

مروری بر TCP/IP Over ATM

تهیه کننده: بهزاد اکبری

مقدمه:

شبکه ATM هم برای شبکه های محلی (LAN) و هم برای شبکه های گسترده (WAN) طراحی شده است بنابراین انتظار میرفت که شبکه ATM بتواند به طور همگانی جایگزین شبکه های فعلی گردد ولی بدلیل اینکه حجم بسیار وسیعی از شبکه های LAN (مثل Ethernet و Token Ring) با معماری قدیمی و تحت پروتکل TCP/IP بنا شده اند و از طرفی بدلیل قیمت بالای ATM تمایل بیشتر به این سمت بود که از شبکه های TCP/IP و ATM در کنار یکدیگر استفاده شود یعنی از ATM در زیر ساخت شبکه (Back bone) برای اتصال شبکه های LAN تحت معماری TCP/IP استفاده شود. بنابراین ATM و TCP/IP می روند تا آینده ای تقریباً دور نه تنها همزمان وجود داشته باشند بلکه با هم در ارتباط هم باشند. ولی در این میان مشکلات جدی وجود دارد و آن تفاوت عمده ای است که ATM و TCP/IP با هم دارند. ATM مبتنی بر اتصال است و از کیفیت سرویس (QOS) پشتیبانی می کند در حالی که TCP/IP بدون اتصال (Connectionless) بوده هیچ تضمینی در مورد کیفیت سرویس ندارد. این تفاوت بر چالش مهندسی و محققین شبکه می افزاید. به طور کلی دو مدل متفاوت برای راندن IP روی ATM وجود دارد این دو مدل ناشی از دنگاه از دو منظر متفاوت به رابطه لایه IP و لایه ATM است. مدل اول که Peer نامیده می شود لایه ATM را متناظر با لایه IP می بیند. این مدل همان روش آدرس دهی IP را در آدرس دهی ATM پیشنهاد می کند بنابراین در این مدل عناصر شبکه با یک آدرس IP مشخص میشوند. در این مدل در خواستهای Signaling شبکه ATM آدرس IP را حمل خواهند کرد بنابراین پروتکل های موجود برای مسیریابی درخواستهای سیگنالینگ ATM در شبکه های ATM مورد استفاده قرار می گیرند و نیازی به پیاده سازی پروتکل های جدید برای مسیریابی نیست. در این مدل هر چند آدرس دهی عناصر شبکه ساده تر میشود ولی بر پیچیدگی سوئیچ های ATM افزوده میشود. چرا که یک سوئیچ ATM علاوه بر این که به عنوان یک سوئیچ

عمل می کند باید یک مسیریاب چند پروتکلی نیز باشد. درمیان راه حل های ارائه شده براساس این مدل دو راه حل مهم وجود دارد. یکی IP Switching که توسط شرکت IPSilon و دیگری Tag Switching که توسط شرکت Cisco ارائه شده اند.

مدل دوم که اصطلاحاً Overlay یا Subnetwork نامیده می شود لایه ATM را از پروتکل های موجود (IPX, TCP/IP) جدا می کند و این پروتکل ها را روی لایه ATM می بیند. بنابراین در این مدل یک ساختار آدرس دهی کاملاً جدید تعریف میشود. مدل overlay علاوه بر ساختار جدید آدرس دهی نیاز به یک پروتکل مسیریاب مربوط به این ساختار آدرس دهی نیز دارد. در این مدل به هر عنصر شبکه علاوه بر آدرس لایه های بالاتر (مثلاً IP) یک آدرس ATM نیز اختصاص می یابد. فضای آدرس ATM متمایز از فضای آدرس لایه های بالاتر است و هیچ ارتباطی با آنها ندارد. بنابراین پروتکل های لایه بالاتر نیاز به پروتکلی جهت نگاشت آدرس لایه بالاتر (مثلاً IP) به آدرس ATM دارند. مدل Overlay با جدا کردن لایه ATM از پروتکل های لایه های بالاتر این امکان را فراهم می کند که هر کدام از آنها مستقل از هم پیاده سازی شوند. و این موضوع از نظر مهندسی بسیار حائز اهمیت است. از راه حل هایی که بر اساس این مدل ارائه شده اند می توان به این موارد اشاره نمود:

- *Multiprotocol Over ATM (MPOA)* که توسط

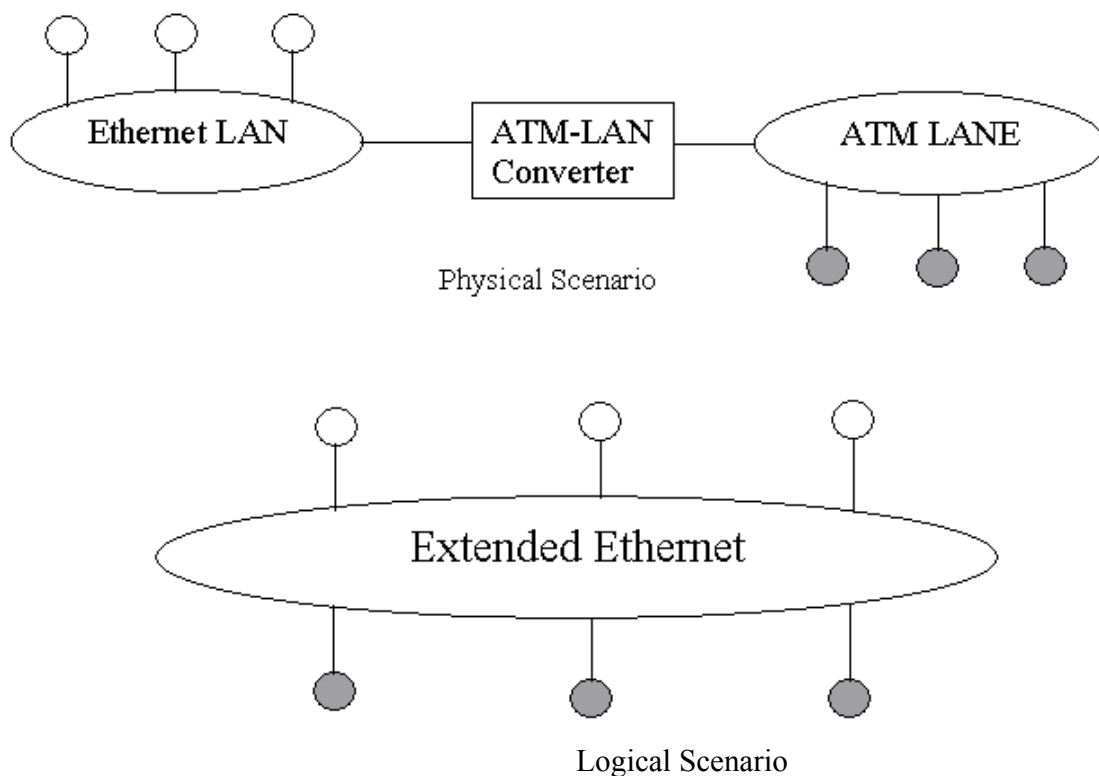
ATM Forum استاندارد شده اند.

- *classical IP Over ATM* و *NHRP* که توسط *IETF* ارائه شده اند.

ما در این مقاله به راه حل های ارائه شده فوق که بر اساس مدل Overlay می باشند خواهیم پرداخت.

(LAN Emulation) LANE

LANE توسط ATM Forum ارائه شده است. بوسیله LANE میزبان های یک شبکه LAN معمولی با میزبان هایی که مستقیما به سوئیچ های ATM وصل هستند مرتبط می شوند در LANE با میزبان های شبکه ATM مانند میزبان های شبکه LAN معمولی بر خورد میشود و با MAC آدرس شبکه LAN معمولی میزبان های شبکه ATM قابل دسترسی هستند همان نرم افزارهایی که روی میزبانهای LAN معمولی اجرا میشوند بدون هیچ تغییری روی میزبان های ATM نیز اجرا میشوند. شکل ۱ ارتباط دو شبکه مذکور را نشان میدهد.

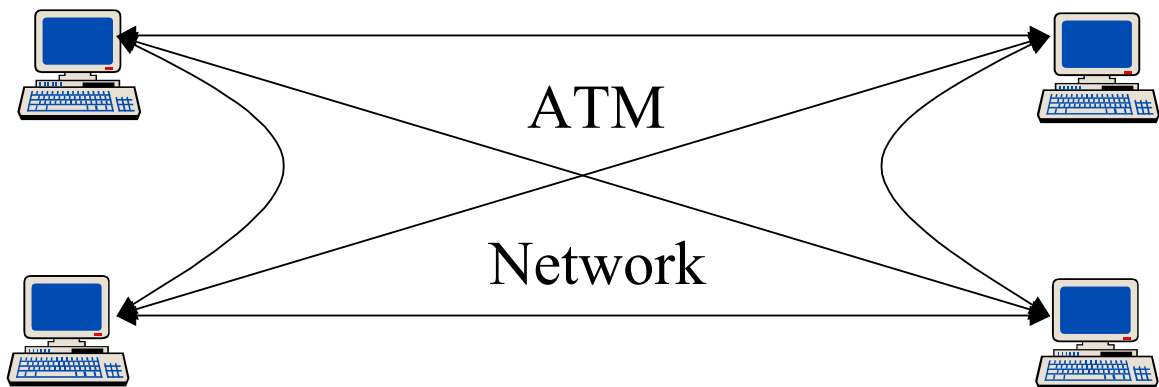


شکل ۱: رابطه بین شبکه محلی معمولی و شبکه ATM

LANE به میزبان های ATM این اجازه را میدهد که نرم افزار میزبان های LAN معمولی را بدون هیچ تغییری اجرا کنند بهرحال از آنجا که نرم افزارهای شبکه LAN معمولی از روش انتشاری (Broadcast) برای ارتباط با میزبان های شبکه استفاده می کنند یک مکانیزمی در LANE لازم است تا بتواند Broadcast را در virtual circuit شبکه ATM پشتیبانی کند. در اینجا دو روش ممکن برای عمل Broadcast در LANE شرح داده میشوند.

۱- Many Point-to-multipoint connections:

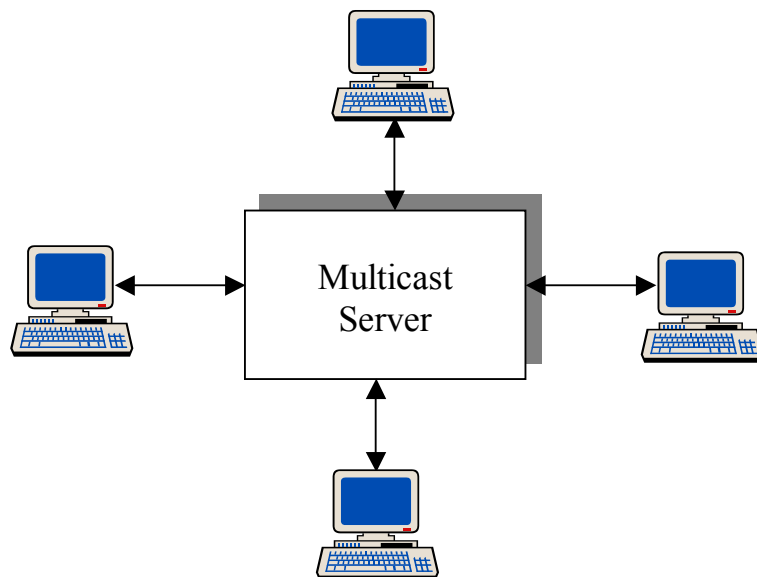
در این روش هر میزبان یک Virtual circuit connection به هر کدام از میزبان های Emulated LAN باز می کند. همانطوریکه در شکل ۲ هم ملاحظه می کنید در این روش یک Mesh کامل تشکیل میشود. عیب این روش مقیاس ناپذیر بودن آن است و از طرفی با افزودن یک میزبان به شبکه باید یک اتصال مجازی (VCC) روی هر کدام از میزبان های شبکه باز شود.



شکل ۲: اتصال Many Point-to-multipoint

۲- One point-to- multipoint connections

گفتیم که بزرگترین مشکل روش اول عدم مقیاس پذیری آن بود برای رفع این مشکل روش دوم پیشنهاد شده است. در این روش هر کدام از میزبان های شبکه به یک سرور Multicast وصل می شود (شکل ۳). هر گاه میزبانی بخواهد داده ای را Broadcast کند آنرا به سرور Multicast می فرستد و سرور مذکور آنها را به تمام میزبان های شبکه ارسال می کند. اینجا سرور Multicast دارای اتصال point-to- multipoint و میزبانها دارای اتصال Point-to-Point با سرور Multicast می باشند.



شکل ۳: اتصال Multicast

معماری که ATM Forum برای LANE ارائه کرده است شامل تعدادی میزبان است که LEC (LAN Emulation Client) را اجرا می کنند. هر LEC در ELAN (Emulated LAN) به سه

سرور وصل می شود. (شکل ۴) هر وقت یک LEC به ELAN ملحق شود با هر کدام از سرور اتصال برقرار می کند.

معماری پروتکل LANE (The LANE Protocol Architecture)

کار اساسی و پایه ای پروتکل LANE نگاشت آدرس MAC به آدرس ATM است هدف از این کار فراهم آوردن امکان اتصال مستقیم میزبانی LANE است.

LANE چگونه کار می کند ؟

همانطوری که از اسم آن مشخص است وظیفه اصلی LANE , emulate کردن یک شبکه LAN روی یک شبکه ATM است. پروتکل ANE مکانیزمهایی را جهت Emulate کردن اترنت (IEEE 802.3) و Token Ring (IEEE 802.5) تعریف می کند.

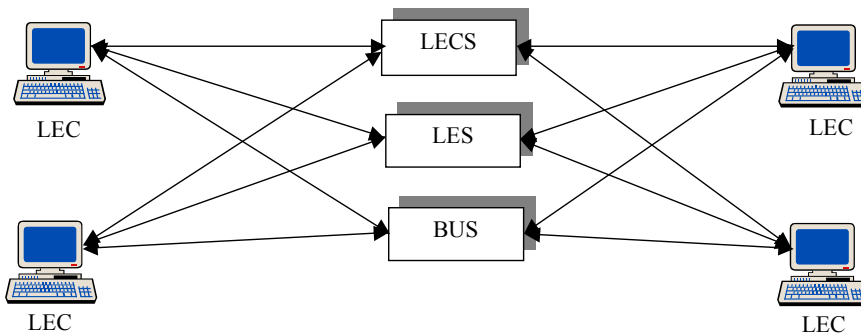
هر ELAN (Emulated LAN) تشکیل می شود از یک گروهی از LEC (LAN Emulation client) و یک سرویس LANE . LEC ها می توانند پل (Bridge) مسیریاب (Router) و یا یک Proxy برای میزبان های شبکه IP و یا میزبان های شبکه ATM باشند. سرویس LE از سه عنصر با عملکردهای متفاوت تشکیل می شود. این سه عنصر عبارتند از : LES و LECS و BUS که در زیر شرح وظایف هر کدام از آنها آورده شده اند.

سرور BUS (Broadcast and Unknown Server):

هر وقت یک LEC بخواهد دادهای را به بقیه میزبانها Broadcast کند آنرا به سرور BUS ارسال می کند و BUS آنرا به بقیه میزبان های شبکه منتشر می کند. البته سرور BUS برای منظور دیگری نیز استفاده میشود آن زمانی است که یک LEC فرستنده آدرس LEC گیرنده را نداشته باشد.

سرور LES (LAN Emulation Server):

LES جهت نگاشت بین آدرس MAC و آدرس ATM مورد استفاده قرار می گیرد. اگر یک LEC آدرس ATM یک LEC را نداشته باشد و بخواهد با آن ارتباط برقرار کند. یک درخواست LE-ARP (LAN Emulation Address Resolution protocol) به سرور LES می فرستد. LES آدرس ATM درخواستی را یا از داخل Cache خود و اگر نداشته باشد یک درخواست LE-ARP به تمام LEC های شناخته شده می فرستد. برای هر ELAN یک LES کافی است.



شکل ۴: معماری LANE

سرور LECS (LAN Emulation configuration Server):

LECS یک بانک اطلاعاتی از اطلاعات پیکر بندی ELAN را نگهداری می کند به عنوان مثال هر وقت یک LEC به شبکه ملحق شود LECS آدرس ATM سرور LES را که باید با آن کار کند به او اعلام می کند برای توزیع بار چندین LECS می تواند به صورت توزیع شده در یک ELAN باشد. LECS توسط مدیر سیستم پیکربندی میشود.

مراحل زیر لازم است تا یک ایستگاه (Station) با استفاده از LANE بتواند با ایستگاه دیگر ارتباط برقرار کند.

۱- Initialization :

LEC لازم است که آدرس ATM مربوط به LECS را بدست آورده و با آن ارتباط برقرار کند. این عمل بوسیله یک ILMI (Interim Local Management interface) انجام میشود و یا ممکن است بوسیله آدرس ATM سرور LECS به صورت دستی روی LEC تعریف شده باشد. هرگاه یک LEC بخواهد به شبکه ملحق شود یک ارتباط دو طرفه از طریق یک کانال مجازی (VCC) با LECS شبکه برقرار کرده و آدرس سرور LES شبکه را بدست می آورد.

۲- Registration :

در این مرحله طی مکانیزمی LEC اطلاعات مربوط به خودش را به LES میدهد این اطلاعات شامل آدرس های MAC , IP و ATM که در امرنگاشت آدرس (Address mapping) و مسیریابی مورد استفاده قرار می گیرند ، می باشد.

هر دو ارتباط بین LEC و LES که یکی ارتباط دو طرفه است و دیگری یکطرفه است و از طریق VCC برقرار می شوند در حین فرایند برقرار می شوند. یعنی همیشه بین یک LEC و LES شبکه یک VCC وجود ندارد بلکه در موقع نیاز با استفاده از آدرس ATM یک VCC تخصیص یافته و این دو بهم مرتبط میشوند.

۳- Address resolution :

طی این فاز LEC با استفاده از سرور BUS و سرور LES آدرس MAC و آدرس ATM میزبان مقصد را بدست می آورد. LEC برای resolve کردن آدرس IP به آدرس MAC از سرور BUS و برای

resolve کردن آدرس IP به ATM از سرور LES تحت یک پروتکل resolution آدرس ATM

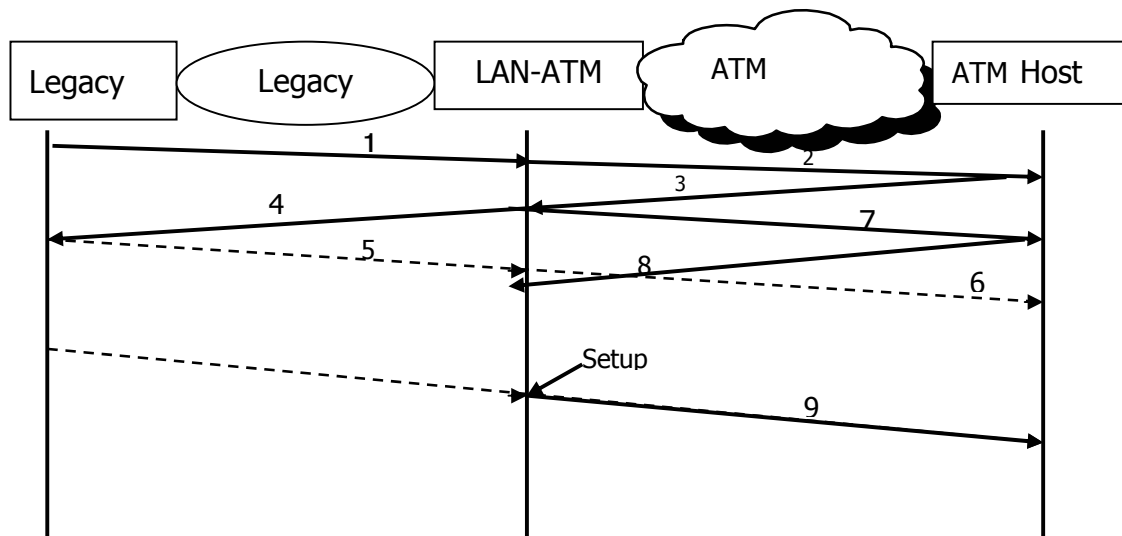
استفاده می کند.

۴- Data transfer:

ارسال داده شامل دو مرحله است در مرحله اول که LEC آدرس ATM مربوط به میزبان مقصد و یا LEC مربوطه را ندارد Frame های دریافتی را از طریق سرور BUS به تمام LEC ها منتشر (Broadcast) می کند پس از اینکه LEC توانست آدرس ATM مربوط به LEC مقصد را resolve کند یک کانال مجازی (VCC) با مقصد برقرار کرده و از طریق این کانال Frame ها را ارسال می کند. البته لازم است در اینجا به نکته ای اشاره شود: پس از اینکه LEC ارسال کننده آدرس ATM گیرنده را بدست آورد و یک کانال مجازی به گیرنده رزرو کرد باید ارسال داده از مسیر سرور BUS به مسیر جدید سوئیچ شود برای اینکه ترتیب Frame ها بهم نریزد از یک پروتکل تحت عنوان Flush message protocol استفاده میشود. قبل از آغاز ارسال از مسیر کانال مجازی جدید یک درخواست

Flush از طریق سرور BUS به تمام LEC ها فرستاده میشود LEC گیرنده با دریافت این پیغام پاسخ می دهد که دیگر هیچ Frame را از مسیر قبلی دریافت نخواهد کرد و آماده دریافت ادامه Frame ها از مسیر کانال مجازی

(VCC) جدید می باشد. در پروسه مطرح شده در فوق هیچ اشاره ای به Resolution از آدرس IP به آدرس MAC نشده است در شکل ۵ پروسه کامل ارتباط یک میزبان روی یک LAN سنتی (Legacy LAN) با یک میزبان ATM نشان داده شده است.



شکل ۵: مثالی از چگونگی ارتباط یک میزبان LAN با یک میزبان ATM

در زیر مراحل مختلف این پروسه را شرح می‌دهد.

- ۱- برای بدست آوردن آدرس MAC میزبان مقصد (میزبان مقصد و مبدا در یک Subnet قرار دارند)، میزبان مبدأ که در شبکه LAN واقع است یک درخواست ARP برای resolve کردن آدرس IP مقصد به آدرس MAC آن شبکه ارسال می‌کند این درخواست به پل LAN/ATM که از طرفی به LAN و از طرفی دیگر به شبکه ATM وصل است می‌رسد.
- ۲- LEC واقع در پل LAN/ATM درخواست ARP را از طریق یک VCC به سرور BUS ارسال می‌کند و سرور BUS نیز از طریق یک Multicast VCC آنها را به تمام اعضای ELAN ارسال می‌نماید.

- ۳- میزبان مقصد با دریافت درخواست ARP به آن پاسخ داده و آدرس MAC خود را نیز همراه پاسخ می‌فرستد. البته با توجه به اینکه میزبان مقصد آدرس ATM پل LAN/ATM را ندارد و هیچ ارتباطی از

طریق VCC نمی تواند با مبدأ بر قرار کند پاسخ را به سرور BUS می فرستد تا سرور BUS آنرا منتشر کند.

۴- پل LAN/ATM با دریافت پاسخ ARP آنرا در شبکه LAN منتشر می کند.

۵- فرستنده پس از دریافت آدرس MAC مقصد شروع به ارسال Frame ها در LAN می کند.

۶- پل (bridge) بسته های دریافتی را از طریق سرور BUS منتشر می کند تا میزبان مقصد دریافت کند.

۷- در این میان LEC واقع در پل LAN/ATM یک درخواست LE-ARP به سرور LES از طریق

یک VCC مستقیم می فرستد و خواستار آدرس ATM مربوط به میزبان دارای آدرس MAC مورد

نظر میشود. اگر LES بتواند بوسیله cache خودش آدرس MAC را به آدرس ATM نگاشت کند با

آدرس ATM پاسخ میدهد در غیر این صورت در خواست LE-ARP را از طریق یک Multicast

VCC به تمام LEC ها می فرستد. LEC متناظر با آدرس MAC مورد نظر به این درخواست همراه با

آدرس ATM خودش پاسخ میدهد.

۸- LEC مبدأ پاسخ LE-ARP را از LES از طریق یک VCC مستقیم دریافت کرده و آدرس ATM

مقصد را استخراج کرده و یک کانال مجازی VCC با میزبان مقصد برقرار می کند.

۹- پس از برقراری VCC بین LEC مبدأ و میزبان مقصد (میزبان ATM) پل LAN/ATM شروع به

ارسال بسته ها از مسیر جدید خواهند کرد.

نقاط قوت وضعف LANE :

از آنجا که LANE همان سرویس هایی که پروتکل MAC شبکه LAN سنتی برای درایورهای لایه

شبکه ارائه میدهند را ارائه می دهد. دیگر نیازی به تغییر این درایورها نمی باشد. و این امر باعث تسریع در

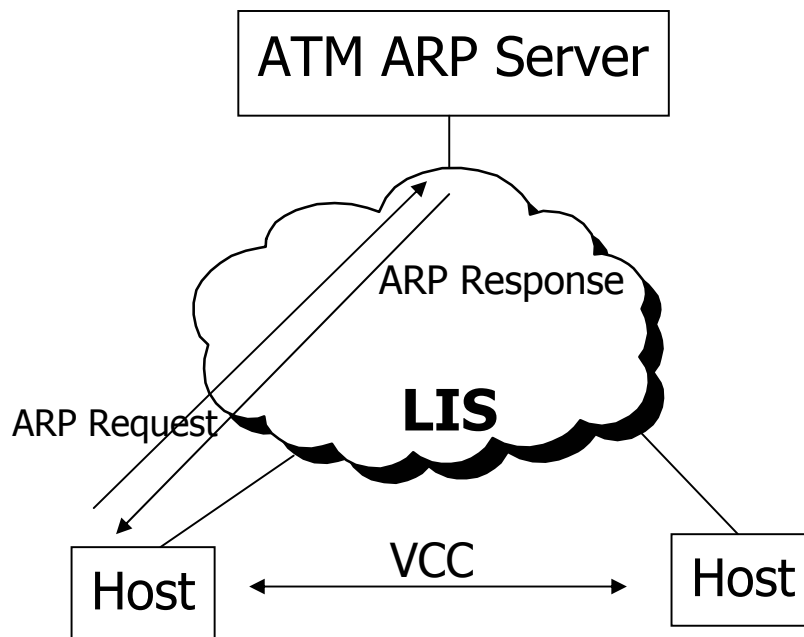
بکارگیری ATM میشود. ولی بهر حال با توجه به اینکه عمل اصلی LANE مخفی کردن ویژگی های

ATM از پروتکل های لایه بالاتر است مانع از استفاده از مزایای ذاتی ATM که مهمترین آنها تضمین کیفیت سرویس (QOS) است میشود. یک ایراد اساسی دیگری که LANE دارد این است که هنوز ترافیک بین دو میزبان در دو LANE متفاوت باید از طریق Router انتقال یابد و این امر باعث می شود که خود Router به گلوگاه تبدیل شود.

Classical IP Over ATM

روش کلاسیک IP روی ATM توسط IETF استاندارد شد. این روش مکانیزمی را جهت راندن IP روی ATM تعریف می کند و با ATM به عنوان یک تکنولوژی جدید برخورد می کند نه اینکه بخواهد Ethernet ویا

Token Ring را روی ATM Emulate کند. این روش بر خلاف روش LANE از تمام ویژگی های ATM (مثلا تضمین کیفیت سرویس (QOS)) بهره می برد. در این معماری میزبان های IP که به شبکه ATM متصل اند تشکیل یک زیر شبکه مستقل منطقی تحت عنوان LIS (Logically Independent Subnet) را میدهند. همانطوری در شکل ۶ ملاحظه می کنید به ازای هر LIS یک سرور ARP ATM (ATM Address Resolution Protocol) جهت resolve کردن آدرسهای IP به ATM در نظر گرفته شده است .



شکل ۶: Classical IP over ATM

هرگاه یک میزبان IP (LIS Client) به شبکه متصل شود از طریق آدرس ATM سرور ARP یک ارتباط با آن سرور برقرار کرده و موجودیت خودش را اعلام می کند در پاسخ سرور ARP از میزبان IP درخواست می کند که آدرس IP و آدرس ATM خودش را اعلام کند. سرور ARP آدرس IP و ATM میزبان IP را دریافت کرده و در جدول آدرس های خود ذخیره می کند. هرگاه میزبان IP بخواهد با یک میزبان دیگر در LIS ارتباط برقرار کند یک درخواست جهت resolve کردن آدرس ATM میزبان

مقصد به سرور ARP می فرستد. سرور ARP در صورت داشتن آدرس ATM میزبان مقصد در پاسخ آدرس ATM را بر می گرداند در غیر این صورت پاسخ منفی میدهد.

اگر آدرس ATM میزبان مقصد resolve شود میزبان مبدأ یک اتصال مجازی (VCC) بامیزبان مقصد برقرار کرده و تبادل اطلاعات می کند.

اگر آدرس ATM میزبان مقصد resolve نشود آنگاه بسته های اطلاعات به یک Router ارسال میشوند تا به میزبان مقصد هدایت شوند. بنابراین امکان ارتباط به شکل Cut-through تنها زمانی وجود دارد که هر دو میزبان در یک LIS باشند در غیر این صورت بسته ها از طریق Router ارسال میشوند این مسأله از معایب روش کلاسیک است چرا که در این روش خود Router ممکن است تبدیل به bottleneck شود و هم چنین امکان برقراری ارتباط بین دو میزبان با QOS درخواستی وجود ندارد. برای رفع کاستی فوق IETF روشی را ارائه کرده است که در زیر به آن می پردازیم.

Next HOP Resolution Protocol (NHRP)

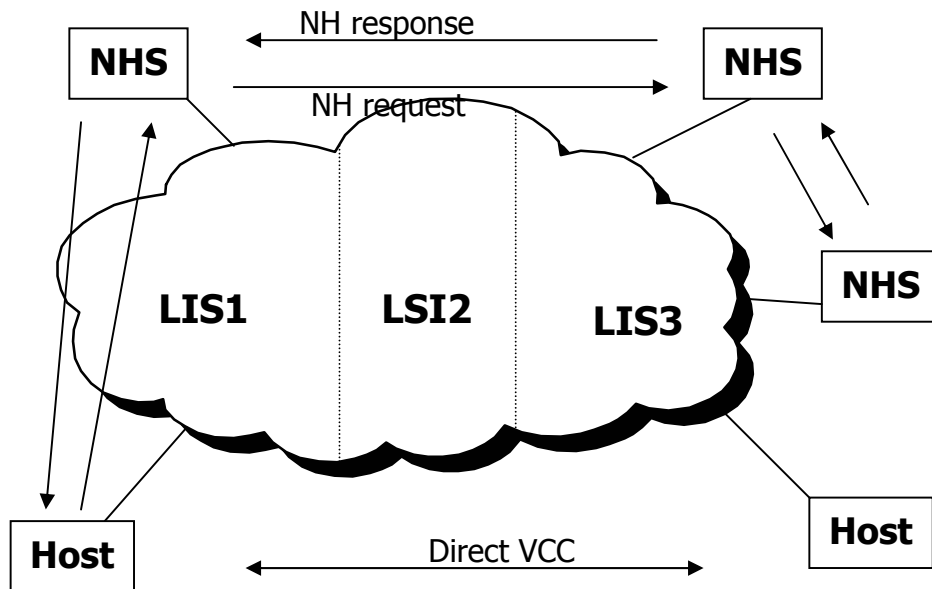
پروتکل NHRP را IETF برای پشتیبانی از ارتباط Cut-Through بین میزبان های واقع در LIS های متفاوت ولی در یک شبکه ATM پیشنهاد کرده است NHRP روی مدل کلاسیک ساخته میشود و مفهوم LIS را با مفهوم دیگری تحت عنوان شبکه NBMA (Non-Broadcast Multiaccess) جایگزین می کند.

شبکه NBMA این امکان را فراهم می سازد که چندین میزبان متصل به یک شبکه در دامنه های Broadcast متفاوت قادر باشند ارتباط Cut-through با هم برقرار کنند در این پروتکل دو میزبان در دو LIS مختلف می توانند ارتباط مستقیم داشته باشند. شبکه های ATM, Frame Relay و X.25 نمونه هایی از شبکه های NBMA هستند.

NHRP از سروری به اسم NHS (NHRP Server) به جای سرور ARP جهت resolve کردن آدرسهای IP به آدرس های ATM استفاده میشود. هر NHS علاوه بر اینکه جدولی از آدرس های IP و ATM میزبان های دامنه خودش را نگهداری می کند بلکه جدولی از آدرس های ATM سرورهای NHS مجاور را نیز نگهداری می کند. هر میزبان با آدرس ATM سرور NHS دامنه خودش پیکربندی میشود هر گاه یک میزبان بخواهد به شبکه متصل شود آدرس IP و ATM خودش را به اطلاع سرور NHS میرساند تا در جدول خودش وارد کند.

طرز کار پروتکل NHAR به این نحو است :

هر گاه یک میزبان بخواهد بسته ای را به میزبان دیگری در شبکه NBMA ارسال کند و نیاز به آدرس ATM آن داشته باشد یک بسته حاوی درخواست NHRP را از طریق یک VCC به سرور NHS دامنه خودش ارسال می کند اگر سرور NHS بتواند آدرس ATM معادل با آدرس IP میزبان مقصد را resolve کند در پاسخ آنرا به میزبان درخواست کننده می فرستد در غیر اینصورت درخواست NHRP برای resolve کردن آدرس مقصد را به NHS های مجاور ارسال می کند. این روال ادامه پیدا می کند تا اینکه توسط یک NHS در شبکه NBMA آدرس ATM مورد نظر بدست آید. آدرس ATM حاصل توسط NHS یابنده به NHS قبلی اش ارسال میشود آن هم به NHS ماقبل اش ارسال می کند. بهمین ترتیب ادامه پیدا می کند تا آدرس ATM میزبان مقصد به دست NHS دامنه میزبان مبدأ و در نهایت خود میزبان مبدأ برسد (شکل ۷). پس از آن میزبان مبدأ می تواند یک ارتباط مستقیم با میزبان مقصد برقرار کرده و شروع به ارسال داده کند.



شکل ۷: NHRP

(MPOA) Multi Protocol Over ATM

هدف MPOA انتقال بهینه اطلاعات بین زیر شبکه ها در یک محیط LANE می باشد. MPOA با بکار گیری همزمان تکنولوژی LANE و NHRP سعی می کند با حفظ امتیازات ویژه LANE امکان ارتباط میزبان های واقع در زیر شبکه های مختلف را با دور زدن مسیریابها فراهم سازد. برای ایجاد ارتباط بهینه MPOA اجازه می دهد که محاسبات مسیریابی بین شبکه ها و Forward کردن بسته ها از نظر فیزیکی جدا از هم باشند. محاسبات مسیریابی روی سروی تحت عنوان MPS (MPOA Server) که خود سرور معمولاً در داخل یک Router قرار دارد انجام میشود و عمل Forward کردن بسته ها توسط MPC (MPOA Client) که معمولاً در داخل میزبان های MPOA واقع است صورت می گیرد.

MPC بسته‌هایی را که به Router دارای MPS , Forward میشوند را نظاره می‌کند اگر MPC بتواند جریانی (Flow) از بسته‌ها را کشف کند که بتواند از مزایای ارتباط shortcut برخوردار باشد (منظور جریانه‌های طولانی است) و بدون عبور از Router انتقال یابد با استفاده از پروتکل NHRP درخواستی را جهت resolve کردن آدرس IP به آدرس ATM میزبان مقصد انجام میدهد در صورتی که درخواست اجابت شود و بتواند آدرس ATM میزبان مقصد را بدست آورد با استفاده از این آدرس یک VCC باز کرده و ارتباط مستقیمی را با میزبان مقصد برقرار ساخته و شروع به ارسال بسته‌ها از این مسیر می‌کند. ناگفته نماند که MPC پس از برقراری ارتباط shortcut عمل encapsulation در لایه Datalink را از روی بسته‌های ارسالی بر می‌دارد و بدون encapsulation آنها را ارسال می‌کند.

در MPC مقصد که اطلاعات را از MPC مبدأ دریافت می‌کند عمل encapsulation در لایه Datalink روی اطلاعات دریافتی انجام شده و آنگاه به لایه‌های بالاتر (به عنوان مثال این لایه می‌تواند در داخل خود MPC باشد و یا یک پورت bridge باشد) ارسال می‌کند. MPC مقصد اطلاعات لازم برای encapsulation داده‌ها را از MPS دریافت کرده و آنها را در حافظه نهان خود ذخیره می‌کند.

یک MPS یک جزء منطقی از یک Router است که امکان Forwarding اطلاعات به MPC ها را فراهم می‌سازد و هم چنین MPS شامل یک NHS کامل که در NHRP تعریف میشود نیز می‌باشد. علاوه بر اینها وظیفه دیگر MPS دریافت اطلاعات لازم برای encapsulation داده‌ها از MPC مبدأ و دادن آنها به MPC مقصد می‌باشد.

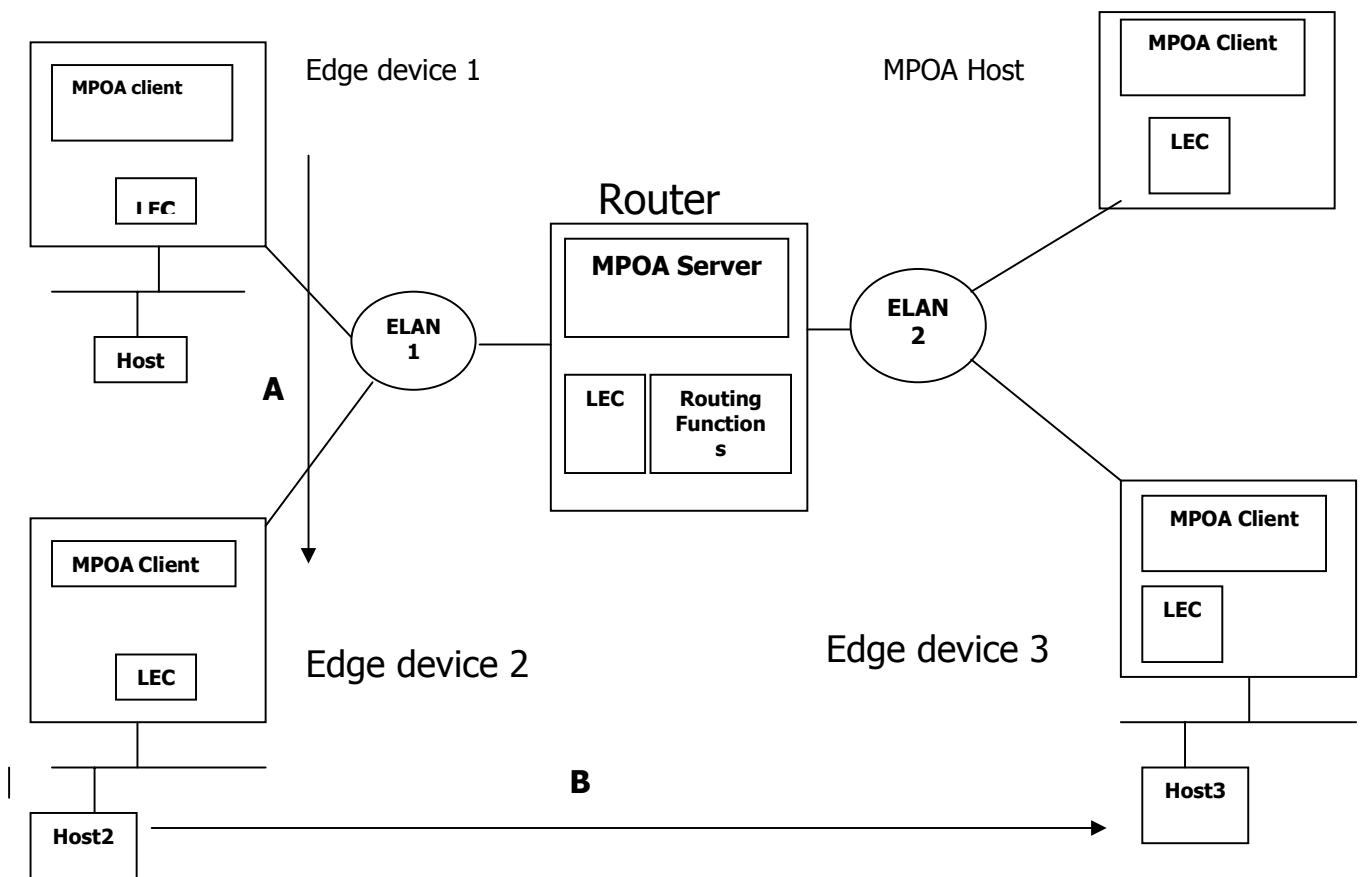
در اینجا اشاره مختصری داریم به رویه ارتباط در IntraELAN و InterELAN در بستر MPOA :

جریانهای IntraELAN از یک میزبان MPOA و یا یک میزبان LAN که در پس یک دستگاه

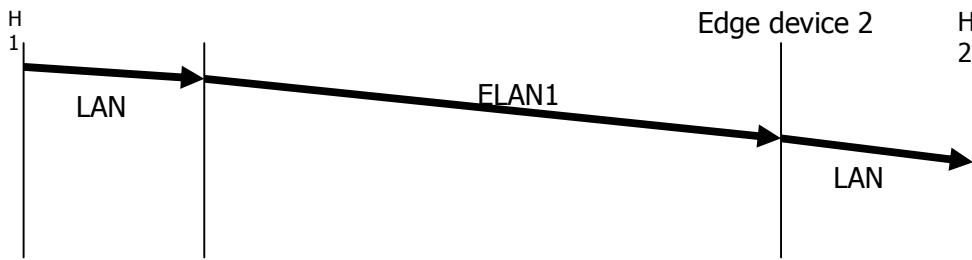
واسط

(edge device) قرار دارد شروع شده و به یک میزبان MPOA و یا یک میزبان LAN ختم میشوند. به عنوان مثال فرض کنید میزبان H₁ در (شکل ۸) می خواهد با میزبان H₂ که در ELAN واقع اند ارتباط برقرار کند. برای این منظور از مکانیزم های resolution آدرس در LANE استفاده میشود. و اطلاعات بین Edge device 1 و Edge device 2 از طریق یک VCC انتقال می یابد. مسیر داده ها در این ارتباط را در شکل ۹ ملاحظه می کنید.

جریان های inter-ELAN از یک میزبان MPOA و یا یک میزبان LAN در یک شبکه LANE آغاز شده و به یک میزبان MPOA و یا یک میزبان LAN در یک شبکه دیگر ختم میشوند.

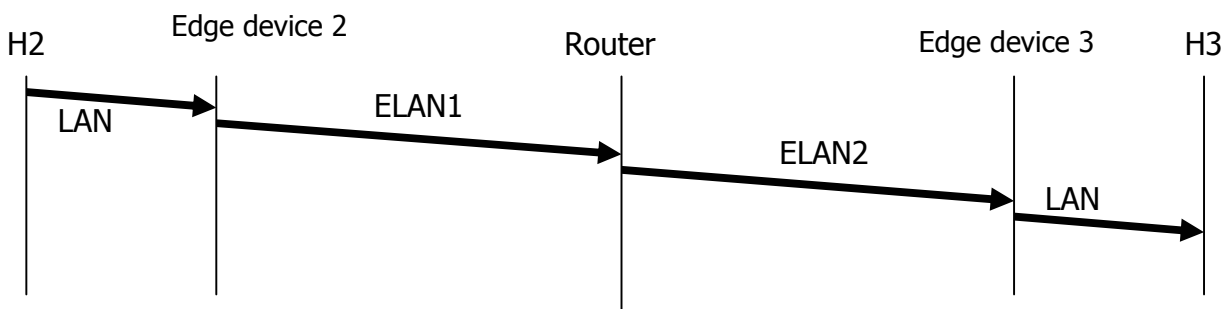


شکل ۸: یک پیکربندی MPOA

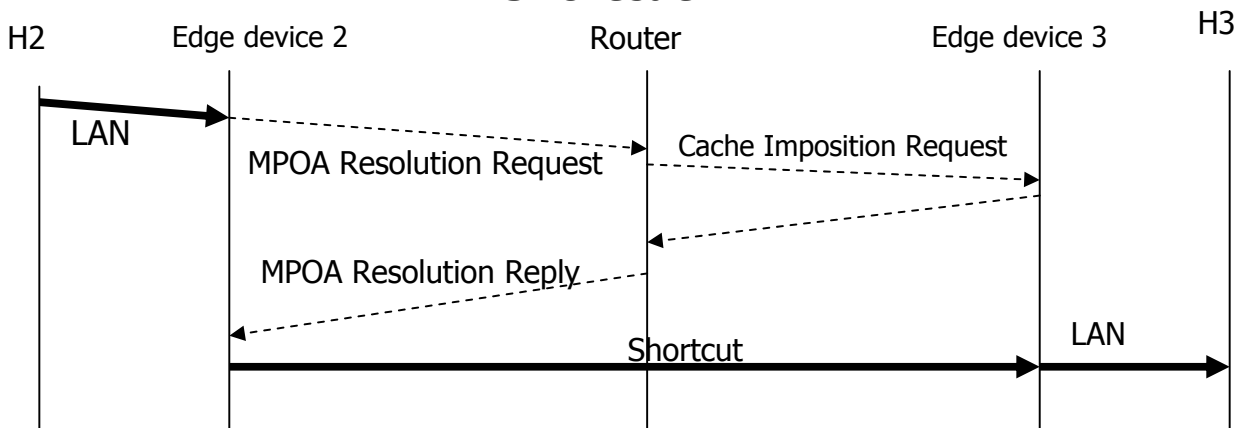


شکل ۹: مسیر داده بین دو میزبان LAN

Default Path



Shortcut



شکل ۱۰: مسیر داده بین دو میزبان در دو LANE متفاوت

به عنوان مثال فرض کنید که میزبان H₂ (در شکل ۸) می خواهد با میزبان H₃ که در LANE متفاوتی واقع است ارتباط برقرار کند. طریقه انتقال این نوع جریانها بسته به طول جریان متفاوت خواهد بود. برای انتقال جریانهای کوتاه از مسیر پیش فرض (Default path) استفاده میشود و برای انتقال جریانهای طولانی با استفاده از پروتکل NHRP آدرس ATM میزبان مقصد resolve شده و یک مسیر shortcut ایجاد میشود. در شکل ۱۰ مسیر داده ها برای جریانهای کوتاه و طولانی را ملاحظه می کنید در روش مسیر پیش فرض میزبان H₂ فریم MAC را به Edge device 2 می فرستد و او نیز بسته را در یک فریم LANE از طریق یک VCC مستقیم به Router ارسال می کند و Router هم از طریق یک VCC مستقیم آن را به Edge device 3 ارسال می کند و در نهایت Edge device 3 بسته را به شکل فریم MAC به میزبان H₃ می فرستد. در روش shortcut که برای جریانهای طولانی استفاده می شود میزبان H₂ فریم MAC را به Edge device 2 می فرستد. اگر Edge device 2 کشف کند که مقصد این جریان یک میزبان یک LANE دیگر است یک درخواست MPOA resolution به MPS برای دریافت آدرس ATM معادل آدرس IP می فرستد، حال اگر MPS نتواند با استفاده از اطلاعات حافظه نهان خود به درخواست MPS پاسخ دهد یک درخواست به Edge device 3 ارسال می کند او نیز آدرس ATM را به MPS بر می گرداند و MPS نیز آن را در اختیار Edge device 2 می گذارد پس از آن Edge device 3 می تواند یک VCC باز کرده و شروع به ارسال داده ها کند در آنطرف Edge device 3 بسته ها را دریافت کرده و از روی آنها فریم های MAC را ساخته به H₃ ارسال می کند.

اگر میزبان مبدأ و مقصد در دامنه کاری یک MPS نباشند و یک درخواست MPOA resolution جهت resolve کردن آدرس ATM میزبان مقصد به او برسد چون میزبان مقصد در دامنه او نیست خودش نمی تواند به این درخواست پاسخ دهد بنا براین درخواست مورد نظر را به درخواست NHRP resolution

تبدیل کرده و به MPS های دیگر می فرستد و این رویه در آن MPS ها نیز ادامه پیدا می کند تا در نهایت درخواست به MPS دامنه ای میرسد که میزبان مقصد در آن دامنه واقع است MPS آخری یا طریق cache خودش و یا از طریق MPC های دامنه اش آدرس ATM معادل با میزبان مقصد را resolve کرده و پاسخ را برمی گرداند تا پاسخ به دست MPS اولی برسد MPS اولی نیز آدرس ATM حاصله را به MPC مبدأ می فرستد پس از آن MPS مبدأ می تواند یک VCC باز کرده و داده ها را از طریق آنها ارسال کند.

Encapsulation IP Packets into ATM cells

در بخشهای گذشته به پروتکل های مهمی که برای راندن IP روی ATM وجود دارد اشاره کردیم. در این بخش تصمیم داریم به نحوه encapsulate شدن بسته های IP در سلولهای ATM بپردازیم. دو روش برای encapsulate کردن داده های بدون ارتباط (Connectionless) روی شبکه ATM با استفاده از AAL5 در RFC شماره ۱۴۸۳ پیشنهاد شده است.

روش اول که LLC/ SNAP نامیده میشود تعدادی از جریانهای داده های بدون ارتباط که متعلق به پروتکل های متفاوتی هستند را روی یک VCC شبکه ATM و با استفاده از سرآیند LLC (Logical link control) ارسال می کند.

روش دوم به ازای هر پروتکل یک VCC تخصیص میدهد بهمین دلیل این روش ، روش مالتی پلکس بر اساس VCC نامیده میشود. از آنجا که هم Router ها که در لایه ۳ کار می کنند و هم پل ها (bridge) که در لایه ۲ کار می کنند می توانند به شبکه ATM وصل شوند دو استاندارد برای encapsulation دو روش کاملاً متفاوتی را برای حمل بسته های پروتکل های لایه دو و سوم بکار می گیرند. در ادامه این بحث

به روشهایی که LLC/SNAP ومالتي پلكس بر اساس VCC برای پروتكل های routed و bridged بكار می گیرند خواهیم پرداخت.

: LLC / SNAP Encapsulation

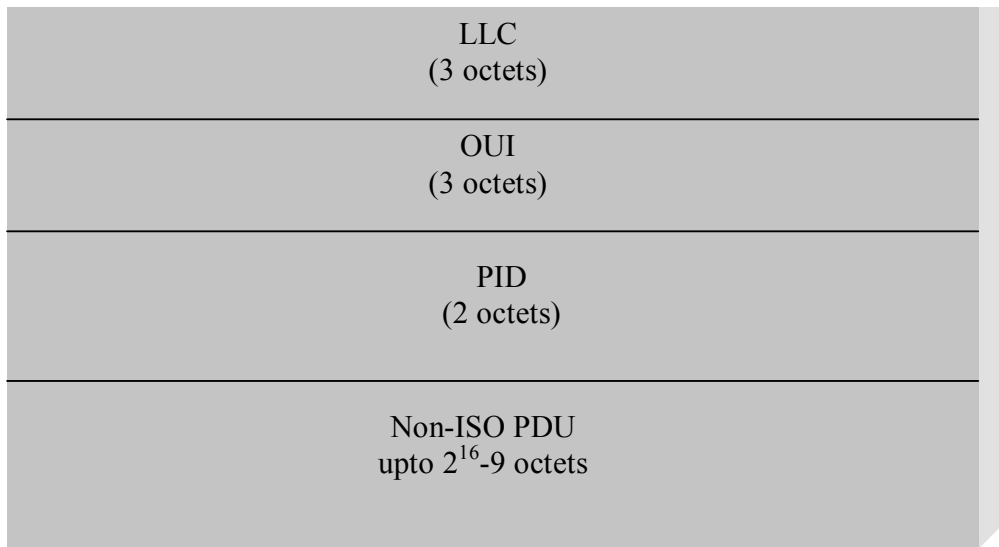
تكنيك مالتي پلكس LLC/SNAP موقعی بكار می رود كه چندین پروتكل روی يك VCC مشترك در شبكه ATM حمل میشوند. قالب Payload لایه AAL5 برای پروتكل های routed و bridged با هم متفاوت خواهند بود.

: پروتكل های Routed

برای اینکه در مقصد بتوان پروتكل های مختلف كه تحت VCC مشترك ارسال داده می کنند را از هم تشخیص داد فرستنده يك سرآیند (header) ۳ بایتي LLC و يك سرآیند ۵ بایتي SNAP را به داده ای ارسال می کند. چگونگی بسته بندی بسته های IP را در PAY load لایه AAL5 در شكل ۱۱ ملاحظه می کنید.

سرآیند شامل ۳ بایت (Organizationally unique Identifier) و ۲ بایت PID (Protocol Identifier)

می باشد. از روی OUI معنی كدهای بكار رفته در PID برای پروتكل های مختلف مشخص میشود .



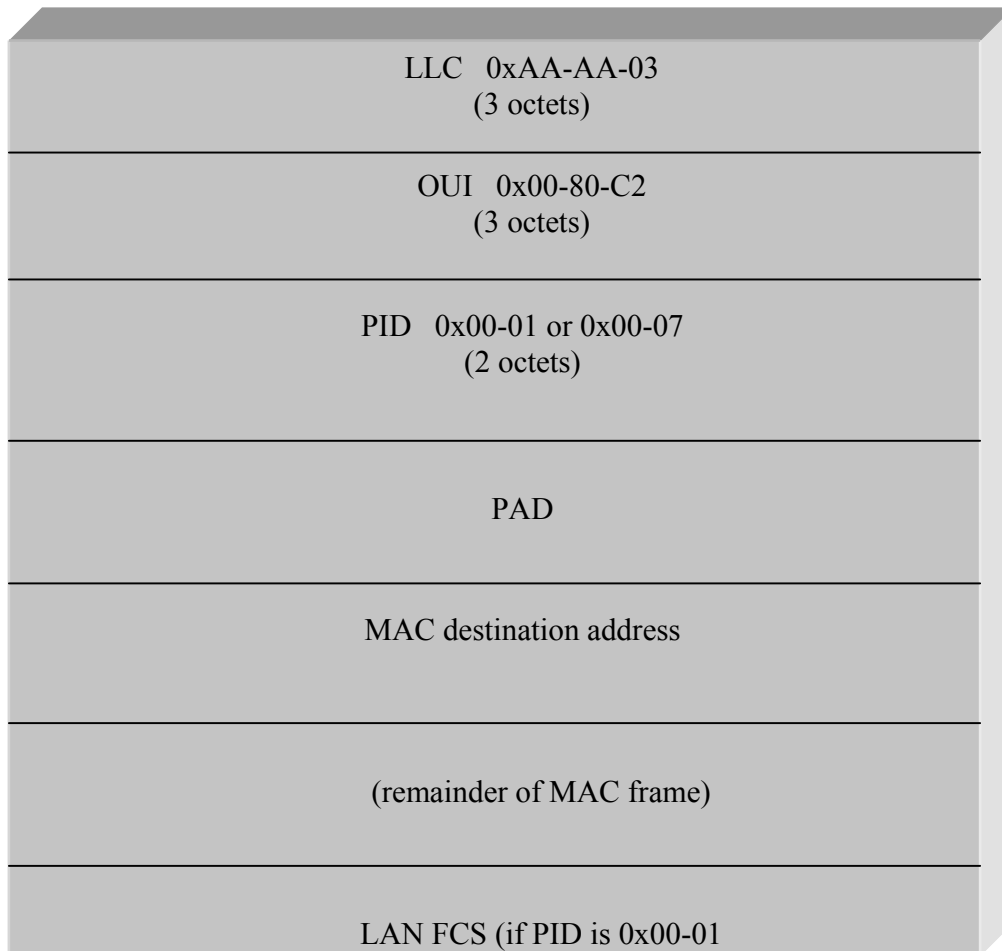
شکل ۱۱: فرمت AAL5 Payload برای Routed non-ISO PDU

پروتکل های Bridged :

Pay load برای پروتکل های bridged کمی با Payload برای پروتکل های routed متفاوت است. به عنوان مثال AAL5 Payload برای اترنت bridged در شکل ۱۲ نشان داده شده است. مقدار 0xAA-AA-03 در فیلد LLC نشان دهنده وجود سرآیند SNAP که شامل فیلدهای PID و OUI است می باشد. و مقدار 0x00-80-C2 در فیلد OUI کد سازمانی گروه کاری IEEE80.2.1 را مشخص می کند. و مقدار 0x00-01 در فیلد PID وجود فیلد LAN FCS و پروتکل اترنت bridged را نشان میدهد. درحالی که مقدار 0x00-07 در این فیلد پروتکل اترنت bridged را بدون فیلد LAN FCS مشخص می کند. و فیلد LAN FCS , Frame check Sequence مربوط به PDU اصلی را در خود نگهداری می کند. از آنجا که PDU مربوط به تمام پروتکل های متفاوت در روش LLC/SNAP

روی VC مشترک محل میشود بکارگیری این روش زمانی مناسب است که باز کردن تعداد زیادی امکان

پذیر نباشد.



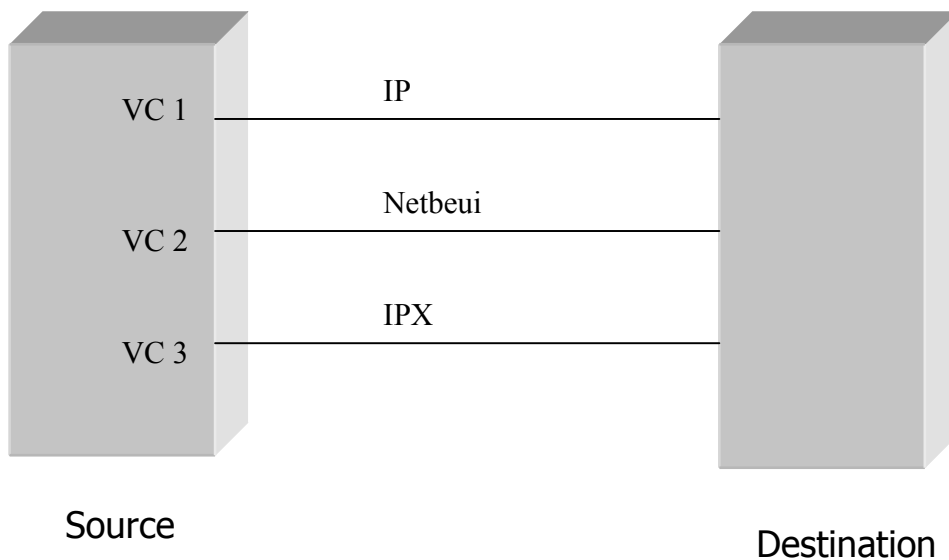
شکل ۱۲: فرمت AAL5 Payload برای bridged Ethernet

مالتی پلکس کردن بر اساس VCC:

این روش زمانی بکار گرفته میشود که باز کردن تعداد زیادی VCC بدون متحمل شدن هزینه بالا امکان

پذیر باشد. در روش مالتی پلکس بر اساس VCC یک میزبان برای انتقال بسته های هر کدام از پروتکل ها

یک VCC باز می کند. (شکل ۱۳) بنابراین میزبان مقصد PDU مربوط به پروتکل های مختلف را از روی شماره های VCC تشخیص خواهد داد. ویژگی خوب این روش این است که هیچ سرباری از قبیل سربار LLC که در روش وجود داشت وجود ندارد. ویژگی خوب دیگر این روش این است که به حداقل پهنای باند برای انتقال داده نیاز دارد. و تنها یک سربار کوچک به سرآیند بسته ها افزوده میشود. این روش در مقایسه با روش LLC بسیار بهتر است البته به شرط اینکه امکان باز کردن یک VCC به ازای هر پروتکل به صورت پویا وجود داشته باشد. انتظار میرود این روش در شبکه های خصوصی ATM متداول شود. در اینجا به نحوه پیاده سازی این روش در پروتکل های routed و bridged اشاره می کنیم.



شکل ۱۳: چگونگی انتقال داده های چندین پروتکل براساس VCC

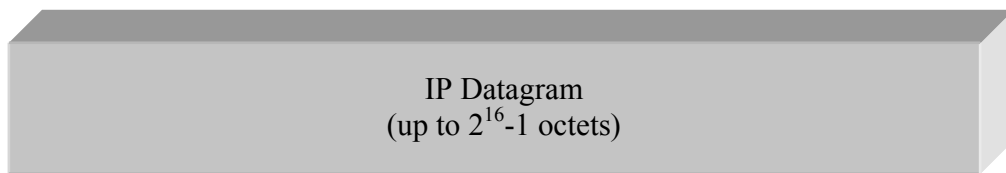
پروتکل های Routed :

از آنجا که میزبان مقصد نیازی به این ندارد که PDU ها را در داخل یک VCC خاص تشخیص دهد

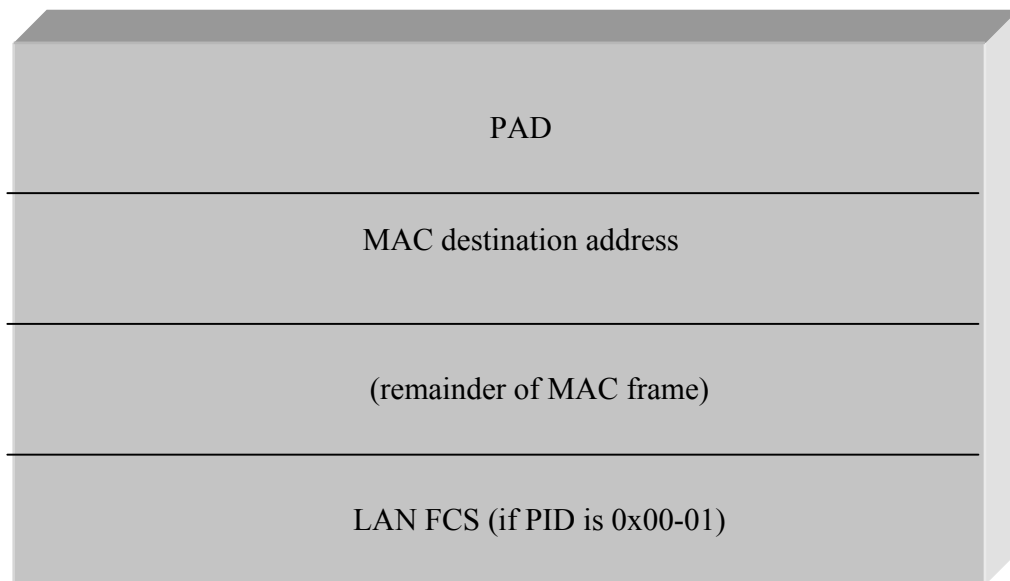
فیلد AAL5 pay load تنها شامل IP PDU خواهد بود (شکل ۱۴).

پروتکل های Bridged :

موقعی که PDU مربوط به پروتکل های bridged با استفاده از مالتی پلکسینگ بر اساس VCC حمل میشود قالب Payload شبیه زمانی است که با استفاده از روش LLC حمل شود. با این تفاوت که دیگر نیازی به فیلدهای LLC و OUT و PID نمی باشد. قالب Payload برای این روش را در شکل ۱۵ ملاحظه می کنید.



شکل ۱۴: فرمت AAL5 Payload برای encapsulate کردن datagram های IP در روش مالتی پلکسینگ بر اساس VCC



شکل ۱۵: فرمت AAL5 Payload برای bridged Ethernet در روش مالتی پلکسینگ بر اساس VCC