hỏng thì tải được yêu cầu cho

liên kết 'w' có thể vượt quá E3. Bởi vậy, phân phối các dải thông liên kết cuối cùng được thể hiện trong hình 19(d).

9. Kiểm tra các thiết bị được lựa chọn có phù hợp không

Vấn đề này liên quan đến việc kiểm tra trong bảng 4 và bảng 5 các thiết bị PoP được lựa chọn có thể hỗ trợ số lượng và kích thước của các đường liên kết được lựa chọn trong thiết kế mạng. Mạng trong trường hợp này có thể vượt qua các bước kiểm tra đó nhưng trong ví dụ cho thấy PoP Melbourne đã sử dụng MGX 8850 thay cho BPX 8680. PoP này cần hai hai đường liên kết STM-4 và hai đường liên kết STM-1 không hỗ trợ trên MGX 8850. Vậy trong ví dụ mạng tính giả thiết này, PoP cần thiết kế lại ví dụ bằng cách sử dụng BPX 8680 thay vì MGX 8850.

Lưu ý rằng bất kỳ thiết kế lại nếu được yêu cầu là một vấn đề tương đối nhỏ. Nhiều kiểu thiết bị Cisco khác nhau có thể được sử dụng trong các PoP MPLS ATM và nó thường được nhận thấy rằng một PoP có thể xây dựng để đáp ứng các yêu cầu của một vị trí đơn giản bằng cách sử dụng kết hợp các thiết bị được sử dụng tại các vị trí khác. Một BPX 8680 ví dụ kết hợp với vài giá (shelves) MGX 8850.

Lưu ý trên các cặp đường liên kết ATM dự phòng

Có ba cách chính để hoàn thành việc thay đổi cho một cặp đường liên kết ATM dự phòng:

- Thay đổi mức liên kết dữ liệu – đây là kỹ thuật dự phòng liên kết thông thường trong các mạng ATM truyền thống. Việc thay đổi xảy ra do kiểm tra lớp liên kết dữ liệu và vật lý trong chuyển mạch ATM hay phần cứng LSR ATM. Phần cứng chuyển mạch cũng thường thiết lập bản sao của tất cả các trạng thái mạch ảo trên liên kết dự trữ. Trong chuyển mạch với dự phòng mức liên kết dữ liệu, bất cứ liên kết đơn sai hỏng sẽ thường dẫn đến kết quả gần như dữ liệu mất bằng không trên bất kỳ mạch ảo. Thêm vào đó, định tuyến và lớp mạng (IP hay PNNI, v.v...) sẽ không bị ảnh hưởng bởi vấn đề hỏng đường liên kết, hoặc ngay cả được cảnh báo rằng nó vừa xảy ra. Tuy nhiên với dự phòng liên kết dữ liệu, liên kết dự trữ không có giá trị để mang dữ liệu ngoại trừ trường hợp liên kết chính hỏng. Dựa vào cách nó được lắp đặt, chuyển mạch bảo vệ tự động (APS) có thể là một hình thức dự phòng liên kết dữ liệu. Trên MGX 8850 và BPX 8650, chuyển đổi APS SONET dẫn đến không thay đổi giao diện như được nhìn bởi định tuyến kết nối, và không mất trạng thái kết nối.

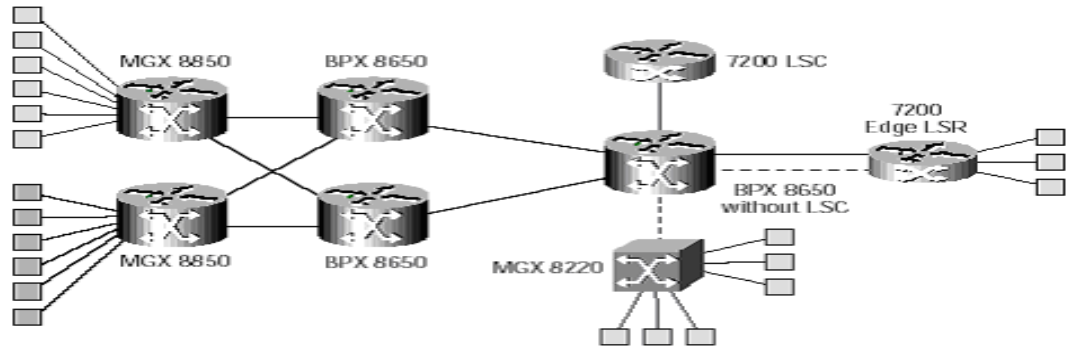
– *Hợp kênh đảo trên ATM (IMA)*- IMA mang dữ liệu trên một nhóm các liên kết bằng cách phân phối tế bào qua các liên kết trong kiểu luân chuyển theo vòng (round-robin) Nó cung cấp cả hai mức dữ liệu phân chia qua liên kết và dự phòng. Nếu một đường liên kết trong nhóm hỏng, các tế bào không được gửi trên liên kết đó, nhưng các liên kết khác vẫn sử dụng. IMA chỉ nên dùng cho liên kết tốc độ thấp-nhóm liên kết T1 hay E1.

– *Liên kết song song với thay đổi lớp mạng* – trong trường hợp này cặp trung kế dự phòng được sử dụng việc bảo vệ lớp dữ liệu không được sử dụng tất cả và tất cả chuyển đổi kết nối diễn ra tại lớp mạng. Định tuyến IP hay PNNI cảnh báo với tất cả liên kết hỏng và tác động lại chúng. Điều này không đặc biệt tốt cho lưu lượng hướng kết nối nhưng làm việc tốt với định tuyến IP và MPLS. Với OSPF nhiều đường tổn hao như nhau (equal-cost-multipath) hay tương tự, OSPF sẽ chọn lưu lượng cân bằng cho mọi định tuyến ngang qua liên kết trong một cặp liên kết. Điều này dẫn tới một cặp LVC nhãn MPLS được thiết lập cho mỗi đích trên mỗi liên kết. Nếu một trong các liên kết hỏng, định tuyến IP sẽ phân phát lưu lượng trên các liên kết còn lại đã thiết lập các LVC. Nếu hợp nhất VC được sử dụng, điều này sẽ không yêu cầu báo hiệu MPLS và có thể hoàn thành trong một giây hay đến như vậy. Tiến bộ trong phương thức này là nó cho phép dải thông trong trung kế dự phòng được sử dụng, cho phép lưu lượng hiệu quả tốt nhất được mang trong mạng.

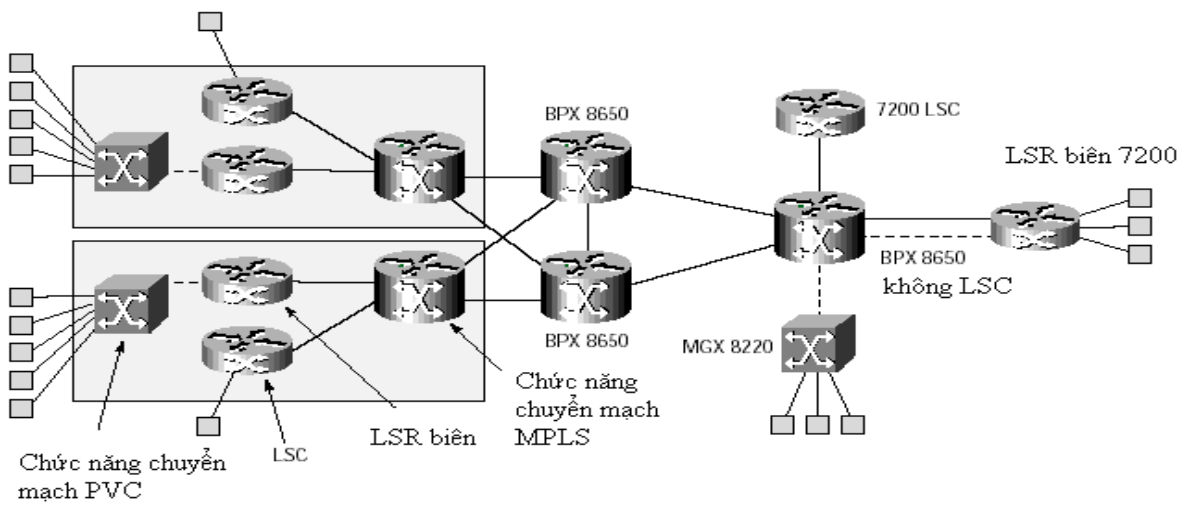
Liên kết dự phòng được yêu cầu, các khuyến nghị cho sử dụng cách thức này là như sau:

– *Các mạng IP+ATM* - Mạng IP+ATM này có thể sử dụng ghép kênh đảo với dự phòng cho các trung kế tốc độ thấp và cách khác sử dụng dự phòng lớp liên kết dữ liệu. Điều này tránh định tuyến lại nhiều lần của lưu lượng định hướng kết nối

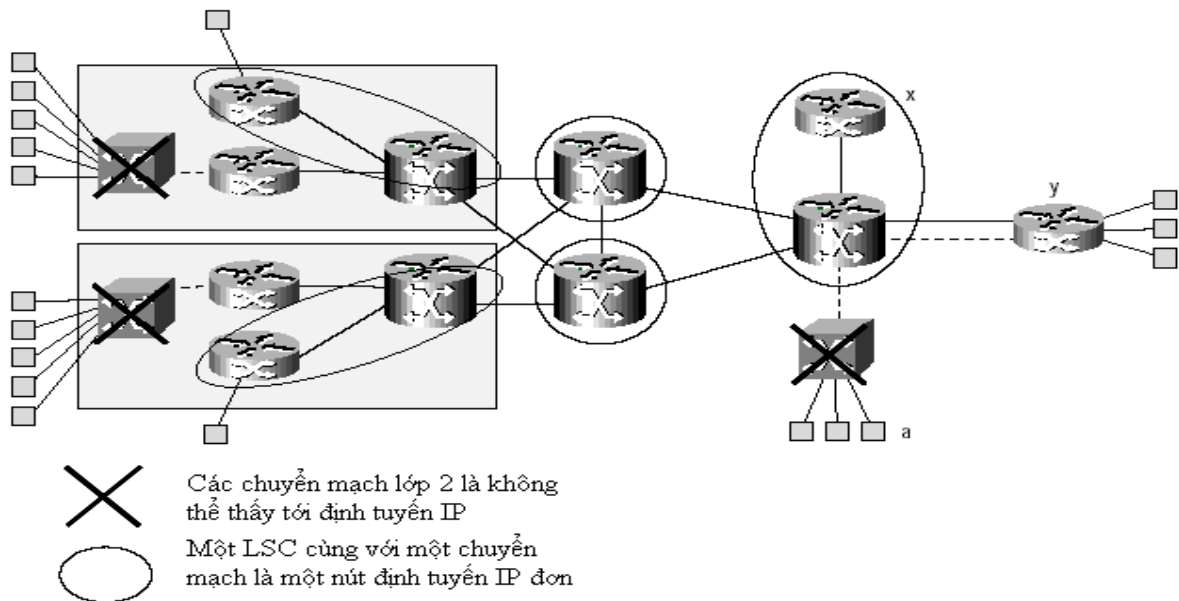
– *Mạng MPLS ATM thuần túy* – Thêm một lần nữa mạng này nên sử dụng ghép kênh đảo với dự phòng cho các trung kế tốc độ thấp. Cách khác, nếu mạng sử dụng kết hợp VC các liên kết song song với chuyển đổi lớp mạng có thể được sử dụng để tạo nên dung lượng mạng đầy đủ có giá trị sử dụng. Cuối cùng, nếu kết hợp VC là không thể, dự phòng lớp liên kết dữ liệu nên được sử dụng.



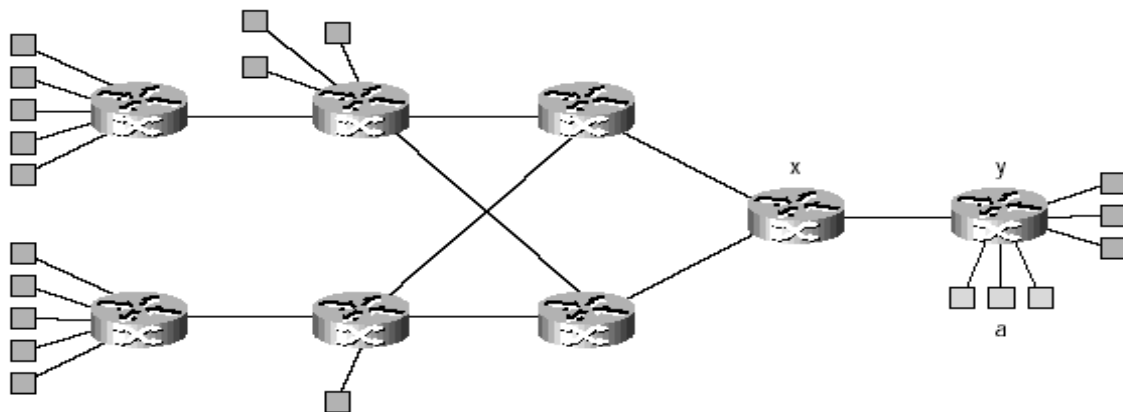
a. Quan điểm vật lý



b. Quan điểm chức năng



c. Nguồn gốc của quan điểm định tuyến



d. Quan điểm định tuyến

Hình 20: Quan điểm về mạng MPLS ATM

3.3.3 Định tuyến IP trong mạng MPLS

MPLS sử dụng các giao thức định tuyến IP thông thường – OSPF, IS-IS, v.v... - để xác định các bộ định tuyến cho lưu lượng IP, và từ đó quyết định các bộ định tuyến cho các LVC. Mọi LSR hoạt động theo các giao thức định tuyến IP trong cùng một cách mà các bộ định tuyến IP hoạt động. Một liên hệ quan trọng của sử dụng giao thức này là OSPF (hay IS-IS, v.v...) “thấy” trong một mạng MPLS, chính xác giống như bộ định tuyến mạng thông thường. Điều này được giải thích trong hình 20. Có thể có nhiều quan điểm về mạng MPLS ATM:

– *Quan điểm vật lý* - Quan điểm này cho biết các đường liên kết và các thiết bị trong mạng về mặt vật lý. Một ví dụ được thể hiện trong hình 20(a)

– *Quan điểm chức năng* – Khi một sản phẩm có một vài chức năng, các chức năng này có thể được thể hiện tách biệt. Thường hữu ích khi xem chức năng bộ điều khiển chuyển mạch nhãn (LSC) trong một LSR ATM như riêng biệt với chức năng chuyển mạch. Ví dụ, MGX 8850 trong hình 20 bao gồm một LSR biên riêng và một LSC được thể hiện một cách riêng biệt. Hơn nữa, thật hữu ích khi nghĩ rằng chức năng chuyển mạch PVC của MGX 8850 như tách biệt với chức năng chuyển mạch MPLS.

– *Quan điểm định tuyến* – Quan điểm này thể hiện mạng khi nó được xem xét bởi giao thức định tuyến IP. Một ví dụ về cách nó được xuất phát được thể hiện trong hình 20(c) .

o Chuyển mạch PVC và các chức năng chuyển mạch PVC là không thể thấy với định tuyến IP. Nếu phía khách hàng được kết nối tới một bộ định tuyến bởi một PVC, thì PVC là một kết nối trực tiếp bước-1 từ viễn cảnh định tuyến IP. Xét ví dụ phía mang nhãn ‘a’ trong hình 20(c) và xem như ở đây được kết nối bởi PVC đến LSR biên ‘y’. Khi đó, theo quan điểm định tuyến, phía đó là liền kề bộ định tuyến ‘y’.

o Bộ điều khiển chuyển mạch và chuyển mạch cùng nhau tạo nên nút định tuyến riêng.

Sử dụng các quy tắc này, quan điểm định tuyến của mạng MPLS có thể được tìm thấy. Điều này được thể hiện trong hình 20(d).

Việc thiết kế định tuyến IP trong mạng MPLS theo gần giống như quá trình thiết kế định tuyến IP cho mạng IP thông thường. Bằng cách xét theo quan điểm định tuyến, mạng có thể được phân chia theo từng vùng, sơ lược định tuyến có thể được thiết kế và v.v...

Vấn đề định tuyến IP cụ thể trong mạng MPLS

– Giao thức định tuyến dùng trong mạng đường trục MPLS có thể là OSPF hay IS-IS. EIGRP có thể cũng được sử dụng nhưng nó sẽ không làm việc với tính năng kỹ thuật lưu lượng IP dựa trên MPLS tiến bộ gọi là định tuyến giành trước tài nguyên (RRR). RRR yêu cầu giao thức trạng thái liên kết như OSPF hay IS-IS. Khi EIGRP là giao thức định tuyến vec tơ khoảng cách, nó sẽ không làm việc với RRR. IGRP hay RIP cũng hoạt động với MPLS nhưng không RRR và không được khuyến nghị. Chú ý rằng RRR đôi khi được đề cập lỏng lẻo như “kỹ thuật lưu lượng MPLS” nhưng thực tế là một kiểu riêng của kỹ thuật lưu lượng MPLS.

– Có thể sử dụng liên kết IP không đánh số. Điều này giảm số nhận dạng đích IP tới bộ định tuyến và vì thế giảm số LVC dùng trong mạng. Vấn đề này cũng được thảo luận trong phần “Xác định không gian VC nhãn MPLS”.

– Việc tổng kết tuyến không được làm ở LSR ATM. Nhiều vùng OSPF hay IS-IS có thể được sử dụng trong mạng MPLS ATM như thể hiện trong hình 21. Một LSR ATM có thể được sử dụng như bộ định tuyến biên vùng (ABR) OSPF hay IS-IS nhưng chỉ khi việc tổng kết là không được xây dựng tại các bộ định tuyến biên miền. Trong hình 21(c), điều này có nghĩa là địa chỉ trước đó được biết đến trong tất cả các vùng phải như nhau. Một ABR trong hình 21(c) là không thể, ví dụ tổng kết khả năng có thể lên tới 1.1.1.0/24, 1.1.2.0/24 và 1.1.3.0/24 với một định tuyến đơn cho

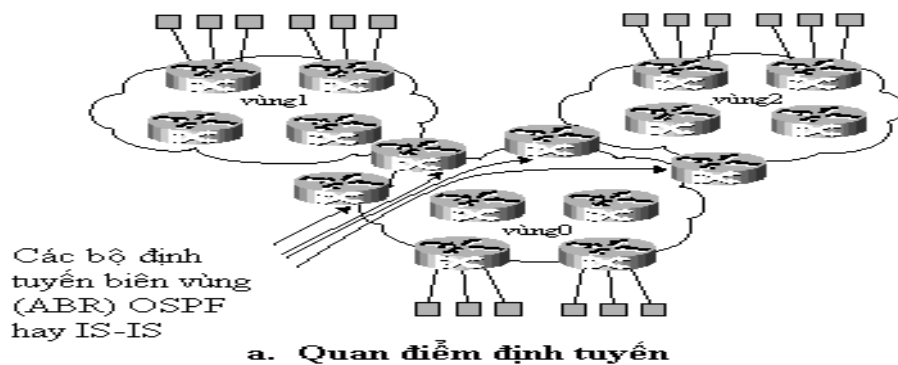
1.1.0.0/16. Nếu tổng kết định tuyến được yêu cầu trong mạng MPLS ATM, nó phải được làm tại LSR biên ATM, như thể hiện trong hình 21(b).

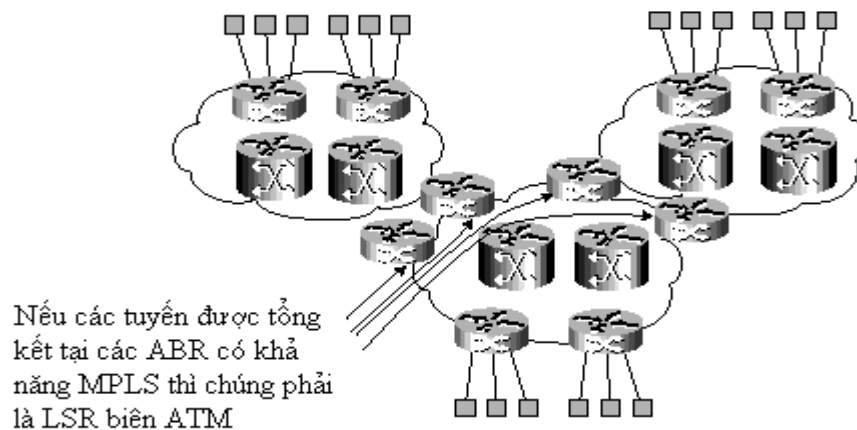
– Quy tắc trên cũng áp dụng cho hệ thống tự trị và BGP 4. Một LSR ATM có thể không là bộ định tuyến biên hệ thống tự trị BGP nhưng một LSR biên ATM thì có thể.

– Định tuyến giành trước tài nguyên (RRR) hoạt động tốt nhất trong mạng đường trục mà chứa vùng OSPF hay IS-IS đơn. Hiện nay, RRR có thể được sử dụng trong mạng nhiều vùng nơi mà các bộ định tuyến biên vùng là các LSR ATM. Hạn chế này sẽ được khắc phục trong các phiên bản sau của RRR.

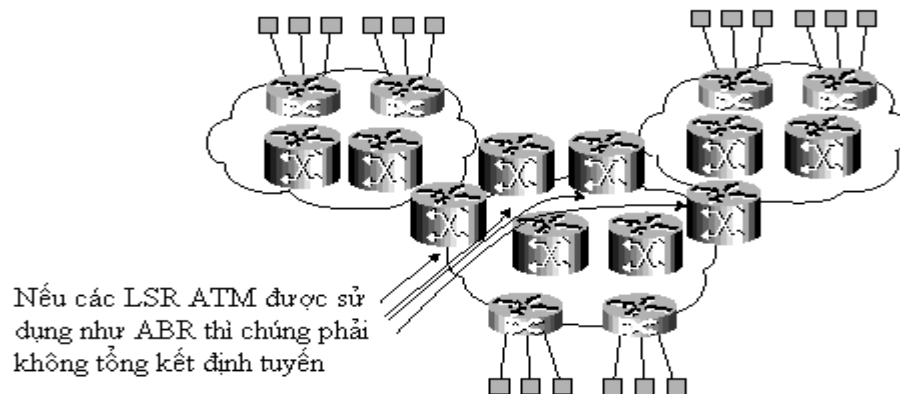
– Tổng kết định tuyến không thể được xây dựng bên trong của mạng VPN MPLS. Bên trong của mạng MPLS hỗ trợ VPN có thể có nhiều vùng OSPF hay IS-IS nhưng việc tổng kết thì không thể được sử dụng.

Những hạn chế về việc tổng kết tồn tại bởi vì việc tổng kết dùng một vài kiểu đường chuyển mạch nhãn từ khi thiết kế đến kết cuối. Ví dụ, cho rằng một ABR tổng kết lên tới 1.1.1.0/24, 1.1.2.0/24 và 1.1.3.0/24 với định tuyến đơn cho 1.1.0.0/16. Bây giờ xét gói tin IP địa chỉ 1.1.1.23 đến với nhãn cho 1.1.0.0/16. ABR không thể chuyển mạch nhãn gói tin. Nó phải nhìn qua nhãn và khảo sát các địa chỉ IP để tìm gói tin có thể đi tới 1.1.1.0/24. Khi các LSR ATM không thể khảo sát các địa chỉ IP, chúng có thể không làm tổng kết định tuyến IP.





b. Quan điểm chức năng với tổng kết định tuyến



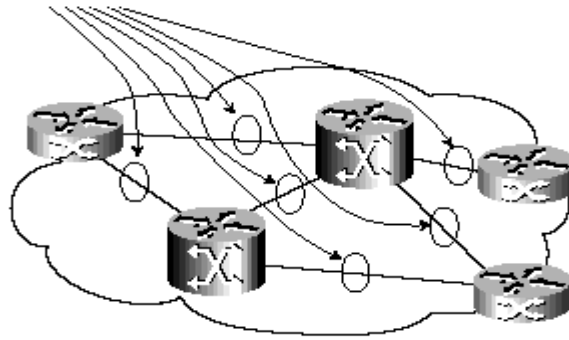
c. Quan điểm chức năng, không tổng kết định tuyến

Hình 21: Định tuyến đa vùng và tổng kết trong một mạng MPLS

3.3.4 Xác định không gian VC nhãn MPLS

Bản hướng dẫn thiết kế này thể hiện nhiều vấn đề trong thiết kế mạng MPLS là tương tự trong thiết kế mạng IP truyền thống. Một ngoại lệ quan trọng về sự tương tự này là các yêu cầu LVC MPLS trên mỗi liên kết. Vấn đề thiết kế này được minh họa trong hình 22. Để hoàn thành thiết kế mạng MPLS ATM một lượng đủ các VC phải được giành trước cho sử dụng như các LVC trên mỗi liên kết. Đây có thể là một vấn đề, như bất kỳ chuyển mạch ATM sẽ chỉ hỗ trợ một lượng các VC hoạt động xác định. Đây là đặc thù quan trọng nếu có nhiều dịch vụ ATM – MPLS, PNNI, v.v... - chia sẻ tài nguyên của các liên kết trong mạng IP+ATM. Vấn đề thiết kế này là để xác định số LVC gì được yêu cầu.

Có bao nhiêu LVC MPLS cần cho mỗi liên kết



Hình 22: Các yêu cầu VC nhân

Số lượng LVC yêu cầu phụ thuộc:

- Số lượng đích IP trong mạng
- Quan hệ giữa các đích và các LVC
- Liệu kết hợp VC có được sử dụng không
- Các đường được lựa chọn bởi định tuyến IP

Các đích

Số lượng LVC sử dụng trong vùng cụ thể của mạng tùy thuộc số lượng nhận dạng đích (destination-prefixes) IP được biết đến trong vùng đó.

Điều này theo những quy tắc thông thường cho một mạng IP:

- Địa chỉ lặp lại của tất cả các LSR và các bộ định tuyến khác trong vùng là một nhận dạng đích
- Nhận dạng địa chỉ mạng con của bất cứ bất kỳ liên kết điểm tới điểm được đánh số hay bất kỳ mạng con khác là nhận dạng đích. Do vậy, tốt nhất là sử dụng các đường liên kết không đánh số trong mạng MPLS .
- Bất kỳ nhận dạng địa chỉ khác được thông báo trong vùng cần cũng cần được đếm. Nếu nhiều địa chỉ được tổng kết trong một địa chỉ đơn tại bộ định tuyến biên vùng (hay bộ định tuyến biên hệ thống tự trị) thì điều này đếm như nhận dạng đích đơn.

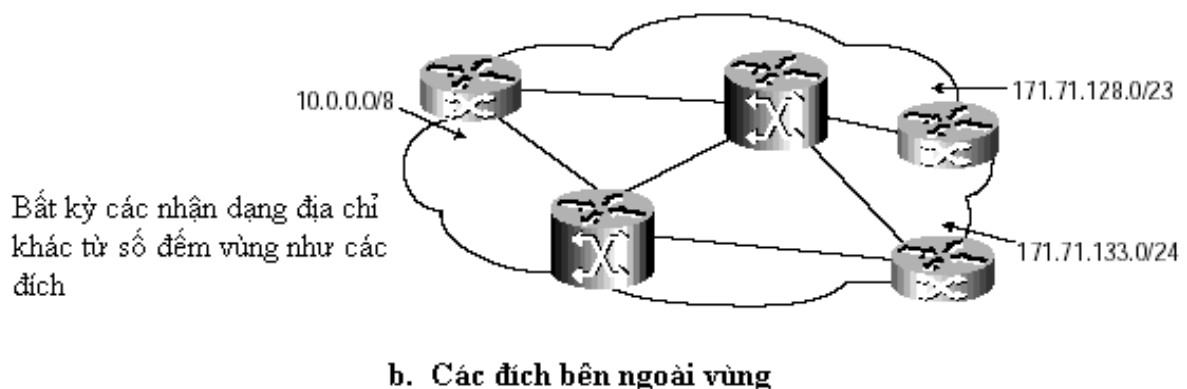
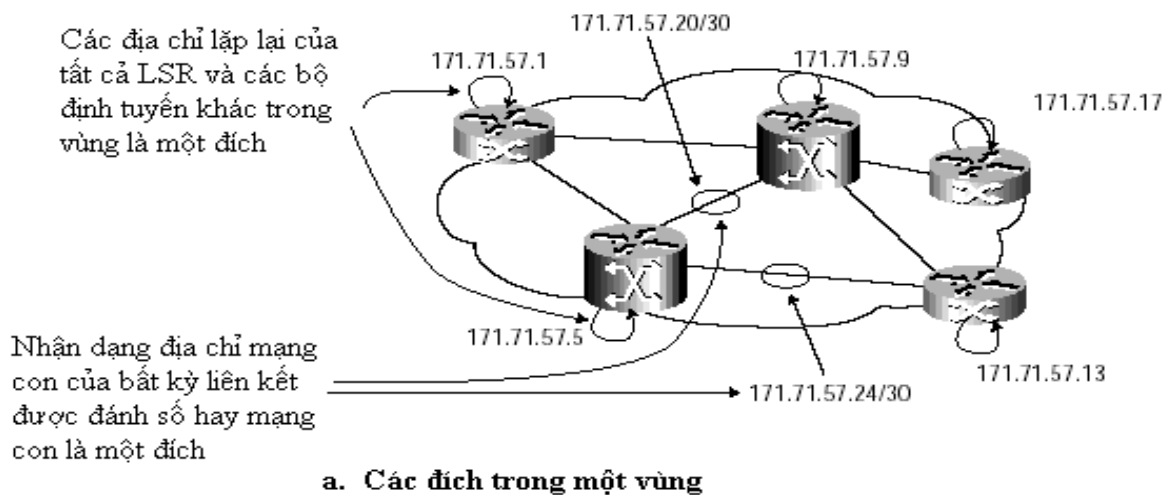
Quy tắt này được thể hiện trong hình 23.

Mối quan hệ giữa thiết lập LVC và đích có thể được điều khiển bằng cách sử dụng một lệnh IOS mới. Lệnh “thẻ yêu cầu chuyển mạch thẻ” trong IOS đưa ra 12.1(5)T hay sau đó, thiết lập một bộ lọc trên nhận dạng đích ngăn các yêu cầu nhân

đến một vài trong chúng. Trong sử dụng thông thường, lệnh ‘các thẻ yêu cầu cho’ có thể được sử dụng trên các LSR biên ATM để ngăn các nhãn đang thiết lập tới các địa chỉ như các địa chỉ lặp lại của các LSC và các địa chỉ của các liên kết được đánh số.

Các LVC sử dụng trên mỗi kết nối và kết hợp VC

Mỗi LSR biên ATM và mỗi bộ điều khiển nhãn sẽ yêu cầu một nút MPLS liên kết với các LVC cho nhận dạng đích mà nó biết đến. Nếu lớp dịch vụ MPLS được sử dụng, nó có thể yêu cầu tới bốn LVC cho mỗi nhận dạng đích. Các yêu cầu cho các LVC lưu thông qua mạng theo các đường được chọn bởi định tuyến IP. Với kết hợp VC LVC đến mỗi đích sẽ được kết hợp tại mỗi LSR ATM. Điều này có nghĩa là trên mỗi liên kết gần như có một LVC trên mỗi đích trong vùng. Điều này được thể hiện trong hình 24(a). Nếu lớp dịch vụ MPLS được sử dụng, thì số LVC tăng lên nhiều bởi số lớp đó. Nếu kết hợp VC không sử dụng, có thể nhiều hơn LVC; điều này được thảo luận tiếp đó.



Hình 23: Nhận dạng đích trong mạng MPLS (hay bất kỳ mạng IP khác)

Các tính toán thiết kế: các LSR biên

Với LSR biên ATM, số LVC được sử dụng trên mỗi liên kết tùy thuộc vào kết hợp VC có đang được dùng hay không. Các thông số như sau:

– Đặt d là số nhận dạng đích được biết đến trong vùng giao thức định tuyến cho các nhãn MPLS được yêu cầu. Theo mặc định, một nhãn được yêu cầu từ mỗi LSR biên ATM đến mỗi nhận dạng đích được biết đến trong vùng, ngoại trừ như miêu tả ở trên. Nếu lệnh IOS “thẻ yêu cầu chuyển mạch thẻ” được sử dụng trên các LSR biên, giá trị của d giảm xuống.

– Đặt c là số lượng lớp dịch vụ được sử dụng trong mạng.

– Đặt n là số lượng thiết bị trong mạng hoạt động như các LSR biên ATM. Ngoài các LSR thiết kế chuyên dụng, mỗi LSC sẽ mặc định như một LSR biên ATM. Điều này có thể bị over-ridden bằng cách sử dụng lệnh IOS ‘diabie-headend-VCS’ trên một LSC.

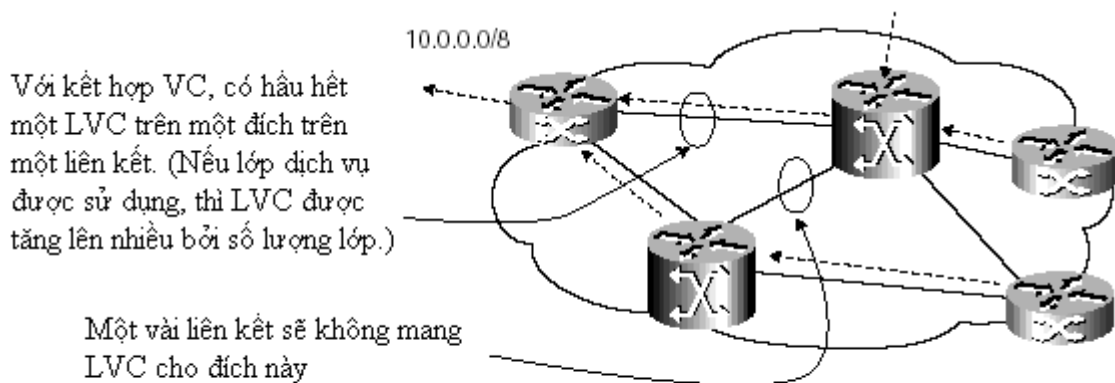
Nếu kết hợp VC được sử dụng, thì số LVC được sử dụng trên mỗi liên kết thoả mãn:

$$l \leq cd \tag{1}$$

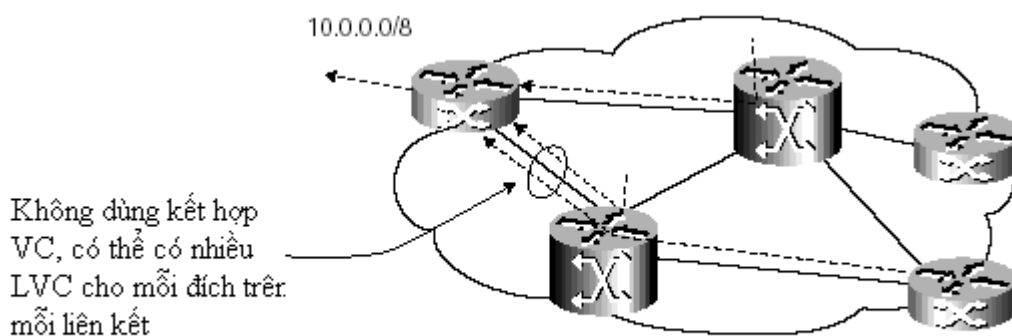
Nếu kết hợp VC không được sử dụng trong mạng, có sự phụ thuộc vào số lượng các LSC và các LSR biên trong vùng liên kết. Ngoài ra cũng phụ thuộc vào các đích được tiếp cận trực tiếp thông qua biên LSR. Nếu d_e là số lượng đích có thể đi tới thông qua LSR biên ATM riêng thì số lượng các LVC được sử dụng trên mỗi liên kết thoả mãn:

$$l \leq c(d - d_e) + cnd_e \tag{2}$$

Một trong những phương trình trên được sử dụng để kiểm tra số lượng LVC đủ có thể được dùng trong các thiết bị không, như thể hiện trong bảng 8. Bảng 9 cho biết khả năng LVC của giao diện LSR biên ATM Cisco.



a. Các LVC tới một đích với kết hợp VC



b. Các LVC tới một đích không sử dụng kết hợp VC

Hình 24: LVC tới mỗi đích

Bảng 8: Kiểm tra các giới hạn LVC của LSR biên

Thiết bị	Trạng thái mạng	Tham số chính	Kiểm tra lại
LSR biên	Mạng sử dụng kết hợp VC	Số lượng VC hoạt động hỗ trợ mỗi liên kết ATM	Phương trình (1)
LSR biên	Mạng không sử dụng kết hợp VC	Số lượng VC hoạt động hỗ trợ mỗi liên kết ATM	Phương trình (2)

Các LSR biên: Các ví dụ ứng dụng

Câu hỏi: Xét một mạng có sử dụng kết hợp VC và một lớp dịch vụ đang được sử dụng. Nếu các LSR biên tất cả là bộ định tuyến 7200 series với các bộ thích nghi PA-A3, thì có bao nhiêu nhận dạng đích IP có thể đảm bảo được hỗ trợ trong vùng ?

Trả lời: Kết hợp VC đang được sử dụng thì bảng 8 chỉ ra rằng phương trình (1) nên được sử dụng. Một lớp dịch vụ đang được sử dụng, vậy $c = 1$. Bảng 9 cho biết bộ thích nghi cổng PA-A3 hỗ trợ 4096 LVC, nên $l = 4096$. Thay thế vào phương trình (1) có:

$$4096 \leq 1d \text{ hay } d \geq 4096$$

Điều đó có nghĩa là có 4096 nhận dạng đích được đảm bảo để hỗ trợ trong vùng, được cung cấp mà các LSR ATM không bắt buộc một giới hạn chặt chẽ hơn (thảo luận này chỉ xem như là các LSR biên).

Bảng 9: Các LSR biên ATM Cisco và dung lượng LVC

Thiết bị	Giao diện phần cứng	Số lượng các LVC hoạt động được hỗ trợ	Lưu ý
3600	Các module mạng ATM NM-1A	1024	
4700	Các Module bộ xử lý mạng ATM NP-1A	1023	
7200, 7500	Bộ thích nghi cổng ATM chuẩn hay PA-A1	2048	
Catalyst 5500, 7200, 7500	Bộ thích nghi cổng ATM PA-A3	4096	
6400	Module bộ xử lý định tuyến (RPM hay RPM- PR)	2048	Dung lượng bị giảm xuống bởi một LVC cho mỗi PVC hoạt động kết cuối trên NRP
MGX 8230, 8250 hay 8850	Card đường ATM 4xOC3	4096	Dung lượng bị giảm xuống bởi một LVC cho mỗi PVC hoạt động kết cuối trên RPM
Các bộ định tuyến 12000 series	Card đường ATM 1xOC12	2074 (cần sự xác nhận)	Các VC hoạt động 2047 được chia sẻ giữa bốn cổng. Dung lượng mạng giảm xuống do một nhận dạng cho mỗi định tuyến phụ hay thứ hai được lựa chọn cho mỗi đích theo định tuyến đa đường giá cân bằng, nếu thêm định tuyến trên cùng một card.
Các bộ định tuyến 12000 series		2047 (cần sự xác nhận)	

Câu hỏi: Xét một mạng không dùng kết hợp VC, và có bốn lớp dịch vụ đang được sử dụng. Mạng này là mạng lõi của dịch vụ MPLS VPN, và có một nhận dạng đích trên mỗi LSR ATM hay LSR biên. Định tuyến vùng ngoài không được xen vào trong giao thức định tuyến. Các LSR biên là các bộ định tuyến 7200 và 7500 series với các bộ thích nghi cổng ATM PA-A3 và PA-A1. Số lượng LSR lớn nhất có thể được sử dụng là bao nhiêu nếu mạng bao gồm một vùng đơn? Cho biết rằng các LSR ATM hỗ trợ số lượng LVC lớn vừa đủ.

Trả lời: Kết hợp VC không được sử dụng, nên bảng 8 chỉ ra phương trình 2 nên dùng. Bốn lớp dịch vụ được dùng nên $c = 4$. Bảng 9 chỉ ra mỗi giao diện ATM hỗ trợ 2048 hay 4096 LVC. Giao diện với 2048 LVC có ít hạn chế hơn, nên sử dụng $l = 2048$.

Quan sát thấy có chính xác một tuyến trên một LSR biên nên $d_e = 1$ và $n = d$. Thay các tham số vào phương trình 2 có:

$$2048 \leq 4(d - 1) + 4d(1)$$

$$8d \geq 2052$$

$$d > 256$$

Điều này có nghĩa có lớn nhất 256 LSR (các LSR biên hay các LSR ATM) có thể được sử dụng trong vùng, được cung cấp mà giao thức định tuyến IP hỗ trợ nhiều bộ định tuyến đó trong một vùng.

Câu hỏi: Xét một mạng mà kết hợp VC không được sử dụng, và bốn lớp dịch vụ đang được sử dụng. Mạng này là mạng lõi của một dịch vụ VPN MPLS, và có một nhận dạng đích trên LSR ATM hay LSR biên. Mạng có nhiều vùng và có gần 100 LSR ATM và LSR trong mỗi vùng. Tất cả các bộ thích nghi cổng ATM của LSR biên là PA-A3. Cho biết rằng các LSR ATM hỗ trợ số lượng lớn LVC vừa đủ. Bao nhiêu LSR có thể được sử dụng trong toàn mạng?

Trả lời: Kết hợp VC không được sử dụng từ bảng 8 cho thấy nên sử dụng phương trình 2. Bốn lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 4$.

Bảng 9 cho $l = 4096$. Có hầu như 100 LSR ATM và LSR trên mỗi vùng nên sử dụng $n = 100$.

Quan sát thấy có một tuyến trên một LSR biên. Trong trường hợp xấu nhất, tất cả các tuyến ngoài vùng được truy cập qua một LSR đơn - điều này tập trung

các yêu cầu LVC trên tuyến đến LSR đơn đó. Trong trường hợp này, $d_e = (d - 100)$. Thay các tham số vào phương trình 2 có:

$$4096 \leq (100) + 4(100)(d - 100)$$

$$(d - 100) \geq 3696/400$$

$$d \geq 109$$

Điều này có nghĩa là chỉ 109 LSR có thể được sử dụng trong mạng. So với những ví dụ trước, chúng ta có thể thấy rằng sử dụng nhiều vùng có thể có những bất lợi chính trong mạng MPLS ATM mà không kết hợp VC.

Tính toán thiết kế: Các LSR ATM với kết hợp VC

Với kết hợp VC, các LVC đến mỗi đích sẽ được kết hợp tại mỗi LSR ATM. Điều này có nghĩa là có gần như một LVC trên một đích mỗi liên kết như thể hiện trong hình 24(a). Nếu lớp dịch vụ MPLS được sử dụng thì số LVC tăng lên rất nhiều bởi số lớp dịch vụ. Nếu d là số nhận dạng đích được biết đến trong một vùng, và c là số lớp dịch vụ sử dụng thì số LVC sử dụng trên mỗi liên kết thoả mãn:

$$l < cd \tag{3}$$

Vấn đề quan trọng khác trong chuyển mạch mà hỗ trợ kết nối VC là số LVC mà phải được kết nối cùng nhau trong một chuyển mạch ta sẽ gọi là m . Số này phụ thuộc vào số liên kết trong chuyển mạch mà ta gọi là k . Giới hạn là:

$$m < cd(k - 1) \tag{4}$$

Phương trình này được sử dụng để kiểm tra liệu số LVC đủ có sẵn trên thiết bị không, như thể hiện trong bảng 8. Cả hai phương trình cần được kiểm tra. Bảng 9 thể hiện giới hạn của LSR ATM Cisco với kết hợp VC.

Bảng 10: Kiểm tra giới hạn LVC của các LSR ATM với kết hợp VC

Thiết bị	Tham số chính	Kiểm tra lại
LSR ATM với kết hợp VC	1. Số VC hoạt động được hỗ trợ trên mỗi liên kết ATM 2. Số LVC kết hợp được hỗ trợ trên chuyển mạch hay trên mỗi card cổng mà bất cứ cái nào có thể được dùng trong kiến trúc chuyển mạch.	Phương trình (3) Phương trình (4)

Các LSR ATM với kết hợp VC: Các ví dụ ứng dụng

Một mạng sử dụng các LSR ATM BPX 8650 với kết hợp VC. Hai lớp dịch vụ được sử dụng. Mỗi BPX 8650 có card BXM OC-12/STM-4 4x1 cổng với mỗi cổng sử dụng để liên kết tới mỗi LSR ATM hay LSR biên khác. Giới hạn nào cho các LSR ATM về nếu số nhận dạng đích IP có thể được hỗ trợ bên trong vùng?

Trả lời: Bảng 10 chỉ ra các phương trình (3) và phương trình (4) cần được kiểm tra. Hai lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 2$. Mỗi chuyển mạch có bốn cổng nên $k = 4$. Tra BPX 8650 trong bảng 11 cho biết card BXM hỗ trợ LVC hoạt động 32k. Trong trường hợp này, mỗi card BXM có một cổng, nên mỗi liên kết hỗ trợ LVC 32k hay $l = 32768$. Bảng 9 cho thấy các LVC 32k có thể kết hợp trong một card BXM OC-12 1-cổng, nên $m = 32768$.

Thay vào phương trình (3) có:

$$32768 < 2d \text{ hay } d > 16k$$

Thay vào phương trình (4) có:

$$32768 < 2d(4 - 1) \text{ hay } d > 5461$$

Giới hạn từ phương trình (4) là chặt chẽ hơn nghĩa là giới hạn cho các LSR ATM là 5461 nhận dạng đích trong vùng (Các LSR biên có thể có giới hạn chặt chẽ hơn).

Bảng 11: Dung lượng LVC và các LSR ATM Cisco nếu kết hợp VC được sử dụng

Thiết bị	Giao diện phần cứng	Số lượng LVC hoạt động được hỗ trợ	Số lượng LVC kết hợp hoạt động được hỗ trợ
LS1010	Mọi phần cứng cổng ATM	4096 trên cổng OC-3, 16k trên cổng OC-12, 16k trên cổng OC-48	64k trên mỗi chuyển mạch
6400	Mọi phần cứng ATM	4096 trên cổng OC-3, 16k trên cổng OC-12, 16k trên cổng OC-48	256k trên mỗi chuyển mạch
8540 MSR	Mọi bộ đáp ứng cổng ATM	4096 trên cổng OC-3, 16k trên cổng OC-12, 16k trên cổng OC-48	256k trên mỗi chuyển mạch

BPX 8650 hay 8680	Các kiểu DX card BXM hay EX, 9.3.30 hay phần mềm tiếp đó	32k trên mỗi cổng, chung giữa 12 giao diện	32k trên mỗi BXM với một lượng tối đa 16k trên mỗi cổng trên card BXM OC-3 và các card BXM 2xOC-12. Các BXM T3/E3 và card BXM 1xOC-12 có giới hạn 32k trên mỗi cổng
-------------------------	--	---	---

Câu hỏi: Một mạng dùng các LSR ATM 8540 MSR với kết hợp VC. Bốn lớp dịch vụ được sử dụng. Mỗi MSR 8540 có 8xOC-3/STM-1 với mỗi cổng sử dụng để liên kết với LSR biên hay LSR ATM khác. Các LSR ATM có giới hạn nào cho số nhận dạng đích IP có thể được sử dụng trong vùng ?

Trả lời: Bảng 10 cho thấy cả hai phương trình (3) phương trình (4) cần được kiểm tra. Bốn lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 4$. Mỗi chuyển mạch có tám cổng. Tra MSR 8540 trong bảng 11 cho thấy các card cổng OC-3 hỗ trợ 4096 LVC hay $l = 4096$. Tương tự, bảng 11 chỉ ra rằng MSR 8540 hỗ trợ 256k kết hợp VC nên $m = 262144$.

Thay các tham số vào phương trình (3):

$$4096 < 4d \quad \text{hay} \quad d > 1024$$

Thay các tham số vào phương trình (4):

$$262144 < 4d(8 - 1) \quad \text{hay} \quad d > 9362$$

Giới hạn từ phương trình (3) là chặt chẽ hơn nghĩa là giới hạn cho các LSR ATM là 1024 nhận dạng đích trong vùng (Các LSR biên có thể có giới hạn chặt chẽ hơn).

Câu hỏi: Một mạng sử dụng LSR BPX 8650 với kết hợp VC. Bốn lớp dịch vụ được sử dụng. Mỗi BPX 8650 có 8 cổng trên card BXM OC-3/STM-1 2x4 cổng với mỗi cổng được sử dụng để liên kết tới các LSR ATM hay LSR biên khác. Các LSR ATM có giới hạn nào cho số nhận dạng đích IP có thể hỗ trợ trong vùng?

Trả lời: Bảng 10 cho thấy cả hai phương trình (3) phương trình (4) cần được kiểm tra. Bốn lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 4$. Mỗi chuyển mạch có tám

công nên $k = 8$. Tra MSR 8540 trong bảng 11 cho thấy các card BXM hỗ trợ 32k LVC hoạt động. Trong trường hợp này, mỗi card BXM công, nên ta có thể thấy rằng mỗi liên kết hỗ trợ 32k/4 LVC hay $l = 8192$. Tương tự, bảng 11 cho thấy card BXM 4xOC-3 có thể hỗ trợ 32k kết hợp VC nên $m = 16384$.

Thay các tham số vào phương trình (3):

$$8192 < 4d \quad \text{hay} \quad d > 2048$$

Thay các tham số vào phương trình (4):

$$16384 < 4d(8 - 1) \quad \text{hay} \quad d > 585$$

Giới hạn từ phương trình (4) là chặt chẽ hơn nghĩa là giới hạn cho các LSR ATM là 585 nhận dạng đích trong vùng (Các LSR biên có thể có giới hạn chặt chẽ hơn).

Tính toán thiết kế: Các LSR ATM không dùng kết hợp VC

Không dùng kết hợp VC, có thể có nhiều VC trên một đích trên mỗi liên kết như chỉ ra trong hình 24(b). Nếu tổng số các LSR ATM biên hay các LSC hoạt động như các LSR biên trong vùng là n thì có thể lên tới $c(n - 1)$ LVC trên một đích trên mỗi liên kết.

Số lượng LVC sử dụng trên mỗi liên kết sẽ thoả mãn:

$$l < cd(n - 1) \tag{5}$$

Giới hạn chặt hơn áp dụng khi $n > 2$ và mỗi LSR biên đóng góp ít nhất một đích, điều này thường đúng. Giới hạn này được bắt nguồn từ tài liệu ENG-85024 Cisco và là như sau:

$$l \leq c(n + d)^2/8, \quad 3 < d < 3n - 4 \tag{6}$$

$$l \leq c(n - 1)(d - n + 2), \quad d \geq 3n - 4$$

Một trong những phương trình này được sử dụng để kiểm tra liệu số lượng LVC đủ có sẵn trên thiết bị không, như được thể hiện trong bảng 12, chỉ ra giới hạn của các LSR ATM Cisco không có khả năng kết hợp VC.

Bảng 12: Kiểm tra giới hạn LVC của các LSR ATM không dùng kết hợp VC

Thiết bị	Trạng thái	Tham số chính	Kiểm tra lại
LSR ATM không dùng kết hợp VC	Tất cả các mạng mà mỗi LSR biên đóng góp ít nhất một đích, số LSR biên là lớn hơn 2 và số đích là lớn hơn 3.	Số VC hoạt động được hỗ trợ trên mỗi liên kết ATM	Phương trình (5)
LSR ATM không dùng kết hợp VC	Tất cả các trường hợp	Số VC hoạt động được hỗ trợ trên mỗi liên kết ATM	Phương trình (6)

Bảng 13: Các LSR ATM và dung lượng LVC nếu kết hợp VC không được sử dụng

Thiết bị	Giao diện phần cứng	Số LVC hoạt động được hỗ trợ trên mỗi liên kết
IGX 8400	Các card UXM với phần mềm hiện tại	8k trên mỗi UXM, được dùng chung giữa 8 giao diện
BPX 8650	Các card BXM cũ (trước kiểu -DX hay -EX) hay phần mềm trước 9.3.30	16k trên BXM được dùng chung giữa 12 giao diện

Các LSR ATM không dùng kết hợp VC: Các ví dụ ứng dụng

Câu hỏi: Một mạng dùng các LSR ATM 8650 mà không dùng kết hợp VC. Một lớp dịch vụ được sử dụng. Mỗi BPX 8650 có card BXM OC-3/STM-1 2x4 cổng với mỗi cổng được sử dụng để liên kết tới mỗi LSR biên hay LSR ATM khác. Có một nhận dạng đích trên mỗi LSR hay LSR biên. Tất cả các liên kết trong vùng là không được đánh số và các tuyến ngoài vùng không được nhận biết. Giới hạn nào cho các LSR ATM này nếu về số lượng các LSR hay LSR biên mà có thể được hỗ trợ trong vùng?

Trả lời: Bảng 12 cho thấy phương trình (5) có thể được dùng. một lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 1$. Tra BPX 8650 trong bảng 11 thấy rằng card BXM hỗ trợ 16k LVC hoạt động. Trong trường hợp này, mỗi card BXM có bốn cổng nên mỗi liên kết hỗ trợ 16k/4 LVC hay $l = 4096$. Chú ý rằng khi có một đích trên mỗi LSR biên thì $d = n$.

Thay các tham số này vào phương trình (5):

$$4096 \leq 1(2n)^2/8$$

$$(n^2 \geq 8192)$$

$$n > 90$$

Điều này có nghĩa là giới hạn được cho bởi các LSR ATM là 90 LSR hay LSR biên.

Câu hỏi: Một mạng sử dụng các LSR ATM BPX 8650 không dùng kết hợp VC. Hai lớp dịch vụ được sử dụng. Mỗi BPX có card BXM OC-12/STM-4 4x1 cổng, với mỗi cổng được sử dụng để liên kết tới mỗi LSR ATM hay LSR biên khác. Có 60 LSR biên trong vùng, và cùng 20 LSC. Tuy nhiên, các LSC có cấu hình điều khiển ‘disable-headend-vc’. Có 150 nhận dạng đích trong bảng định tuyến, nhưng 60 trong số này là cho LSC hay đánh số các liên kết và dùng lệnh ‘thẻ yêu cầu chuyển mạch thẻ’ trên các LSR biên. Mạng có được đảm bảo có đủ không gian LVC cho tất cả các điều kiện định tuyến không?

Trả lời: Hai lớp dịch vụ được sử dụng nên $c = 2$. Các LSC không được xem như các LSR biên do lệnh ‘disable-headend-vc’, nên $n = 60$. $d = 90$ nhận dạng đích không được lọc cho mục đích thiết lập nhãn. Bảng 12 cho thấy phương trình (5) có thể được sử dụng:

$$l \leq 2(60 + 90)^2/8$$

$$l \leq 5625$$

Tra BPX 8650 trong bảng 11 cho biết card BXP hỗ trợ 16k LVC hoạt động. Trong trường hợp này, mỗi card có một cổng nên mỗi liên kết hỗ trợ 16 k LVC. Chỉ 5625 trong số VC này được yêu cầu trong trường hợp xấu nhất nên mạng được đảm bảo để có đủ không gian LVC. (Điều này là đúng được cung cấp mà phần VSI được thiết lập để đảm bảo ít nhất 5625 VC tới MPLS trên mỗi trung kế).

Lưu ý trên các bảng định tuyến Internet

Giới hạn về nhận dạng đích được chỉ ra trong ví dụ trước nhỏ hơn nhiều so với kích thước bảng định tuyến đường trực Internet khoảng 70.000 tuyến. Mặc dù vậy, MPLS ATM có thể vẫn được sử dụng trong mạng với định tuyến Internet đầy đủ bằng cách dùng tính năng MPLS được biết đến như chặng đường tiếp theo được dán nhãn (labelling next-hop) BGP. Tính năng này cho phép các bộ định tuyến đường biên hệ

thống tự trị BGP (ASBP) thay đổi bảng định tuyến Internet với mỗi cách của BGP khác, trong khi lặp lại chỉ tập hợp con bị giới hạn của các địa chỉ này (hay không phải là tất cả) vào giao thức định tuyến bên trong (OSPF hay ISIS) qua vùng mà chúng được kết nối. Chỉ khi thiết lập của nhận dạng đích bị giới hạn được biết đến trong OSPF hay IS-IS trong mạng MPLS, giới hạn được thảo luận ở đây là đủ ngay cả khi chúng nhỏ hơn bảng định tuyến Internet.

Mạng riêng ảo MPLS Cisco mở rộng kỹ thuật labelling next-hop BGP để giải quyết các địa chỉ từ nhiều VPN của khách hàng khác nhau.

Kỹ thuật lưu lượng

Các giới hạn được thể hiện trong phương trình (1) tới (5) áp dụng khi kỹ thuật lưu lượng MPLS không được sử dụng. Nếu kỹ thuật lưu lượng được sử dụng thì một LVC sẽ được sử dụng cho mỗi đường hầm kỹ thuật lưu lượng trên mỗi liên kết, thêm vào các giới hạn như trên.

Các tính toán lựa chọn

Các giới hạn trong phương trình (1) đến (5) có thể không thật chính xác. Số LVC thường được sử dụng trên một liên kết riêng có thể ít hơn nhiều so với gợi ý các giới hạn này, đặc biệt nếu kết hợp VC không được sử dụng. Tuy nhiên thật khó để tính toán một cách chính xác bao nhiêu sẽ được yêu cầu. Điều này phụ thuộc vào hình dáng và trạng thái chính xác của mạng, và đường chính xác được lựa chọn bởi định tuyến IP. Nếu điều này được phân tích, đưa vào tính toán những thứ như định tuyến đa đường và liên kết bị hỏng, thì số LVC ít hơn có thể dành riêng một cách an toàn trên mỗi liên kết. Điều này sẽ được xử lý tương đối phức tạp. Trong bất kỳ trường hợp nào, các giới hạn ở trên sẽ là đảm bảo.

Nhận xét

Một mạng mà ở đó một trong những LSR không có không gian kết nối LVC có chức năng dàn xếp cao. Có ít cách để điều khiển những LVC nào được tạo ra và những LVC nào không được tạo ra. Điều này có thể dẫn đến định tuyến hỏ đen hay thực thi chuyển tiếp nghèo. Rất quan trọng để thiết kế mạng một cách cẩn thận từ việc bắt đầu đến xác định nguồn tài nguyên chuyển mạch mà số LVC đủ là có hiệu lực trên mỗi liên kết.

3.3.5 Thiết kế mạng liên tục

Thiết kế mạng là một quá trình liên tục. Khi một mạng MPLS-ATM được triển khai, các hoạt động thiết kế liên tục được yêu cầu để:

- Kiểm tra lại những điều đã chấp nhận được sử dụng trong mạng ban đầu.
- Điều chỉnh mạng như có các khách hàng mới và PoP được thêm vào.

Quá trình liên tục sẽ bao gồm các bước sau:

1. Đo lường PoP thực và lưu lượng liên kết và so sánh lại:

- Lưu lượng được đoán trước
- Dung lượng kết nối

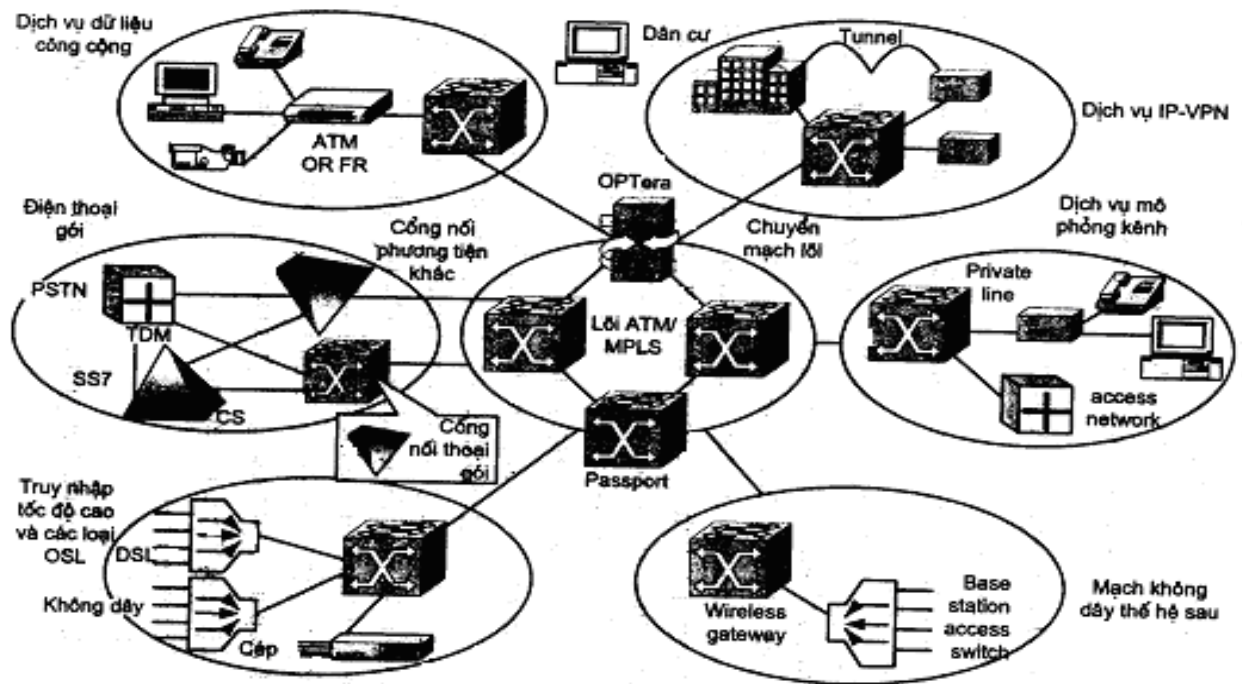
2. Dựa vào sự so sánh giữa lưu lượng thực tế và lưu lượng dự đoán, một vài chấp nhận mô hình có thể được thay đổi. Ví dụ, phân phối lưu lượng qua các nút có thể là khác nhau so với dự đoán ban đầu. Xem lại thiết kế ban đầu và định kích thước nếu sự chấp nhận mô hình bị thay đổi. Các liên kết dài thông cao hơn hay thấp hơn có thể được yêu cầu.

3. Khi khách hàng được thêm và khi lưu lượng tăng, xem lại thiết kế ban đầu để:

- Thêm các LSR biên mới cho các PoP
- Thêm các liên kết mới đến mạng
- Điều chỉnh định tuyến
- Kiểm tra việc xác định LVC đủ trên các liên kết

3.4 Ứng dụng mô hình mạng ATM MPLS trong giải pháp của NORTEL

Cấu trúc chung của mạng thế hệ sau do Nortel đưa ra như hình 25:



Hình 25: Mô hình mạng thế hệ sau của Nortel

Passport là giải pháp chính trong các giải pháp mạng của Nortel cho các dịch vụ Internet. Passport cho phép rất nhiều các dịch vụ bao gồm cả điện thoại Internet, DSL, VPN và cả 3G không dây, đáp ứng các nhu cầu khác nhau của các nhà cung cấp như khả năng mở rộng, độ tin cậy,... Tất cả đều được bổ sung nhờ bộ quản lý dữ liệu đa dịch vụ, cung cấp các khả năng quản lý dịch vụ và mạng phong phú.

Được thiết kế để đáp ứng từng bước với những đòi hỏi của các nhà cung cấp dịch vụ, Passport có kiến trúc đáng tin cậy, các chức năng đa dịch vụ cho phép cung cấp rất nhiều dịch vụ trên một tổng đài, giảm chi phí quản lý và vận hành, đồng thời tăng cường lãi suất dịch vụ.

Một vài dịch vụ mà Passport đưa ra để đáp ứng với những đòi hỏi của sự phát triển mạng:

- Tập hợp DSL tốc độ cao.
- Thoại gói tin.
- IP VPN.
- Các dịch vụ dữ liệu công cộng – ATM.
- Các dịch vụ dữ liệu công cộng - chuyển tiếp khung.

- Các dịch vụ dữ liệu công cộng – IP dựa trên chuyển tiếp khung.
- Các dịch vụ dữ liệu công cộng - Chuyển tiếp khung đa đường truyền.
- Thay thế kênh thuê riêng/DCS.
- Các dịch vụ quản lý mạng.
- 3G không dây.

Tổng đài đa dịch vụ Passport 1500

Tổng đài đa dịch vụ Passport 15000 có dung lượng cung cấp chuyển tiếp khung,IP,ATM,MPLS và các dịch vụ thoại nhằm đáp ứng các thách thức cho các nhà cung cấp dịch vụ dữ liệu và thoại hiện nay. Các đặc tính của sản phẩm này là:

- Có tính linh hoạt
- Có độ tin cậy
- Có khả năng mở rộng

3.5 Tóm tắt chương

Như vậy, chương 3- *Thiết kế mạng ATM MPLS* đã trình bày các bước thiết kế mạng ATM MPLS và đi sâu nghiên cứu từng bước và tìm hiểu thiết kế mô hình mạng ATM MPLS tại Australia. Tiếp theo, nghiên cứu giải pháp của Nortel về mạng thế hệ sau với mạng lõi theo công nghệ ATM MPLS.

CHƯƠNG 4: TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG CỦA MẠNG ATM MPLS

4.1 Các tiêu chí xây dựng mô hình mạng viễn thông phục vụ cho đào tạo

Thiết kế mô hình mạng ATM MPLS phục vụ trong đào tạo phải theo những tiêu chí sau:

a/ Phục vụ đào tạo công nghệ truyền thông hiện đại.

Đặc thù của công nghệ viễn thông là công nghệ hệ thống mạng tính toàn cầu. Theo chuẩn thống nhất toàn khu vực và toàn cầu. Những nước đang phát triển như Việt Nam, kỹ thuật công nghệ viễn thông phải giải quyết các nhiệm vụ sau:

– Xây dựng cơ sở hạ tầng viễn thông hiện đại hợp chuẩn quốc tế, đáp ứng được mọi loại hình dịch vụ viễn thông tiên tiến, thiết lập được các kênh thông tin điểm đến đa điểm, truyền thông đa phương tiện, nhiều người dùng, chất lượng dịch vụ cao.

– Sinh viên, học viên cao học ngành viễn thông muốn tiếp cận công nghệ viễn thông thực tế rất khó khăn, không có nhà máy xí nghiệp nào, một công ty nào có thể tiếp nhận một số đông sinh viên thực tập thực tế. Hệ thống viễn thông quốc gia vận hành liên tục, không thể cho sinh viên thực hành để học tập công nghệ được. Các cơ sở đào tạo viễn thông phải tự mình xây dựng các phòng thí nghiệm mô phỏng hệ thống truyền thông tin để sinh viên thực hành công nghệ, nghiên cứu phát triển công nghệ.

– Xây dựng mạng viễn thông riêng cho ngành Công nghệ Điện tử viễn thông trong trường ĐHCN là bức thiết. Tại đây sinh viên, nghiên cứu sinh cũng như các cán bộ giảng dạy hoàn toàn chủ động trong việc nắm vững công nghệ, khoa học và các thiết bị trong lĩnh vực truyền thông hiện đại.

– Bộ môn Viễn thông thuộc khoa Công nghệ, Đại học Quốc Gia Hà Nội là nơi nghiên cứu, đào tạo cơ bản và chuyên sâu về công nghệ viễn thông. Song song với việc giảng dạy lý thuyết, hướng dẫn học viên tìm hiểu các lĩnh vực công nghệ mới, khoa luôn chú trọng đến việc hiện đại hoá các phòng thí nghiệm với mục đích ứng dụng thử nghiệm các công nghệ này, bám sát sự phát triển nhanh chóng của các lĩnh vực công nghệ mũi nhọn trước khi chúng được đưa ra triển khai trên mạng viễn thông công cộng.

– Mạng được xây dựng nhằm mục đích phục vụ cho công tác đào tạo thực hành công nghệ truyền thông, nghiên cứu phát triển các dịch vụ viễn thông tiên tiến. Mô hình mạng phải tương tự như mạng viễn thông công cộng bám sát với thực tiễn Việt Nam, bám sát sự hướng phát triển của hệ thống viễn thông hiện đại.

b/ Công nghệ truyền thông dùng trong mạng phải hiện đại mang tính toàn cầu.

Xu hướng phát triển ngày càng thể hiện rõ của các công nghệ chuyển mạch trong hệ thống viễn thông hiện đại là hợp nhất tiến tới công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức – MPLS hoạt động trên các công nghệ ATM, công nghệ Frame Relay, công nghệ IP đang tồn tại.

Mô hình hệ thống viễn thông phục vụ cho đào tạo công nghệ truyền thông hiện đại nhất thiết phải xây dựng và phát triển theo hướng này. Việc nghiên cứu tìm hiểu các điều kiện để xây dựng mạng ATM MPLS là cách tiếp cận nhanh nhất các công nghệ mới trong truyền thông.

c/ Mạng phải đáp ứng được các dịch vụ truyền thông đa phương tiện, các dịch vụ viễn thông triển khai trên mạng phải hiện đại, tiên tiến, đảm bảo chất lượng dịch vụ và đáp ứng được lượng khách hàng ngày càng tăng nhanh.

Để đáp ứng được tiêu chí này mạng chuyển mạch phải được xây dựng theo mô hình cấu trúc của mạng MPLS.

Để tiến tới mạng hoàn toàn MPLS, hiện nay trên thế giới và tại Việt Nam đang phát triển thành mạng chuyển mạch ATM MPLS có khả năng cung cấp các dịch vụ truyền thông đa phương tiện với tốc độ cao, đáp ứng các nhu cầu của khách hàng cũng như số lượng khách hàng tăng nhanh.

d/ Kiến trúc mạng theo hệ thống mở.

Mạng viễn thông phải được xây dựng theo mô hình kết nối hệ thống mở, phù hợp với xu hướng phát triển của hệ thống viễn thông số hiện đại. Mạng có cấu trúc linh hoạt, có thể dễ dàng nâng cấp phát triển mở rộng quy mô mạng.

e/ Đảm bảo vốn đầu tư đối với mạng hiện tại.

4.2. Xây dựng mô hình mạng ATM MPLS ứng dụng trong đào tạo

Để xây dựng mô hình mạng viễn thông theo công nghệ mới theo các tiêu chí đã nêu, cần nghiên cứu các vấn đề sau :

– Nghiên cứu xây dựng kiến trúc tổng thể mạng đường trục theo định hướng mạng ATM MPLS.

– Nghiên cứu xây dựng mô hình mạng phục vụ cho đào tạo dựa trên công nghệ mạng ATM MPLS. Các nút của mạng là các bộ định tuyến 7200 của Cisco. Để kết nối các tổng đài cần có chuyển mạch IGX 8410 của Cisco. Do vậy cần phải nghiên cứu các

thiết bị trên và lượng các kênh ảo nhãn – LVC có trong mạng cũng như các lưu lượng qua các đường chuyển gói tin trong mạng.

– Nghiên cứu các thiết bị trên mạng ATM MPLS, các ứng dụng trên mạng ATM MPLS.

a) Mạng đường trục hệ thống viễn thông.

Cấu trúc của mạng đường trục phải đảm bảo các yêu cầu:

– Hỗ trợ dịch vụ truy cập thế hệ sau (Next-Generation Access Services) tại rìa mạng với khả năng đa dạng hoá dịch vụ cho hàng loạt các ứng dụng.

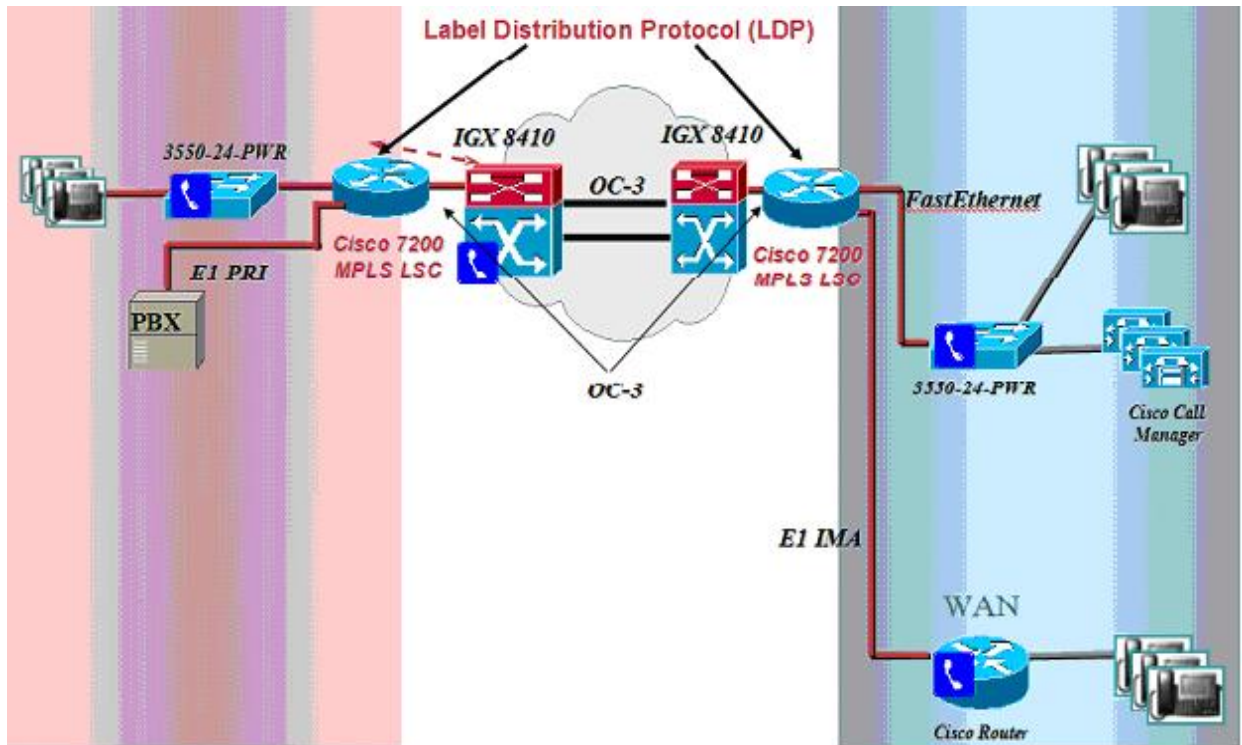
– Hỗ trợ nhiều mức chất lượng dịch vụ QoS và lớp dịch vụ CoS

– Cấu trúc có khả năng phát triển, bảo mật và tự khắc phục lỗi cho các luồng truy cập và luồng trục chính.

– Hỗ trợ các luồng lưu lượng thoại và dữ liệu.

– Linh hoạt trong việc thừa kế các ứng dụng và dịch vụ đang có trên mạng trong khi vẫn có khả năng cung cấp các dịch vụ mới.

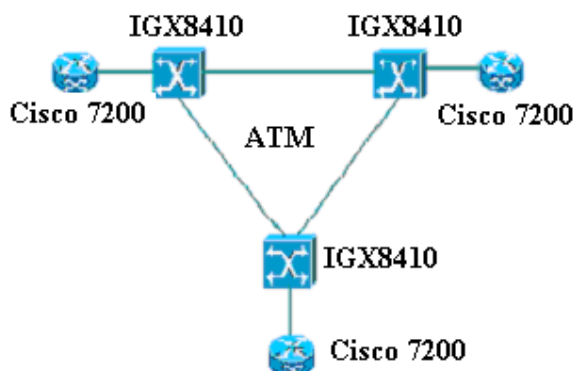
Để đáp có thể đáp ứng được các yêu cầu trên cần phải áp dụng công nghệ chuyển mạch ATM MPLS đa dịch vụ. Sơ đồ mạng viễn thông đường trục theo dự kiến được trình bày trên hình 26. Trên đó các nút mạng dùng chuyển mạch WAN ATM (ATM WAN Switch) của hãng Cisco IGX 8410 ; bộ định tuyến chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS Cisco7200 và nối với các Catalyst 3550 và các thiết bị khác như hình 26. Cấu hình mạng dự kiến này hoàn toàn đạt được những mục tiêu thiết kế đã đề ra ở trên. Nó đã được triển khai từng bước tại Bộ môn Viễn thông.



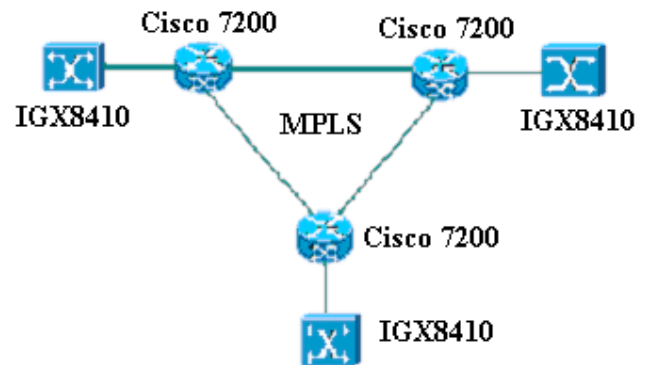
Hình 26: Mạng đường trục theo công nghệ ATM MPLS

b) Mô hình mạng ATM MPLS phục vụ cho đào tạo

Có hai kiểu kết hợp mạng ATM cùng mạng MPLS là mạng với biên MPLS và lõi ATM, mạng với biên ATM và lõi MPLS như hình 7 và hình 8 dưới đây:



Hình 27: Mạng ATM MPLS với lõi ATM và biên MPLS

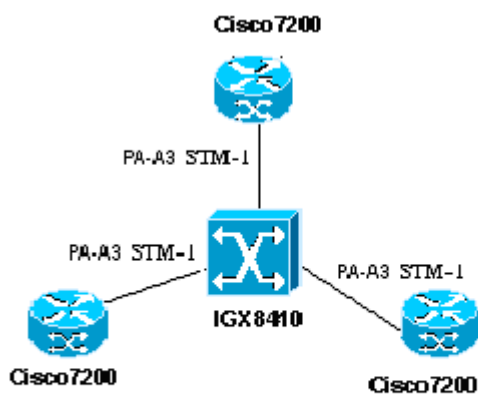


Hình 28: Mạng ATM MPLS với lõi MPLS và biên ATM

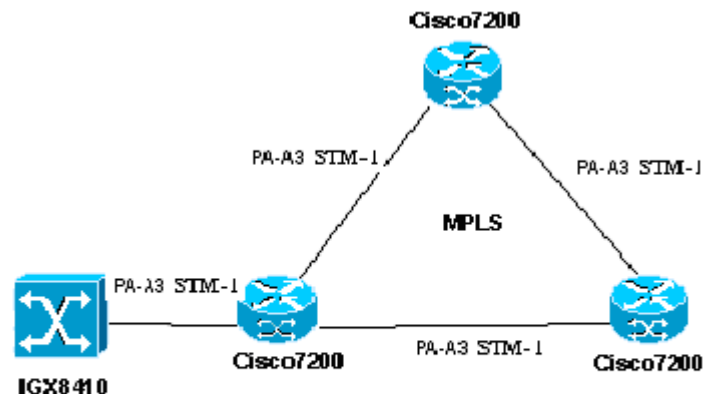
Mô hình trên thường áp dụng cho mạng chuyển mạch Quốc gia với các thiết bị có lưu lượng đường dây truy nhập và đường trung kế nhiều và tốc độ cao hơn. Ví dụ như 3 bộ định tuyến chuyển mạch lõi M160 với thông lượng chuyển mạch là 160Gb/s

đặt tại 3 nút là Hà Nội, Đà Nẵng, Hồ Chí Minh và các bộ định tuyến biên ERX đặt tại các tỉnh thành khác.

Tuy nhiên để thực thi mạng như hình 27 hay hình 28 trên cần lắp đặt đến 3 bộ định tuyến biên Cisco 7200 (mỗi bộ giá khoảng 40.000\$) và 3 thiết bị chuyển mạch WAN ATM IGX8410 (mỗi thiết bị giá khoảng 55.000\$). Với các thiết bị có sẵn trong phong thực hành Viễn Thông (mạng truy nhập và IGX8410) và để tiết kiệm kinh phí hơn (chỉ cần 3 thiết bị Cisco 7200) ta có thể thiết kế mạng ATM MPLS phục vụ cho đào tạo theo hình 29 hay hình 30 dưới đây:



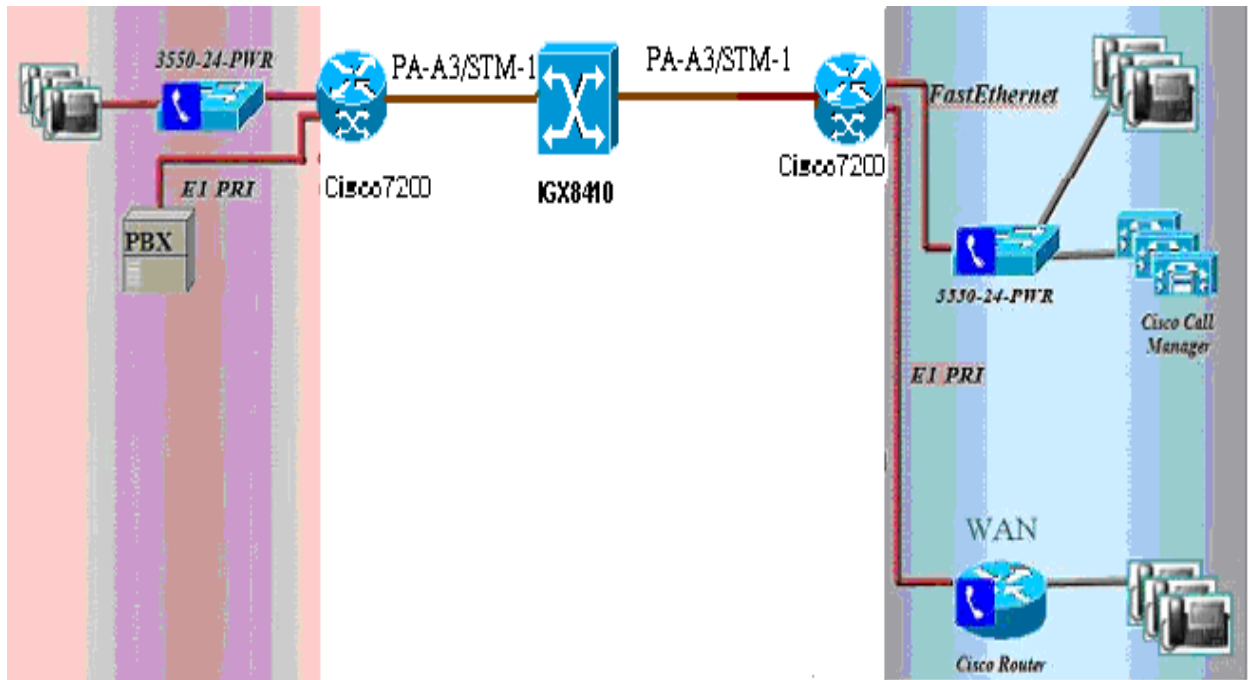
Hình 29 Mạng ATM MPLS với một IGX8410 ở lõi



Hình 30: Mạng ATM MPLS với một IGX8410 ở biên

Trên đó các nút mạng dùng chuyển mạch WAN ATM (ATM WAN Switch) của hãng Cisco IGX 8410 với module chuyển mạch ATM vạn năng-UXM (có 4 cổng OC-3/STM-1 trên module) và bộ định tuyến chuyển mạch nhãn đa giao thức MPLS Cisco7200 với bộ thích nghi PA-A3 (có 4096 LVC hoạt động được hỗ trợ), lưu lượng trên các đường liên kết là STM-1 (nhiều luồng E1). Cấu hình mạng này hoàn toàn đạt được những mục tiêu thiết kế mạng viễn thông ứng dụng trong đào tạo đã nêu ra ở trên.

Mô hình tiết kiệm nhất (chỉ cần 2 thiết bị Cisco 7200) có thể lắp đặt theo đường trục ATM MPLS đơn giản như hình 31:



Hình 31: Mạng đường trục ATM MPLS đơn giản.

c) Các thiết bị chính trong mạng

- Bộ định tuyến Cisco hệ 7200

Trong các sơ đồ trên các bộ định tuyến nằm ở biên mạng đường trục được lựa chọn điển hình là các bộ định tuyến Cisco hệ 7200. Việc sử dụng các bộ định tuyến này, kỹ thuật MPLS có thể được hỗ trợ trên mọi kiểu liên kết như: ATM, gói qua SONET, Ethernet, ...v.v.

Bộ định tuyến MPLS 7200 có bốn khe cắm với nguồn cung cấp năng lượng và phần mềm IOS, một module kết nối tới tổng đài IGX8410.

Trong bộ định tuyến 7200 có các đường truy cập như: các đường serial/frame relay trên E1/T1, 10Mb/s và fast ethernet, ISDN BRI, HSSI, cổng song song tốc độ cao, E3, T3, hoặc OC3/STM-1 ATM, gói trên SONET/SDH và các đường truy cập khác.

- Chuyển mạch WAN ATM IGX 8410

Chuyển mạch WAN ATM IGX 8410 của Cisco nằm trên các nút mạng đường trục, tạo ra các kênh ảo, đường ảo cần thiết để cấp phát cho các ứng dụng voice, fax và video của các doanh nghiệp hiện nay. Hiện nay trên thị trường đang có sẵn các chủng loại IGX8400: IGX 8410 với 8 khe cắm, IGX 8420 với 16 khe cắm hoặc IGX 8430

với 32 khe cắm, IGX 8400 cấp số đưa ra tính mềm dẻo lớn nhất phù hợp với yêu cầu mở rộng phạm vi của các doanh nghiệp.

IGX 8410 được tích hợp với các chuyên mạch WAN Cisco, các thiết bị truy cập và các sản phẩm thiết bị truyền thông cá nhân khác, đưa ra một giải pháp mạng từ đầu cuối tới đầu cuối mà hiệu quả hoạt động lớn nhất và giá thành thấp nhất. Để bắt đầu cho cơ sở hạ tầng của mạng IP và Internet, và dẫn đường cho các doanh nghiệp, thích hợp với sự thay đổi về thương mại và các nhu cầu ứng dụng. IGX 8410 cấp phát dải tần một cách hiệu quả nhất trong công nghiệp. Chất lượng dịch vụ thông minh và các tính năng quản lý băng tần đảm bảo rằng tất cả các ứng dụng đều có được chất lượng dịch vụ đúng như mong đợi. Các tính năng của IGX cũng cho phép mở rộng việc quản lý lưu lượng và tự động định cấu hình một cách linh hoạt giúp các bộ định tuyến tiết kiệm thời gian và làm tăng khả năng thực hiện. Kết nối các dịch vụ công cộng làm giảm giá thuê bao mang lại hiệu quả cao cho việc liên kết các mạng WAN.

Tốc độ cho phép trên các cổng đầu cuối linh hoạt từ 1.2Kbps đến OC-3/STM-1 (155.52MBPS) và trên các cổng trung kế từ T1/E1 đến OC-3/STM-1, đem đến cho các nhà khai thác mạng giải pháp kết nối hệ thống tối ưu cho các môi trường truyền dẫn chuyên nghiệp.

IGX 8410 cho phép hợp nhất các mạng trên một đường trục đa dịch vụ. Với các giao diện định tuyến lớp 3 cho việc truyền tải ATM, Frame Relay, đồng bộ và không đồng bộ dữ liệu, ghép kênh phân chia thời gian, Internet, video, và lưu lượng thoại. IGX 8410 hợp nhất nhiều kiểu lưu lượng trên một đường trục tin cậy. Các tính năng quản lý lưu lượng tiên bộ đảm bảo rằng mỗi ứng dụng tự động nhận được dải thông và chất lượng dịch vụ cần thiết.

4.3 Nhận xét

– Mô hình mạng trên cho phép rất nhiều các dịch vụ bao gồm cả điện thoại Internet, DSL, VNP và có thể triển khai các dịch vụ băng thông rộng mới như VDSL, WLAN... đáp ứng các nhu cầu khác nhau của các nhà cung cấp dịch vụ như khả năng mở rộng, độ tin cậy...

– Được thiết kế để đáp ứng từng bước với những đòi hỏi của các nhà cung cấp dịch vụ, mô hình trên có kiến trúc đáng tin cậy, các chức năng đa dịch vụ cho phép cung cấp rất nhiều dịch vụ trên một tổng đài như thoại, gửi file, gửi hình ảnh, chat...

– Với ba bộ định tuyến của Cisco hệ 7200 cùng các thiết bị có sẵn trong phòng thực hành Viễn thông, mô hình trên hoàn toàn có thể thực hiện được. Mô hình này có thể áp dụng cho trường Đại học Công Nghệ, tương ứng với các điểm truy nhập có thể là 3 khoa trong trường là: Công nghệ Điện tử Viễn thông, Công nghệ Thông tin, Vật lý Kỹ thuật.

– Do vậy, để hoà nhập và theo kịp sự phát triển của công nghệ hiện đại, lắp đặt mạng ATM MPLS trong phòng thực hành Viễn thông là rất cần thiết. Tuy rằng đó mới chỉ là nghiên cứu triển khai trên quy mô nhỏ nhưng mô hình đã mô phỏng được cấu hình hệ thống trên thực tế và có thể nâng cấp thành mạng quốc gia. Đứng trên phương diện nghiên cứu và phục vụ cho công tác đào tạo các công nghệ hiện đại, mô hình trên có thể giúp cho sinh viên Đại học và học viên Cao học có những kiến thức cơ bản nhất cả trên phương diện lý thuyết và thực hành.

4.4 Tóm tắt chương

Trong chương này đã tìm hiểu các tiêu chí xây dựng mạng phục vụ cho đào tạo. Từ đó đi sâu nghiên cứu triển khai mô hình mạng ATM MPLS ứng dụng thực tế. Các đánh giá, nhận xét về mô hình trên cũng được đề cập đến.

KẾT LUẬN

Sự phát triển không ngừng của công nghệ đã đem lại cho chúng ta những lợi ích thiết thực trong cuộc sống. Sự ra đời và phát triển của công nghệ MPLS đã được khẳng định nhằm đáp ứng nhu cầu đa dịch vụ, đa phương tiện của người dùng. MPLS không chỉ là một công nghệ băng rộng hiện đại và nâng cao mà còn là cốt lõi hoặc mũi nhọn của mạng. MPLS là nền tảng với độ tin cậy cao, giá thành thấp cho cơ sở hạ tầng Internet và các mạng IP đa dịch vụ. MPLS cho phép các nhà khai thác viễn thông giảm bớt chi phí vận hành, đơn giản hóa việc quản lý lưu lượng và hỗ trợ các dịch vụ IP liên kết với nhau. MPLS được coi như một công nghệ tiềm năng cho mạng NGN trong thời gian tới đây.

Trong điều kiện hiện nay, việc nghiên cứu và vận dụng mô hình mạng ATM MPLS có thể áp dụng trong đào tạo giúp các sinh viên đại học hay học viên cao học có thể tìm hiểu cả lý thuyết và thực hành về những công nghệ hiện đại. Đặc biệt, mô hình này còn có thể áp dụng vào thực tế Việt Nam để giải quyết những vấn đề rất thiết thực và có đòi hỏi cấp bách.

Luận văn đã trình bày tổng quan về công nghệ MPLS và các thiết bị cũng như hoạt động của MPLS. Đặc biệt, luận văn đã đi sâu nghiên cứu, tìm hiểu các bước thiết kế mô hình mạng ATM MPLS. Hơn nữa, luận văn cũng trình bày các mô hình mạng triển khai tại Việt Nam và một số nước trên thế giới. Cuối cùng, luận văn nghiên cứu mô hình mạng này để có thể triển khai ứng dụng phục vụ cho đào tạo tại bộ môn Viễn Thông - trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội.

MPLS là một đề tài rất hay và rộng lớn. Ngoài những vấn đề đã đề cập trong luận văn, còn rất nhiều những vấn đề khác về MPLS như: chất lượng dịch vụ, điều khiển lưu lượng, mạng riêng ảo và công nghệ IP/MPLS trên nền DWDM, chuyển mạch bước sóng đa giao thức - MLλS, công nghệ chuyển mạch nhãn đa giao thức tổng quát – GMPLS. Do vậy, em rất mong muốn có được tiếp tục nghiên cứu tiếp đề tài này.

Trong thời gian làm luận văn em đã cố gắng tìm hiểu đề tài luận văn của mình. Tuy nhiên, do thời gian làm luận văn và trình độ còn hạn chế em thấy mình mới chỉ tìm hiểu một phần nhỏ trong một lĩnh vực mạng viễn thông rất rộng lớn và hấp dẫn. MPLS là một công nghệ hiện đại và rất mới mẻ ở Việt Nam. Vì vậy, luận văn này sẽ không thể tránh khỏi thiếu sót và hạn chế, em mong nhận được mọi ý kiến đóng góp của các thầy cô giáo và các bạn quan tâm đến vấn đề này. Xin trân trọng cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. “*Designing ATM MPLS Networks*” <http://www.cisco.com>.
- [2]. “*Multiprotocol Label Switching (MPLS)*” <http://www.iec.org>.
- [3]. http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/core/7200/prodlit/c7200_ds.htm
- [4]. http://www.cisco.com/warp/public/cc/cisco/mkt/access/dslaggr/prodlit/6400_ds.htm
- [5]. TS. Lê Ngọc Giao “*Các tổng đài đa dịch vụ trên mạng viễn thông thế hệ sau*” - Nhà xuất bản Bưu điện.
- [6]. “*Hội tụ Viễn thông và CNTT trong kỷ nguyên mới*” Nhà xuất bản bưu điện – 2004.
- [7]. “*Bài báo về triển khai hệ thống viễn thông ứng dụng trong đào tạo*” Phòng thí nghiệm Viễn thông - trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc Gia Hà Nội.