عنوان مقاله : Cell Mode MPLS Operation

گروه مطالعاتی : IP

گروه کاری : MPLS

ارائه دهنده: ابراهيم سالارعابدي

تاریخ ارائه: ۱۹ /۱۰/ ۸۳

سرپرست گروه کاری: احمد آقامیرزائی

اصلاح کننده : ابراهيم سالارعابدي

تاریخ اصلاح: ۸۴/۱/۳۰

مرجع: فصل سوم کتاب MPLS and VPN Architecture

۱. مقدمه ای درباره ATM
   - ساختار شبکه ATM
   - آدرس عناصر شبکه
   - پروتکل روتینگ در ATM
۲. مقدمه ای درباره MPLS Over IP
۳. MPLS Over ATM
   - مقدمه
   - تعاریف
   - اجرای پروتکل MPLS در یک سوئیچ ATM
   - برقراري ارتباطات کنترلی
   - ارسال پکتها در امتداد شبکه ATM-LSR
   - چگونگی انتخاب و توزیع لیبل در شبکه ATM-LSR
   - VC Merge
   - Convergence Across an ATM-LSR Domain

ساختار شبکه ATM

اولین شبکه های دیجیتال از تکنیک TDM برای انتقال داده ها استفاده می کردند، در این شبکه ها ، به محض درخواست انتقال داده توسط کاربر ، یک کانال دائمی (بازه زمانی – Time Slot) از مبدا تا مقصد رزرو می گردد سپس جریان داده ها بدون هیچگونه بسته بندی منتقل می گردد و تا پایان درخواست قطع ارتباط ، این کانال باقی می ماند. اما همانطور که می دانید میزان اتلاف منابع در این شبکه ها بسیار بالا می باشد و نمونه بارز آن را در شبکه های تلفن معمولی می توان ملاحظه نمود.

اما شبکه ATM به منظور استفاده بهینه تر از منابع ، جریان داده ها را به بسته هایی ثابت به نام سلول تقسیم می کند. هر سلول ATM شامل ۵۳ بایت است که ۵ بایت اول اطلاعات کنترلی (Header) و ۴۸ بایت بعدی داده می باشد. کوچک بودن و ثابت بودن اندازه سلول این مزیت را دارد که مدت زمان زیادی برای ذخیره کردن و ارسال آن نیاز نیست و بنابراین تاخیر زیادی ایجاد نخواهد شد. سرعت بالای سوئچینگ از مزایای مهم شبکه ATM می باشد.، اما ، شکستن داده ها (به عنوان نمونه یک تصویر) به سلولهای کوچک باعث ایجاد مقدار زیادی هدر می شود ، که این از معایب ATM به شمار می آید.

در قسمت هدر سلول ATM فیلدی به نام VCI(VPI/VCI) وجود دارد که شماره کانال مجازی رزرو شده را نشان می دهد. در هر قسمت از مسیر این شماره کانال مجازی می تواند تغییر یابد . سلولها بر اساس این شماره ، مسیر تا مقصد را طی می نمایند.. سوئچهای ATM نیز بر اساس این فیلد فرایند تصمیم گیری را انجام می دهند.

VPI = Virtual Path Identifier

VCI= Virtual Channel Identifier

سلولهای ATM به دو دسته تقسیم می شوند:

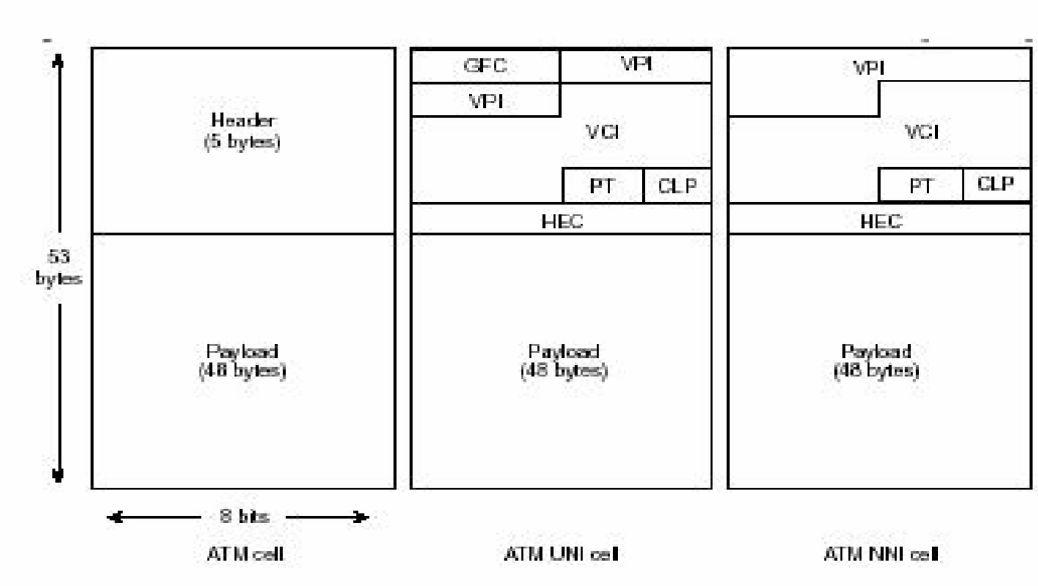
۱- سلولهایی که اطلاعات کنترلی را حمل می کنند

NNI= Network – Network Interface

۲- سلولهایی که شامل داده ها می باشند

UNI = User – Network Interface

بیتی در هدر سلول به نام PT(Pay Load Type) وجود دارد که این دو نوع را مشخص می کند.



آدرس عناصر شبکه

آدرس عناصر در شبکه ATM یک عدد ۲۰ بایتی می باشد . این آدرس به دلیل شباهتش به آدرس NSAP در مدل OSI به آدرس NSAP معروف شده است ، اما بهتر است ATM Private Network Address نامیده شود. . هنگامی که عنصری انتهایی به شبکه اضافه می گردد، آدرس MAC خود را به سوئیچ می فرستد و آدرس کامل خود را دریافت می نماید و آدرس آن نیز در کل شبکه ثبت (Register) می شود و جداول مسیریابی سوئیچها نیز Update می شوند. آدرس NSAP مشابه آدرس IP در شبکه IP می باشد، اما باید توجه داشت که بر خلاف پکتهای IP ، که حاوی آدرس IP مقصد می باشند، سلولهای ATM حاوی آدرس NSAP مقصد نمی باشند ، بلکه حاوی شماره کانال مجازی رزرو شده بعدی می باشند ، همین امر موجب نوعی لیبل گذاری بر روی پکتهای ATM شده است.
این آدرس شامل سه جزء اصلی می باشد:

AFI: Authority and Format identifier
IDI: Initial domain Identifier
DSP: Domain Specific Part

بر حسب مقادیر AFI و IDI سه نوع فرمت آدرس وجود دارد:

- NSAP Encoded E.164 format

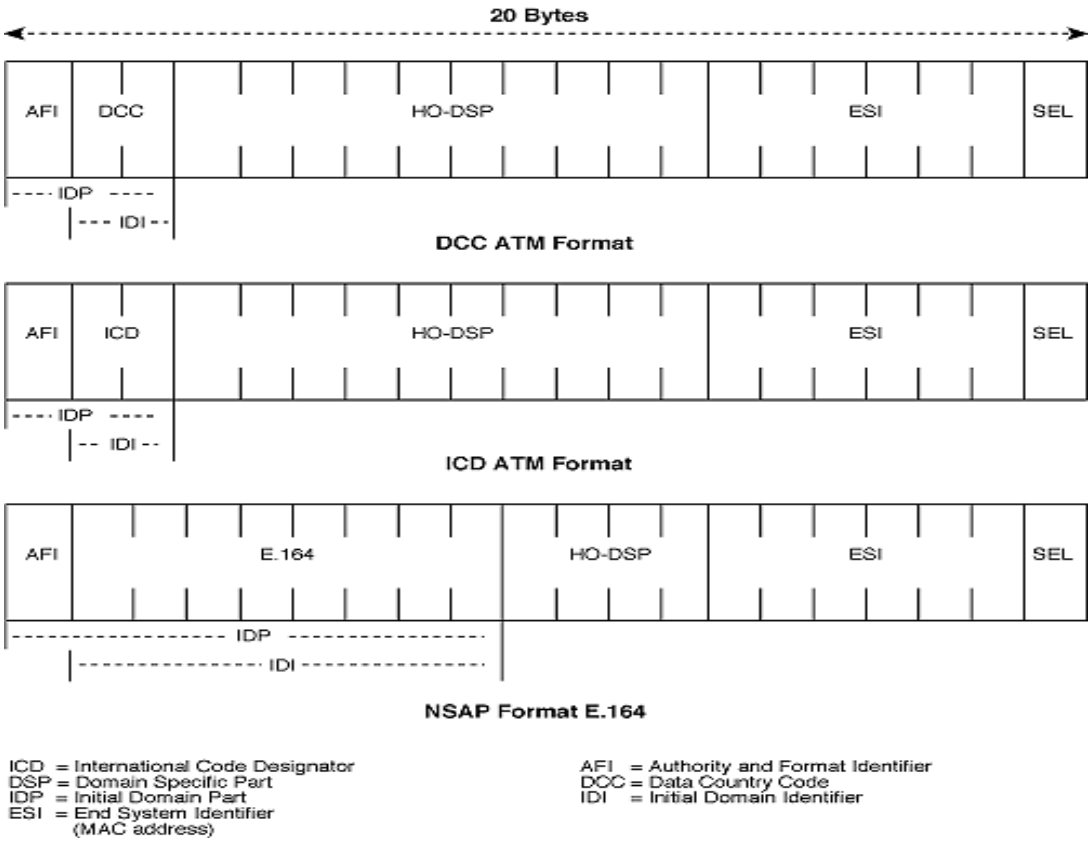
در این حالت IDI نشان دهنده فرمت E.164 می باشد.

- DCC Format

در این حالت IDI نشان دهنده کد کشوری می باشد و بقیه آدرس توسط کمیته ملی هر کشور مشخص می شود.

- ICD Format

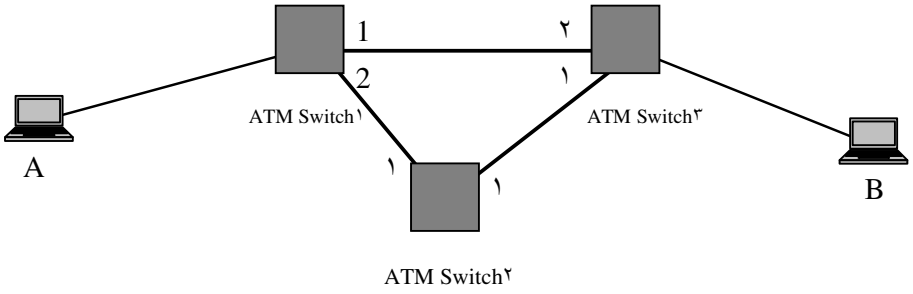
در این حالت IDI نشان دهنده طراح کد بین المللی است و بقیه آدرس نیز توسط سازمانهای بین المللی مشخص می شود.



پروتکل روتینگ در ATM

یک سوئیچ ATM برای انتقال داده ، از تکنیک اتصال گرا (Connection Oriented) استفاده می نماید، بدین ترتیب که ابتدا یک کانال مجازی (Virtual Circuit) برای انتقال داده برقرار و سپس داده ها (سلولها) منتقل می شوند و پس از پایان انتقال ، کانال رزرو شده آزاد می

شود. همانطور که می دانید این دقیقا بر خلاف شبکه IP می باشد. شبکه IP از تکنیک Connection Less استفاده می کند. یک سوئیچ IP برای انتقال داده ها (پکتها) ، به محض دریافت بسته داده ، فرایند تصمیم گیری را انجام داده و آن را به سمت مقصد می فرستد. پروتکل روتینگ در شبکه ATM، Private NNI (P-NNI) می باشد.
مثال زیر روتینگ و انتقال داده بین دو نقطه A , B را نشان می دهد:



۱- یک پیام Setup توسط سیستم A به سوئیچ ۱ ارسال می شود. این پیام شامل آدرس B (آدرس مقصد) می باشد. پیامهای Setup یا ATM Signalingها بصورت پیش فرض در هر لینک بر روی مسیر ۰ و کانال مجازی ۵ ارسال می شوند، یعنی آنکه ، در سلولهای حاوی پیامهای کنترلی ، VPI=0 و VCI=5 می باشد.

۲- سوئیچ ۱ بر اساس پروتکل روتینگ PNNI و فاکتورهای ترافیک و QOS ایترفیس خروجی را پیدا نموده و جدول Forwarding خود را Update می نماید:

Input Interface	VPI/VCI In	VPI/VCI Out	Output Interface
-	-	۱/۷	۲

۳- سوئیچ 2 نیز بر اساس پروتکل روتینگ PNNI و فاکتورهای ترافیک و QOS ایترفیس خروجی را پیدا نموده و جدول Forwarding خود را Update می نماید:

Input Interface	VPI/VCI In	VPI/VCI Out	Output Interface

۱	۳/۲	۱/۷	۱

۴- سوئیچ ۳ نیز بر اساس پروتکل روتینگ PNNI ، کانال مجازی اختصاص داده شده ، را برای سیستم B رزرو می نماید:

Output Interface	VPI/VCI Out	VPI/VCI In	Input Interface
-	-	۱/۷	۱

بدین ترتیب کانال های مجازی برای انتقال داده رزرو می شود و سپس داده ها می توانند از مسیر رزرو شده منتقل شوند. هر سوئیچ ، سلول داده ای را که دریافت نماید ، اینترفیس ورودي و مقدار VPI/VCI در سلول ورودي را با جدول Forwarding خود مقایسه نموده و بر اساس آن اینترفیس خروجي را پیدا نموده و نیز مقدار VPI/VCIخروجي را در هدر سلول تغییر می دهد. این مسیر تا پایان درخواست قطع ارتباط باقی می ماند.
همانطور که ملاحظه می شود کارکرد ATM بسیار شبیه MPLS می باشد ، فقط مشکل در نحوه لیبل گذاری است که می بایست از آدرس NSAP به Label تغییر یابد.

نکته

به طور کلی در شبکه ATMدو نوع ارتباط وجود دارد:

PVC : Permanent Virtual Connection

ارتباط دائمی (مسیر دائمی، شبیه شبکه TDM) که توسط مدیر شبکه ایجاد می شود و همیشه باقی می ماند.

SVC: Switched Virtual Connection

ارتباط موقت (مسیرمجازی) که توسط پروتکل روتینگ سوئیچها مشخص می شود و پس از قطع ارتباط نیز حذف می شود.

MPLS Over ATM

مقدمه

قبلا چگونگي اجراي MPLS را بين سوئيچهاي لايه سوم با اينترفيسهاي frame-mode ديديم. اما وقتي كه بخواهيم، معماري MPLS را در قالب تكنولوژي ATM محدود كنيم بايد يك نكته را در نظر داشته باشيم:
هيچ مكانيسمي براي رد و بدل شدن بسته هاي IP بين دو نود MPLS بر روي اينترفيسهاي ATM وجود ندارد. بلكه همه تبادل داده‌ها، بايستي بر روي مدار مجازي ATM (ATM Virtual Circuit) انجام شود. همچنين در سوئيچ ATM، عمل جستجو نيز بر روی VC(Virtual Circuit) ها انجام می شود . اينترفيس ورودي و مقدار VPI/VCI در سلول (Cell) ورودي، براي پيدا كردن اينترفيس خروجي و نيز مقدار VPI/VCIخروجي استفاده مي‌شود.

طرح و معماري تكنولوژي MPLS، مشكلاتي را به منظور توسعه MPLS روي بستر ATM فراهم مي‌آورد كه درباره آنها در اين بخش بحث خواهد شد:

۱- بسته‌هاي كنترلي IP(Control Plane) مستقيماً نمي‌توانند تبادل شوند. يك مدار مجازي كنترل بايستي بر روي نود ATM بر قرار شود تا بسته هاي كنترلي IP، بتوانند برقرار شوند.
۲- سوئيچهاي ATM، عمل جستجوي Label را نمي‌توانند انجام دهند. Label بايستي به مقادير VPI/VCI ترجمه شود.

تعاريف

به منظور توسعه ATM با تكنولوژي MPLS، چند اصطلاح بايستي تعريف شود:

1- Label switching Controlled ATM interface (LC – ATM)

يك اينترفيس روي يك روتر يا يك سوئيچ ATM، بطوريكه در آن مقدار VPI/VCI،بوسيله پروتكلهاي كنترلي MPLS تعريف مي شود.

2- ATM-LSR

يك سوئيچ ATM كه پروتكل MPLS را اجرا و عمل تبادل داده ها را بين اينترفيسهاي LC-ATM با پروتكل MPLS و با استفاده تكنولوژي سلول سوئيچينگ ATM انجام ميدهد.

3- Frame-based LSR

يك روتر يا يك وسيله frame-based. اين وسيله مي تواند اينترفيس LC-ATM داشته باشد اما نحوه عمل اين اينترفيسها هم Frame based است.

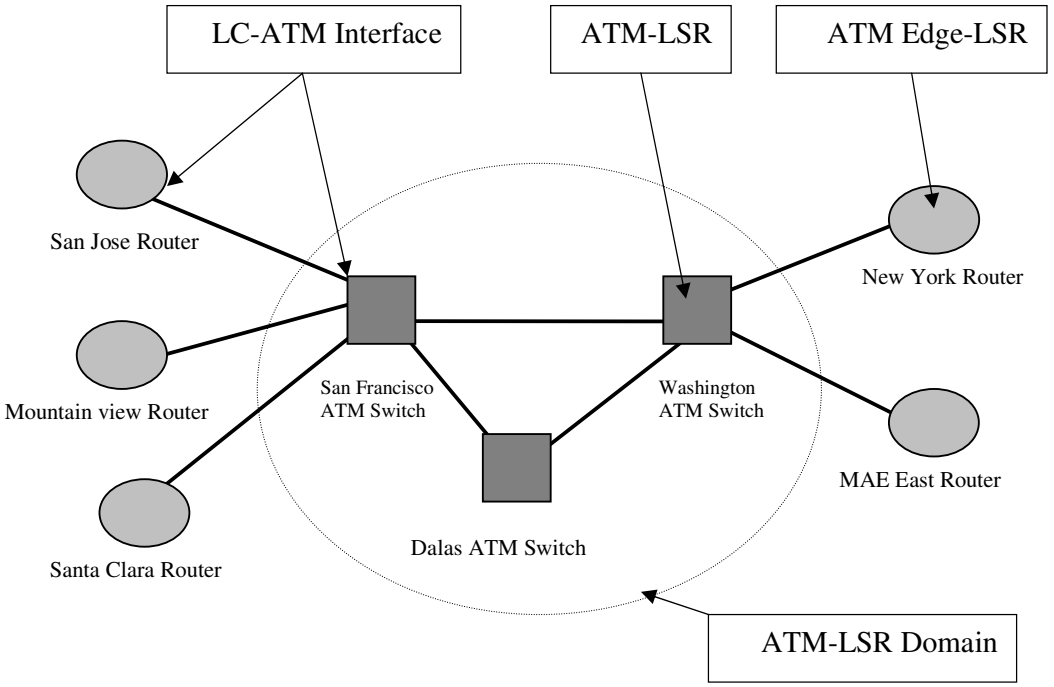
4- ATM-LSR domain

مجموعه اي از سوئيچهاي ATM-LSR که بوسيله اينترفيسهاي LC-ATM بهم متصل شده اند.

5- ATM Edge-LSR

يك وسيله Frame- based LSR با حداقل يك اينترفيس LC-ATM.

شکل ۱ به عنوان شبکه نمونه استفاده خواهد شد.

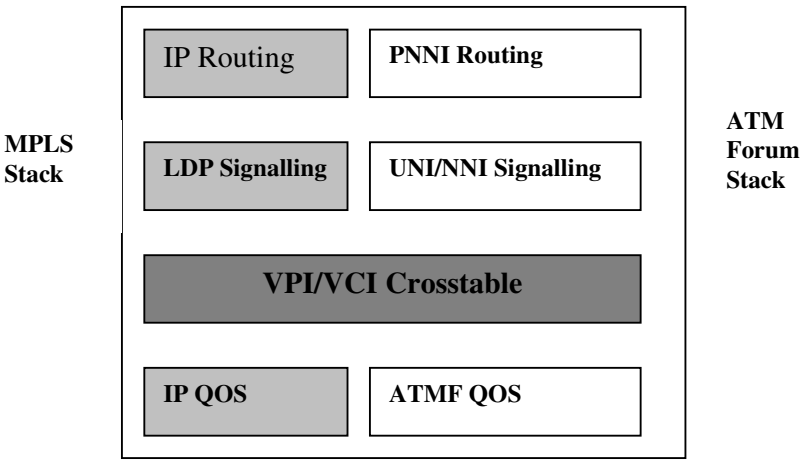


شکل ۱

اجرای پروتکل MPLS در یک سوئیچ ATM

با توسعه MPLS روی ATM-LSR ، پردازشگر مرکزی یک سوئیچ ATM ، بایستی سیگنالینگ MPLS و پروتکلهای تعریف VC را علاوه بر پروتکلهای سیگنالینگ ATM (همانند UNI و PNNI) ، پشتیبانی نماید.

دو مجموعه از پروتکلها ، به صورت شفاف و روشن ، Side by Side اجرا می شوند . همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است.(این حالت بعضی وقتها ، روش Ship-in-the-night نامیده می شود).



شکل ۲

در بعضی سوئیچهای ATM نیازی نیست تغییری در ساختار پردازشگر کنترلی سوئیچ ایجاد گردد. این سوئیچها شامل LighStream1010 ، Catalyst8510 ، Catalyst8540 از تجهیزات Cisco می باشد. سوئیچهای دیگر ، نمی توانند مستقیما ، با نرم افزارهای جدیدی که پروتکل MPLS را پشتیبانی می کنند، Update شوند. در این حالت یک مدار کنترلی خارجی بایستی به سوئیچ اضافه گردد. ارتباط بین مدار کنترل جدید و سوئیچ ، براحتی تعریف یک VC می باشد و سایر پردازشهای MPLS درون مدار کنترلی انجام می گیرد.

مدار کنترلی خارجی برای سوئیچهای ATM خا نواده BPX، مدار LSC(Label Switch Controller) می باشد. LSC از طریق یک اینترفیس ATM استاندارد به BPX اضافه می شود. پروتکل VSI(Virtual Switch Interface) که بین سوئیچ ATM و LSC اجرا میشود، عملیات حذف و اضافه کردن VC را پشتیبانی می کند. سایر عملیات لایه بالاتر MPLS توسط مدار کنترلی خارجی انجام می شود.

برقراری ارتباطات کنترلی

MPLS نيازمند تبادل يكسري بسته هاي كنترلي بين نودهاي همسايه مي باشد. اين ارتباط بايستي به صورت ارتباط IP خالص براي تبادل نسبت دهي هاي Label ها باشد. در حالت Frame mode اين به آساني انجام مي شود زيرا روترها مي توانند به همان راحتي كه بسته هاي IP را رد و بدل نمايند بسته هاي ليبل خورده را نيز بين سوئيچها ، روي هر اينترفيس Frame mode رد وبدل نمايند.

به دو روش مي توان اين ارتباط IP را روي ATM-LSR ها برقرار نمود:

- از طريق يك ارتباط Out of band همانند اترنت بين سوئيچها
- از طريق مدار مجازي مديريتي (in band)، شبيه روشي كه پروتكلهاي ATM (UNI يا ILMI) با هم ارتباط برقرار مي نمايند.

در حاضر استاندارد IETF، فقط روش دوم را توصيه كرده است. در اين روش اطلاعات كنترلي ديگري نيز مي توانند، رد و بدل شوند: همانند ترافيك پروتكلهاي IP routing. مدار مجازي (VC) كنترلي MPLS كه به صورت پيش فرض بر روي شماره 0/32 تعريف شده

است. و بايستي نيز بسته بندي LLC/SNAP براي بسته هاي IP استفاده شود. (همانطوريكه در RFC 1483 گفته شده است)

برقراري اين ارتباط، به آساني تعريف MPLS بر روي اينترفيس ATM يك رو تر ، يا يك سوئيچ ATM مي باشد.
توجه داشته باشيد كه اين فرمانها بر روي سوئيچهاي IOS-based كمپاني Cisco همانند Light stream 1010، Catalyst 8510، Catalyst 8540، قابل اجرا است و بر روي سوئيچهاي سري BPX قابل اجرا نمي باشد.

مثال ۱) تعريف اينترفيس LC-ATM روي يك روتر

```
# Conf      terminal
#interface atm 0/0/0.1 tag-switching
# ip unnumbered loop back 0
# tag- switching ip
```

مثال ۲) تعريف اينترفيس LC-ATM بر روي يك سوئيچ ATM از نوع IOS-based

```
# Conf      terminal
# interface atm 2/1/3
# ip unnumbered loopback 0
#  tag-switching ip
```

قویا توصیه می شود که روی هر LSR یک اینترفیس Loop Back ، به منظور داشتن یک TDP/LDP LSR IDپایدار ، تعریف شود. Subnet Mask این اینترفیس نیز به منظور کاهش فضای مورد استفاده و پیشگیری از تاثیرهای ناخواسته در هنگام استفاده از پروتکل OSPF بایستی 255.255.255.255 باشد. اینترفیس LC-ATM نیز به اینترفیس Loop Back ، Unnumbered می شود. اگر چندین اینترفیس Loop Back روی LSR استفاده شود، TDP/LDP LSR ID بایستی صراحتا با فرمان tag-switching tdp router id و یا mpls ldp router id تعریف شود.

Label Packet Forwarding Across an ATM-LSR Domain

ارسال پکتها در شبکه ATM-LSR

عملیات ارسال بسته لیبل خورده (Labeled Packet) در امتداد دامنه ATM-LSRبه صورت پیش رونده (StraightForward) در سه مرحله مستقل انجام می شود:

۱- ATM-LSR یک بسته لیبل زده یا نزده ، دریافت می کند و بر روی این بسته جستجوی FIBیا LFIB انجام میدهد و مقدار خروجی VPI/VCI را پیدا می کند و از طریق آن لیبل خروجی را برای بسته استفاده می کند. سپس بسته به سلولهای ATM تقسیم شده و فرستاده می شود. مقدار VPI/VCIپیدا شده در طی فاز جستجو ، در هدر (Header) سلولهای ATM نیز گذاشته می شود. از این لحظه تا موقعیکه بسته لیبل زده شده از دامنه ATM-LSR خارج می شود، جستجوی Label

بر اساس مقادیر VPI/VCI انجام میشود و نه مقادیر MPLS Label. اساسا لیبل ها مقادیرVPI/VCI هستند. لیبل های MPLS صرفا بخاطر فیلدهای اضافی آن (TTL ، Bottom of Stackو بیت های دیگر) استفاده می شوند.

۲- ATM-LSR ها سلولها را بر اساس مقادیرVPI/VCI در هدر سلول ATM سوئیچ مي كنند . مكانيزم سوئيچينگ همانند سوئيچينگ سلولهاي ATM مي باشد و مكانيزم توزيع و انتخاب ليبل MPLSمسئول تخصيص درست VPI/VCI ورودي و خروجي مي باشد.

۳- ATM Edge LSR سلولهاي را به پكتهاي ليبل زده شده تبديل كرده جستجوي ليبل را انجام داده و سپس پكت را به LSR بعدي مي فرستد. جستجوي ليبل بر اساس مقادير VPI/VCI ورودي سلولها مي باشد و نه ليبل بالايي پشته (Stack) در هدر ليبل MPLS به اين ترتيب ATM-LSR ها در لبه دامنه ATM-LSR فقط مقاديرVPI/VCI را عوض مي كنند و نه ليبل داخل سلول ATM را.

نكته

بخاطر اينكه ليبل بالاي پشته در ATM-LSR ، استفاده نمي شود قبل از اينكه بسته ليبل خورده به سلولهاي ATM تقسيم شود ، مقدار آن بوسيله ATM-LSR صفر مي شود.

تفاوت اصلي بين سوئچينگ ليبل Frame based و Cell based در اينجا آورده شده است:

۱- جستجوي ليبل در سوئچينگ Frame based بر اساس ليبل بالاي پشته در هدر ليبل MPLS انجام ميشود در حاليكه در حالت Cell based بر اساس مقادير VPI/VCI در هدر سلول ATM انجام ميشود.

۲- مكانيزم سوئچينگ در سوئچينگ Cell based همانند سوئچينگ سلولهاي ATM و بر اساس مقادير VPI/VCI مي باشد. ليبل MPLS بطور كامل بوسيله ATM-LSRها در نظر گرفته نمي شود.

۳- ليبل بالاي پشته در هدر ليبل MPLS بوسيله ATM-LSR لبه اي Egress صفر در نظر گرفته مي شود.

Label Allocation and Distribution Across on ATM-LSR Domain

چگونگی انتخاب و توزیع لیبل در شبکه ATM-LSR

در دامنه ATM-LSR انتخاب و توزيع ليبل ها ميتواند همانند آنچه كه در دنياي Frame based انجام ميشود باشد. تعداد ATM VCها يي كه بر روي اينترفيس ATM پشتيباني مي شود بين دستگاهها (Platform) متفاوت مي باشد ، اما تقريبا در بالاترين تقريب روي يك وسيله لبه اي (Edge) ، مانند روتر حدود ۴۰۰۰ مدار مجازي (VC) ميباشد و با بعضي دستگاههاي خاص حدود ۱۰۰۰ مدار مجازي (VC) ميباشد. (براي مثال در روترهاي سري ۷۰۰۰ با اينترفيس PA-A1).

تعداد خيلي كم VCهايي كه بر روي يك اينترفيس ATM پشتيباني ميشود باعث مي شود كه اين مدارها (circuit) ها منبعي دست نيافتني شوند كه شديدا نيز بايستي كنترل

شوند، بنابراين انتخاب و توزيع ليبل بر روي يك اينترفيس ATM بايستي كاملا حفاظت شده باشد.
به منظور اطمينان از مي نيمم ماندن تعداد VCهايي كه روي يك اينترفيس LC-ATM انتخاب مي شود، LSRهاي بالايي (UpStream) فرايند انتخاب و توزيع ليبل را روي اينترفيس LC-ATM تغيير ميدهند، به صورتي كه LSRبالايي كه به ليبل نيازمند است به منظور ارسال بسته ليبل خورده به نود بعدي، صراحتا از LSRپاييني اش (DownStream) درخواست يك ليبل نمايد .

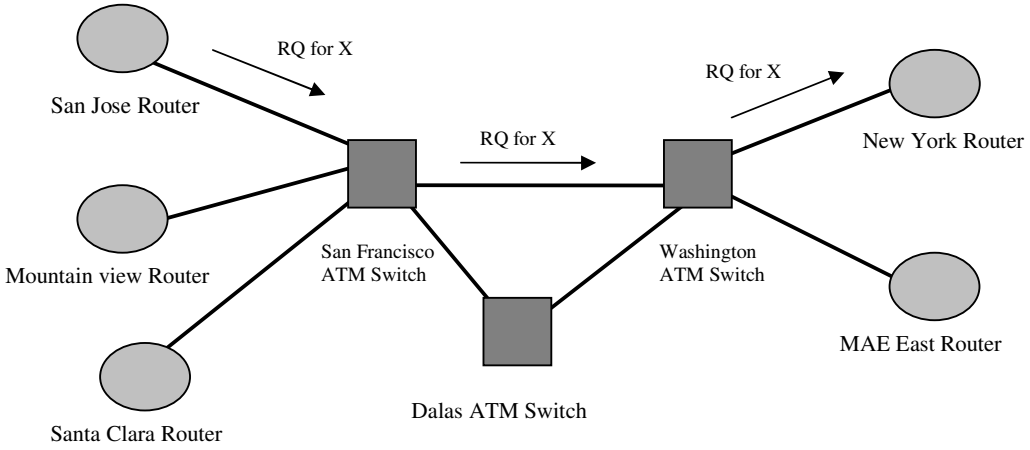
توجه

در بيشتر پروتكلهاي (توسعه هاي) MPLS (شامل Cisco IOS) از LC-ATM ، ليبل ها بر اساس محتويات جدول مسير يابي تقاضا مي شوند و نه جريان واقعي داد ه ها، MPLS استاندارد نيز Control Driven ميباشد و Data Driven نمي باشد. اين پروتكلها ليبل را براي رسيدن به نود بعدي تقاضا مي نمايند (فرايند انتخاب ليبل بر اساس مقصد بعدي است و بر اساس جريان واقعي (مقصد نهايي) نمي باشد) .
LSRپاييني مي تواند به سادگي يك ليبل را انتخاب و به تقاضاي LSR بالايي با يك پيام جواب متناظر پاسخ دهد. در بعضي مراحل انجام اين عمل نيازمند آن است كه LSRپاييني قابليت جستجوي (Look up) لايه سوم داشته باشد كه در سوئيچ ATM اين حالت وجود ندارد. بنابراين سوئيچ ATM نمي تواند به تقاضاي ليبل جواب دهد مگر آنكه يك ليبل پاييني انتخاب شده وجود داشته باشد.
اگر ATM-LSR براي ليبل تقاضا شده از LSRبالايي ليبلي نداشته باشد آن نيز متناظرا يك درخواست ليبل از همسايه پاييني خودش مي كند و بعد از دريافت ليبل از همسايه پاييني به LSRبالايي پاسخ مي دهد.

فرايند انتخاب و توزيع ليبل در دامنه ATM-LSR مشخصات زير را دارد:

- انتخاب ليبل با وسيله هايي با قابليت جستجوي (Look up) لايه سه بدون توجه به اينكه روتر يك ليبل از وسيله بعدي دريافت كرده است انجام مي شود. انتخاب ليبل در روترها مستقل از كنترل (Independent Control) ناميده مي شود.
- انتخاب ليبل در وسيله هايي كه قابليت جستجوي لايه سه ندارند (سوئيچهاي ATM) فقط در صورتي انجام مي شود كه يك ليبل رده پاييني انتخاب شده باشد. بنابراين انتخاب ليبل در سوئيچهاي ATM كنترل سلسله مراتبي (Ordered Control) ناميده مي شود.
- روش توزيع در يك اينترفيس LC-ATM رده پايين بر اساس درخواست مي باشد. به دليل اينكه يك LSR ، فقط وقتي كه مشخصا يك ليبل بوسيله LSR بالايي درخواست شود يك ليبل در امتداد اينترفيس LC-ATM نسبت مي دهد.

به منظور فهم روالهاي انتخاب و توزيع ليبل در يك دامنه ATM-LSR يك مثال از شبكه سوپر سلول (Super Cell) استفاده خواهد شد. فرايند انتخاب ليبل براي مقصد فرضي X كه از طريق روتر NewYork قابل دسترسي است در شكل زير (شكل ۳) توضيح داده شده است.



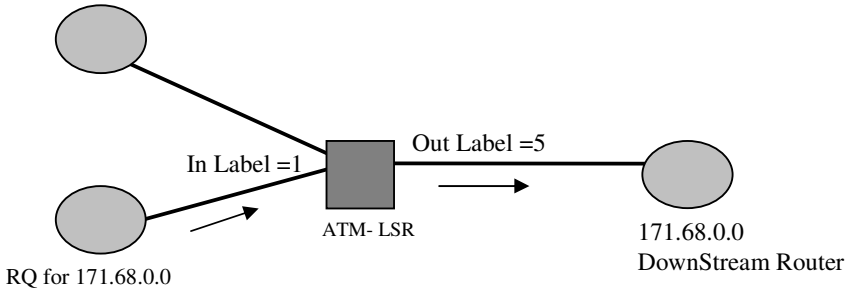
شكل ٣

انتخاب و توزيع ليبل در اين شبكه در مراحل زير انجام مي شود:

- روتر San Jose نيازمند يك ليبل براي مقصد X است . جدول مسيريابي اش به او مي گويد كه اين مقصد از طريق اينترفيس LC-ATM قابل دسترسي است. پس براي اين مقصد يك ليبل از ATM-LSR پايييني تقاضا مي كند.
- سوئيچ ATM-LSR مركز San Francisco كه يك سوئيچ ATM كلاسيك است و در مد كنترلي Ordered كار مي نمايد ليبل مورد نيازش را از سوئيچ ATM مركز Washington درخواست مي نمايد.
- متشابها سوئيچ ATM مركز Washington يك ليبل از روتر NewYork تقاضا مي نمايد.
- روترNewYork در مد كنترلي مستقل عمل مي نمايد بنابراين مي تواند فورا يك ليبل براي مقصد درخواست شده انتخاب نمايد.اگر روترNewYork يك ليبل رده پايين براي مقصد X داشته باشد ، آن يك نگاشت (Mapping) بين زوج VPI/VCI انتخاب شده و ليبل رده پايين پيدا مي نمايد.
- بعد از دريافت ليبل انتخاب شده رده پايين، سوئيچ Washington يك ليبل براي LSR بالايي انتخاب كرده و آن را به سوئيچ San Francisco مي فرستد. (با يك بسته جواب TDP/LDP)
- سوئيچ San Francisco عملي مشابه انجام داده ، زوج VPI/VCI ديگري انتخاب كرده و آن را به روتر San Jose مي فرستد.
- بعد از دريافت جواب درخواست انتخاب ليبل ، روتر San Jose مي تواند زوج VPI/VCI دريافت شده از سوئيچ San Francisco را در FIB و LFIB قرار دهد.

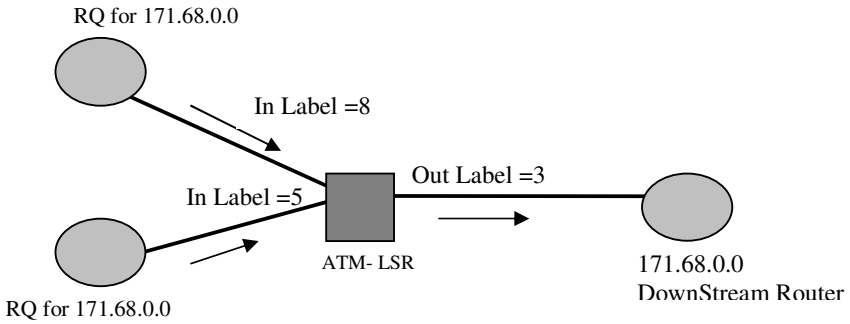
VC Merge

بر اساس قوانين انتخاب و توزيع ليبل كه در بخش قبلي تشريح شده ، ممكن است بخواهيد يك تكنيك بهينه اي در يك دامنه ATM-LSR داشته باشيد. براي مثال اگر يك روتر ATM-LSR يك ليبل براي يك مقصدي از همسايه پاييني اش دريافت كرده باشد، آن ممكن است همان ليبل رده پايين را براي يك تقاضاي LSR بالايي هم استفاده كند. براي مثال ATM-LSR در شكل ۴ ممكن است ليبلي را كه براي روتر سمت راستي و براي مقصد 171.68.0.0./16استفاده كرده براي روترهاي سمت چپ هم استفاده نمايد.



شكل ۴

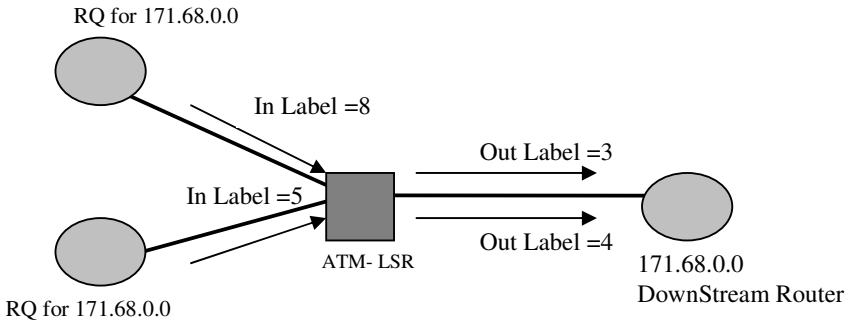
هرچند اگر ATM-LSR بخواهد سعي كند از چنين تكنيك بهينه اي استفاده كند روتر پاييني با يك مشكلي همانند مشكل سلولهاي ATM روبرو خواهد شد. اين مسئله در شكل۵ نشان داده شده است.



شكل ۵

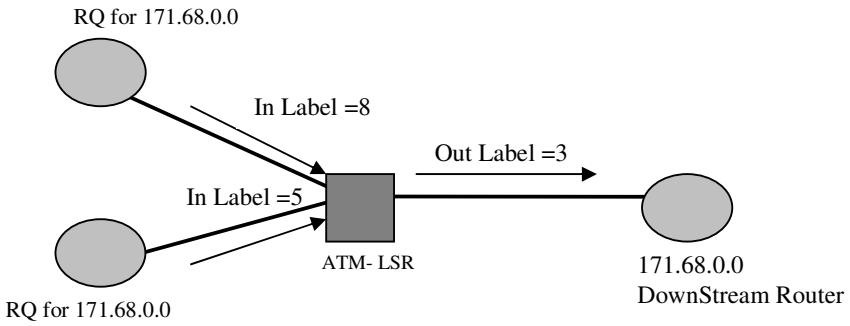
سوئيچ ATM هيچ دركي از اينكه سلولهاي از منابع مختلف ، اگر نگاشت (Map) شوند به يك VC به سمت مقصد ، آنگاه بعدا جدا (Interleaved) نخواهند شد ، ندارد. سوئيچهاي LSR لبه اي از نوع Egress بطور واضح نمي توانند مسائل جداسازي سلولها را حل نمايند

، زيرا بسته بندي (Encapsulation) AAL5 كه توسط MPLS استفاده مي شود هيچ فيلد هدري اضافي براي كمك به اين منظور ندارد.
بسته بندي (Encapsulation) AAL5 فرض مي كند كه سلولهاي از فريم هاي مختلف كه بر روي يك VC هستند ادغام نمي شوند.
به منظور پيشگيري از مسائل جدا سازي سلولها ATM-LSR بايستي از همسايه پايييني خودش در مورد يك ليبل جديد (هر زمان كه يك همسايه بالايي تقاضاي يك ليبل براي هر مقصدي نمايد) بپرسد حتي اگر يك ليبل قبلا براي همان مقصد داشته باشد. اين فرايند و جريان متناظر سلولها در شكل ۶ تشريح شده است:



شكل ۶

اما با انجام تغييرات كوچك سخت افزاري روي بعضي سوئيچهاي ATM مي توان اطمينان داشت كه جريان سلولها در روي يك VC خروجي هرگز به مسائل و مشكلات جداسازي نخواهد رسيد. اين سوئيچها، سلولهاي ATM ورودي را بافر مي نمايند تا موقعيكه، سلولي را كه در آن بيت انتهاي سلولها در هدر آن مشخص شده دريافت نمايند، سپس سلولهاي بافر شده را به سمت VC خروجي ارسال مي نمايند. اين عمليات سوئيچ ATM را همانند يك وسيله ارسال Frame based مي نمايد ، ضمن اينكه بافركردن اضافي ، تاخير سوئيچ را زياد مي نمايد.
ارسال پشت سرهم (Serialization) سلولهاي ورودي به يك VC خروجي ، ادغام (Merge) VC ناميده مي شود و اين به ATM-LSR اجازه مي دهد كه براي چندين ليبل ورودي از چندين LSR بالايي فقط يك ليبل خروجي به اشتراك گذاشته شود (شكل ۷ را نگاه كنيد).



شكل٧

عمل ادغام VCها تعداد ليبل هاي انتخاب شده در كل دامنه ATM-LSR را كاهش مي دهد. براي مثال در نظر بگيريد كه يك شبكه IP با تعداد ١٠٠ روتر لبه اي ، با استفاده از يك شبكه ATM به هم متصل شده اند، همچنين فرض كنيد كه هر روتر لبه اي فقط با ١٠ زير شبكه (SubNet) با شبكه ATM در تماس است (به بيان ديگر روتر فقط براي ١٠ مقصد سوئيچهاي LSR لبه اي را به خدمت مي گيرد) .
در طرح توسعه MPLS اين شبكه ATM ، هر روتر بايستي ١٠ ليبل انتخاب كرده و در مجموع ١٠٠٠، VC بايستي براي بسته هاي ليبل خورده از همسايه هاي بالايي پشتيباني شود. ولي اگر شبكه ATM عمليات ادغام VC را بتواند پشتيباني نمايد روترهاي لبه اي Egress فقط ١٠ ليبل انتخاب مي نمايند به دليل اينكه سوئيچ ATM مي تواند ليبل ها را مجددا براي روترهاي بالايي استفاده نمايد.

Convergence Accross an ATM-LSR Domain

قبلا ديديد كه بكارگيري MPLS در يك شبكه فقط روتر ، زمان كلي تبادل پيامهاي بين روترها (Convergence) بعداز يك قطعي در شبكه را افزايش نمي دهد (زمان تبادل پيامها زمان برقراري يك لينك را افزايش مي دهد). از طرف ديگر تبادل پيامها در شبكه هاي ATM وقتي كه MPLS بكار گرفته مي شود مي تواند تغيير قابل توجهي نمايد.
در يك شبكه ATM زمان تبادل پيامهاي داخلي شامل موارد زير است:

١- يك روتر لبه اي مي خواهد كه يك مشكل در روتر همسايه را از طريق سيگنالينگ ATM ، سلولهاي عمليات و نگهداري ATM و يا Timeoutهاي پروتكل مسيريابي بشناسد.
٢- روتر لبه اي كه مشكل روتر همسايه را شناخته است ، فورا شروع به ارسال تغييرات توپولوژي شبكه، به روترهاي ديگر مي نمايد.
٣- در پروتكلهاي Link State همه روترها مي خواهند كه معمولا ، بعد از يك زمان سكوت توپولوژي جديد شبكه را محاسبه نمايند.

وقتي كه يك شبكه ATM با MPLS ادغام ميشود زمان تبادلهاي داخلي شبكه شامل موارد زير است:

۱- يك LSR بايد يك مشكل را در LSR همسايه بشناسد. اين فرايند معمولا خيلي سريع است زيرا LSR همسايه با لينك هاي نقطه به نقطه متصل است و لايه فيزيكي مشكل در خط را خيلي سريع نشان مي دهد.

۲- LSR بايد تغييرات در توپولوژي شبكه را به ديگر LSRها گزارش دهد. اين فرايند زمان بيشتري در شبكه MPLS بخاطر تعداد مسيريابي هايي كه وسيله هاي بين لبه هاي شبكه ATM مي افزايند، طول مي كشد. همه سوئيچهاي ATM كه به صورت Transparentجريان IP در شبكه ATM معمولي هستند، اكنون به صورت روترهاي IP عمل مي نمايند. همه LSRها ، شامل سوئيچهاي ATM نيز، بايستي توپولوژي جديد شبكه را محاسبه و جداول مسيريابي اشان را تغيير دهند.

۳- اگر نود بعدي براي يك مقصد تغيير يافته باشد يك LSR لبه اي ATM بايستي ليبل جديدي براي اين مقصد تقاضا نمايد ساير ATM-LSR بايستي اين تقاضاي ليبل ها را به كل دامنه ATM-LSR، گزارش دهند، بيشتر آنكه، اگر ادغام VC استفاده نشود هر تقاضا بايستي به همه شبكه به همه LSRهاي لبه اي Egress گزارش شود. اين مرحله قدمي اضافي است كه در شبكه هاي ATM معمولي نيازي نبود.

موقع مقايسه زمان تبادل پيامها ي يك شبكه زيرساخت IP با تكنولوژي ATM با يك شبكه زيرساخت IP-ATM با تكنولوژي MPLS مي توانيد ببينيد كه زمان تبادلها، در شبكه با تكنولوژي MPLS افزايش مي يابد و اين بخاطر مراحل اضافي است كه در بالا به آن اشاره شد. بنابراين هنگام طراحي يك شبكه با تكنولوژي MPLS بايستي به پارامتر افزايش زمان تبادلها (Convergence) توجه نمود.

خلاصه

در اين فصل ما درباره مشخصات اجراي MPLS در شبكه ATM بحث كرديم. معماري MPLS اجازه مي دهد كه MPLS در يك شبكه ATM بدون تغيير سخت افزار سوئيچهاي ATM بكار گرفته شود.

نكته

يك تغيير سخت افزاری معمولا براي پشتيباني ادغام VCها در سوئيچها نياز است به دليل اينكه سوئيچهاي معمولي عملكرد معادلي براي آن ندارند. سوئيچهاي ATM نيز نيازمند يكسري نرم افزارهاي كنترلي جديدي اند كه بتواند سيگنالينگ MPLS را پشتيباني نمايد. بعضي سوئيچها نمي توانند اين تقاضاي اضافي را انجام دهند كه نتيجتا به يك مدار كنترلي خارجي نياز است كه بتواند MPLS را براي چنين سوئيچهايي توسعه دهد (Label Switch Controller).

به منظور پشتيبانی محيط MPLS روالهای انتخاب ليبل و پروتكلهای MPLS كاملا تغيير يافته اند:

۱- به منظور پشتيبانی زير ساخت ATM موجود در حالت Cell Mode ، سوئچينگ ليبل بر اساس مقادير VPI/VCI در هدر سلولهای ATM انجام می شود. بنابراين ليبل MPLS بالای پشته در هدر سلول ATM كد می شود.

۲- با وجود اينكه ليبل بالای پشته به هدر سلول ATM تغيير می يابد، اما پشته MPLS به صورت بسته ای می ماند زيرا آن به ساير فيلدهای اضافی MPLS نظير بيت

Experimented و TTL نیازمند است.لیبل در اولین ورودی هدر لیبل MPLS صفر می شود زیرا آن در شبکه ATM استفاده نمی شود.

۳- توزیع لیبل در یک شبکه ATM بر اساس روالهای درخواست و به سمت پایین می باشد که به منظور می نیمم شدن استفاده از VCها در اینترفیسهای LC-ATM می باشد.

۴- سوئیچهای ATM معمولی قبل از بتوانند یک لیبل برای LSRهای بالایی انتخاب کنند و یا در ماتریس سوئیچینگ ATM مقادیر VPI/VCI خروجی را مشخص کنند بایستی مقدار لیبل را از LSR پایینی تقاضا نمایند. یک لیبل جدید بایستی از LSRپایینی برای هر درخواست بالایی تقاضا شود. این به منظور پیشگیری از مسائل تداخل سلولها انجام می شود.

۵- سوئیچهای ATM پیشرفته ادغام VCها و بافر کردن سلولها را پشتیبانی می کنند که باعث پیشگیری از مسائل تداخل سلولها می شود. این سوئیچها می توانند یک لیبل پایین را برای همه همسایه های بالایی استفاده نمایند که باعث صرفه جویی در استفاده VCها در یک اینترفیس LC-ATM می شود.

۶- توزیع لیبل بر اساس درخواست پایینی ها در شبکه های ATM ، زمان تبادل پیامهای داخلی این شبکه ها را تحت تاثیر قرار می دهد. زمان کلی Convergence معمولا افزایش می یابد که به خاطر این است که لیبل های جدید بایستی نحن زمان Convergence پروتکلهای مسیریابی IP تقاضا و انتخاب شوند.