بسم الله الرّحمن الرّحیم

تکنولوژی Frame Relay

Introduction to Frame Relay

Frame relay یک پروتکل WAN با کارایی بالاست که در **دو لایه‌ی فیزیکی و پیوند مدل مرجع OSI** کار می‌کند. در ابتدا این پروتکل برای استفاده در واسطهای Integrated Service Digital Network (ISDN) طراحی شد. امروزه، این پروتکل با واسطهای دیگر شبکه نیز کار می‌کند. در این قسمت ما بر روی مشخصات Frame Relay و کاربردهای آن در زمینه‌ی سرویس‌های WAN صحبت می‌کنیم.

Frame Relay یک نمونه از **تکنولوژی Packet-switched** است. **شبکه‌های packet-switched این توانایی را به سیستم انتهایی یا میزبان می‌دهند که پهنای باند موجود و رسانه‌های شبکه را به اشتراک بگذارد.**

Introduction to Frame Relay

دو تکنیک زیر در تکنولوژی packet switching استفاده می‌شود:

۱- بسته‌هایی با طول متغیر (variable)

بسته‌های با طول متغیر برای این‌که **انتقال داده کاراتر و انعطاف‌پذیرتر** باشد، استفاده می‌شوند. این بسته‌ها بین سگمنت‌های مختلف شبکه سوییچ می‌شوند تا زمانی‌که به مقصد برسند.

۲- تسهیم آماری (statistical multiplexing) (تحقیق)

تکنیک‌های تسهیم آماری دسترسی شبکه در شبکه‌های packet-switched را کنترل می‌کنند. مزیت این تکنیک این است که **انعطاف‌پذیری بیشتر و استفاده‌ی کاراتر از پهنای باند** را ارائه می‌دهند. بیشتر LANها رایج امروزی- مثل Ethernet و Token Ring- از شبکه‌های packet switched استفاده می‌کنند.

Introduction to Frame Relay

Frame relay، اغلب به عنوان نسخه‌ی ساده‌ی X.25 توصیف می‌شود چون برخی از توانایی‌های X.25 مثل **پنجره‌سازی و انتقال دوباره‌ی آخرین داده** را ارائه نمی‌دهد. به خاطر این‌که Frame Relay معمولاً با تجهیزات WAN ای کار می‌کند که درجه‌ی قابلیت اعتماد بیشتری نسبت به تجهیزات اواخر ۱۹۷۰ و اوایل ۱۹۸۰ را ارائه می‌دهند.

Frame relay به **دو لایه‌ی اول** مجموعه پروتکل محدود است در حالی‌که X.25 سرویس در لایه‌ی سه (شبکه) را نیز ارائه می‌دهد. این موضوع باعث می‌شود که **frame relay عملکرد بالاتر و انتقال داده‌ی بیشتری نسبت به X.25 ارائه دهد.** به همین دلیل frame relay برای کاربردهای WAN جاری مثل اتصال داخلی LANها مناسب است.

Frame Relay Standardization

پیشنهاد ابتدایی برای استانداردسازی Frame relay در **سال ۱۹۸۴** به **CCITT** ارائه شد.

توسعه‌ی عمده‌ی Frame Relay در سال ۱۹۹۰ وقتی‌که Cisco، Digital Equipment Corporation (DEC)، Northern Telecom و Stratacom یک کنسرسیوم برای تمرکز بر توسعه‌ی Frame Relay تشکیل دادند، رخ داد.

این کنسرسیوم مشخصه‌های مورد توافق که توسط CCITT مطرح شده را توسعه داد و نیز مشخصه‌هایی به این پروتکل برای کار در محیط‌های بین شبکه‌ای پیچیده اضافه کرد. این مشخصه‌های جدید برای Frame Relay مجتمعاً به نام **Local Management Interface (LMI)** نامیده شدند.

Frame Relay Standardization

از زمانی‌که این مشخصه‌ها گسترش یافت و منتشر شد، بسیاری از کمپانی‌ها از این مشخصه‌های جدید پشتیبانی کردند. سرانجام ANSI و CCITT نسخه‌های مختلف خود را در قالب مشخصه‌های LMI استاندارد کردند و هم اکنون این استاندارد بیشتر از نسخه‌ی اصلی استفاده می‌شود.

از لحاظ بین‌المللی Frame Relay به وسیله‌ی ITU-T استاندارد شده است. در آمریکا استاندارد ANSI پروتکل Frame Relay استفاده می‌شود.

Frame Relay Devices

دستگاه‌هایی که به Frame Relay WAN متصل هستند به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند:

۱- Data Terminal Equipment (DTE)

DTEs عموماً **تجهیزات انتهایی** برای یک شبکه‌ی خاص است و معمولاً در خانه‌ی مشتری قرار دارد. در حقیقت این دستگاه‌ها متعلق به مشتری است. مثالی از دستگاه‌های DTE ترمینال‌ها، کامپیوترهای شخصی، روترها و پل‌ها می‌باشند.

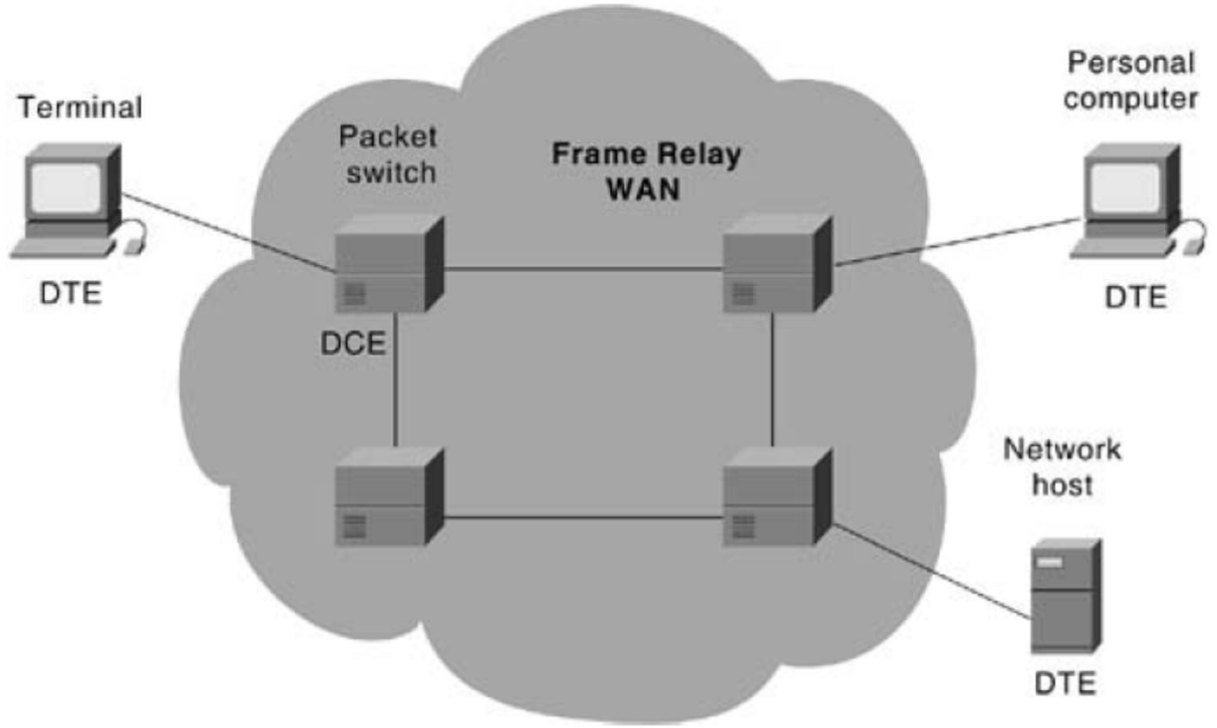
۲- Data circuit-terminating equipment

DCEsها **دستگاه‌های بین شبکه‌ای حامل** هستند. هدف تجهیزات DCE فراهم کردن سرویس‌های کلاکینگ و سوییچینگ در شبکه است. این دستگاه‌ها مسوول انتقال داده‌ها از طریق WAN می‌باشند. در بسیاری موارد آنها سوییچ‌های بسته (packet switches) هستند.

Frame Relay Devices

شکل زیر ارتباط بین این دو دستگاه را نمایش می‌دهد.

Figure 10-1. DCEs Generally Reside Within Carrier-Operated WANs



Frame Relay Devices

ارتباط بین دستگاه DTE و DCE شامل ارتباط اجزای لایه‌ی پیوند داده و اجزای لایه‌ی فیزیکی می‌باشد.

اجزای لایه‌ی فیزیکی مشخصات مکانیکی، الکتریکی، کارکردی و رویه‌ای برای اتصال بین دو دستگاه را تعریف می‌کند.

اجزای لایه‌ی پیوند پروتکلی برای ایجاد اتصال بین دستگاه‌های DTE مثل روتر و دستگاه DCE مثل سوییچ تعریف می‌کند.

Frame Relay Virtual Circuits

Frame Relay یک ارتباط **لایه‌ی پیوند اتصال‌گرا** فراهم می‌کند. به این معنی که ارتباط موجود بین هر زوج دستگاه را تعریف می‌کند و همچنین برای هر اتصال یک شناسه‌ی اتصال تعریف می‌کند. این سرویس با استفاده از مدار مجازی (virtual circuit) Frame Relay پیاده‌سازی می‌شود. مدار مجازی یک ارتباط منطقی بین دو دستگاه DTE از طریق شبکه سوییچ بسته‌ی Frame Relay است.

مدارهای مجازی یک مسیر **ارتباطی دو طرفه** از یک دستگاه DTE به یک دستگاه DTE دیگر را فراهم می‌کند. **مدارهای مجازی به صورت یکتا توسط data-link connection identifier (DLCI) شناسایی می‌شوند.** تعدادی از مدارهای مجازی می‌توانند در یک مدار فیزیکی برای انتقال از طریق شبکه مالتی‌پلکس شوند. این قابلیت اغلب می‌تواند تعداد تجهیزات و پیچیدگی شبکه مورد نیاز برای اتصال چند دستگاه DTE را کاهش دهد.

Frame Relay Virtual Circuits

مدار مجازی می‌تواند از تعداد زیادی دستگاه‌های DCE (سوییچ‌ها) میانی که در داخل شبکه‌ی Frame Relay قرار دارد، عبور کند.

مدارهای مجازی Frame Relay به دو دسته‌ی زیر تقسیم می‌شود:

۱- Switched Virtual Circuits (SVCs)

۲- Permanent Virtual Circuits (PVCs)

Switched Virtual Circuits (SVC)

SVCها **اتصال‌های موقتی** است، این اتصال‌ها در موقعیتی استفاده می‌شود که نیازمند انتقال داده‌ی پراکنده بین دستگاه‌های DTE از طریق شبکه‌ی frame relay باشیم. یک جلسه‌ی ارتباطی از طریق SVC شامل ۴ وضعیت زیر است:

۱- Call Setup

در این وضعیت مدار مجازی بین دو دستگاه Frame Relay DTE ایجاد می‌شود.

۲- Data Transfer

داده بین دو دستگاه DTE از طریق مدار مجازی منتقل می‌شود.

۳- Idle

ارتباط بین دو دستگاه DTE هنوز فعال است اما داده‌ای منتقل نمی‌شود. اگر SVC در موقعیت idle تا مدت زمان تعریف شده‌ای باقی بماند، اتصال می‌تواند پایان یابد.

Switched Virtual Circuits (SVC)

۴- Call Termination

مدار مجازی بین دستگاه‌های DTE خاتمه می‌یابد.

بعد از این‌که مدار مجازی خاتمه می‌یابد، دستگاه‌های DTE باید برای مبادله‌ی اطلاعات اضافی یک SVC جدید ایجاد کند.

سازنده‌های تجهیزات DCE، Frame Relay اتصالات SVC را پشتیبانی می‌کنند.

قبلاً SVCها به طور گسترده توسط تجهیزات Frame Relay پشتیبانی نمی‌شد ولی SVC امروزه یک استاندارد است. شرکت‌ها دریافتند که SVCها به خاطر این‌که مدار را همیشه باز نگاه نمی‌دارند، در هزینه **صرفه‌جویی** زیادی می‌کنند.

Permanent Virtual Circuits (PVC)

PVCها به صورت دائمی اتصالات را ایجاد می‌کنند و برای انتقال داده‌ی دائمی بین دستگاه‌های DTE در سرتاسر شبکه‌ی Frame Relay استفاده می‌شود.

ارتباط از طریق یک **PVC** نیازی به وضعیت‌های call setup و termination که توسط SVC استفاده می‌شود، ندارد. PVCها معمولاً در یکی از دو حالت زیر قرار دارند:

۱- Data Transfer

داده‌ها بین دستگاه‌های DTE از طریق مدار مجازی منتقل می‌شوند.

۲- Idle

اتصال بین دستگاه‌های DTE فعّال است، اما داده‌ای منتقل نمی‌شود. بر عکس SVCها، PVCها تحت هیچ رویدادی وقتی که در حالت idle هستند، خاتمه نخواهند یافت.

Data-Link Connection Identifier (DLCI)

مدارهای مجازی Frame Relay توسط **data-link connection identifier** شناسایی می‌شوند. مقدارهای DLCI معمولاً توسط Frame Relay service provider اختصاص داده می‌شود (به طور مثال شرکت تلفن).

Frame Relay DLCIها به صورت محلی دارای اهمیت است به این معنی که مقدارهای آن در یک LAN یکتا است اما لزوماً در یک Frame Relay WAN یکتا نیست.

Congestion-Control Mechanism

Frame Relay سربار شبکه را از طریق پیاده‌سازی مکانیزم‌های ساده‌ی اخطار ازدحام کاهش می‌دهد.

Frame Relay معمولاً توسط رسانه‌های شبکه‌ی قابل اطمینان پیاده‌سازی می‌شود بنابراین صحت یا جامعیت داده به خاطر این‌که کنترل جریان به پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر واگذار می‌شود، به مخاطره نمی‌افتد.

Frame Relay **دو مکانیزم اخطار ازدحام** را پیاده‌سازی می‌کند:

۱- Forward-explicit congestion notification (FECN)

۲- Backward-explicit congestion notification (BECN)

FECN و BECN توسط **یک بیتی** که در سرآیند فریم Frame relay است،کنترل می‌شوند.

Congestion-Control Mechanism

سرآیند فریم Frame Relay همچنین محتوی بیت **Discard Eligibility (DE)** است.، که برای **شناسایی ترافیک با درجه‌ی اهمیت کم** استفاده می‌شود. این نوع ترافیک در طول دوره‌ی ازدحام می‌تواند حذف شود.

بیت FECN قسمتی از فیلد آدرس در سرآیند فریم Frame Relay است. مکانیزم FECN هنگامی‌که یک دستگاه DTE فریم Frame relay را ارسال می‌کند، آغاز می‌شود. اگر **شبکه دچار ازدحام** باشد، دستگاه‌های DCE (سوییچ‌ها) **مقدار بیت FECN را برابر یک** قرار می‌دهند. وقتی‌که فریم‌ها به دستگاه DTE مقصد رسیدند، فیلد آدرس (که FECN بیت آن یک است) نشان می‌دهد که فریم در مسیر از مبدا به مقصد ازدحام را تجربه کرده است. دستگاه DTE این اطلاعات را به پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر برای پردازش ارسال می‌کند. بر اساس نوع پیاده‌سازی، کنترل جریان ممکن است که آغاز شود، یا این‌که این نشانه نادیده گرفته شود.

Congestion-Control Mechanism

بیت BECN قسمتی از فیلد آدرس در سرآیند فریم Frame relay است. **دستگاه‌های DCE مقدار بیت BECN فریم را هنگامی یک می‌کنند که در جهت مخالف فریم‌هایی که FECN آن یک است، حرکت کنند.** این موضوع به دستگاه DTE گیرنده اطلاع می‌دهد که فریم‌ها از مسیر خاصی از شبکه عبور کرده است که دچار ازدحام است. سپس دستگاه DTE اطلاعات را به پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر برای پردازش ارسال می‌کند. بسته به نوع پیاده‌سازی ممکن است کنترل جریان آغاز شود یا این نشانه نادیده گرفته شود.

Congestion-Control Mechanism (Discard Eligibility)

Frame Relay Discard Eligibility

بیت Discard Eligibility (DE) برای نشان دادن این‌که یک فریم از اهمیت کمتری نسبت به فریم‌های دیگر برخوردار است، استفاده می‌شود. بیت DE قسمتی از فیلد آدرس در سرآیند فریم Frame Relay است.

دستگاه‌های DTE مقدار بیت DE را یک می‌کنند برای این‌که نشان دهند یک فریم از اهمیت کمتری نسبت به فریم‌های دیگر برخوردار است. **وقتی شبکه دچار ازدحام است، دستگاه‌های DCE فریم‌هایی که مقدار بیت DE آنها یک است را دور می‌اندازند.** در این صورت احتمال این‌که داده‌های حساس در زمان ازدحام شبکه توسط دستگاه‌های DCE دورانداخته شوند، کاهش می‌یابد.

Congestion-Control Mechanism (Error Checking)

Frame Relay Error Checking

Frame Relay از مکانیزم بررسی خطای رایجی که Cyclic Redundancy Check یا CRC نامیده می‌شود، استفاده می‌کند. **CRC از مقایسه‌ی دو مقدار محاسبه شده برای تعیین این‌که آیا خطا در جریان انتقال داده از مبدا به مقصد اتفاق افتاده است، استفاده می‌کند.**

Frame Relay بار شبکه را به وسیله‌ی پیاده‌سازی بررسی خطا به جای تصحیح خطا کاهش می‌دهد. Frame Relay معمولاً توسط رسانه‌های شبکه‌ی قابل اطمینان پیاده‌سازی می‌شود، بنابراین جامعیت داده (integrity) از بین نمی‌رود به خاطر این‌که تصحیح خطا به پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر که بالای Frame Relay اجرا می‌شوند، سپرده می‌شود.

Frame Relay Local Management Interface

Local Management Interface (LMI) مجموعه‌ای از افزونه‌هاست که به مشخصه‌ی Frame Relay اصلی اضافه می‌شود. LMI در سال ۱۹۹۰ توسط سیسکو، StrataCom، Northern Telecom و Digital Equipment Corporatin توسعه یافت. LMI تعدادی مشخصه (که الحاقیه (extension نامیده می‌شود) برای مدیریت ارتباطات میان‌شبکه‌ای پیچیده ارائه می‌دهد. الحاقیه‌های کلیدی LMI برای Frame Relay شامل **آدرس‌دهی جهانی، پیام‌های وضعیت مدار مجازی و مالتی‌کستینگ (Multicasting)** می‌باشد.

الحاقیه‌ی آدرس‌دهی جهانی LMI مقدارهای Data-link connection identifier (DLCI) را به صورت جهانی به Frame relay می‌دهد. مقدارهای DLCI به آدرس‌های DTE تبدیل می‌شوند که در Frame Relay WAN منحصربه فرد هستند. **الحاقیه‌ی آدرس‌دهی جهانی کارکردپذیری و توانایی مدیریت را به شبکه‌های Frame Relay اضافه می‌کند.**

Frame Relay Local Management Interface

پیام‌های وضعیت مدار مجازی LMI **ارتباط و همگام‌سازی بین دستگاه‌های DTE و DCE، Frame Relay را فراهم می‌کند**. این پیام‌ها برای گزارش دوره‌ای درباره‌ی وضعیت PVCها استفاده می‌شوند. این پیام‌ها از ارسال داده‌ها در داخل حفره‌های سیاه (black holes) جلوگیری می‌کنند. (یعنی از ارسال داده به PVCهایی که موجود نیستند، جلوگیری می‌کنند.)

الحاقیه‌ی چند پخشی (multicasting) LMI اجازه می‌دهد که گروه‌های چندپخشی اختصاص داده شوند. چندپخشی از طریق اجازه دادن در ارسال پیام‌های تبدیل آدرس و بروزرسانی مسیر به گروهی از روترهای خاص، در پهنای باند صرفه جویی می‌کند.

Frame Relay network Implementation

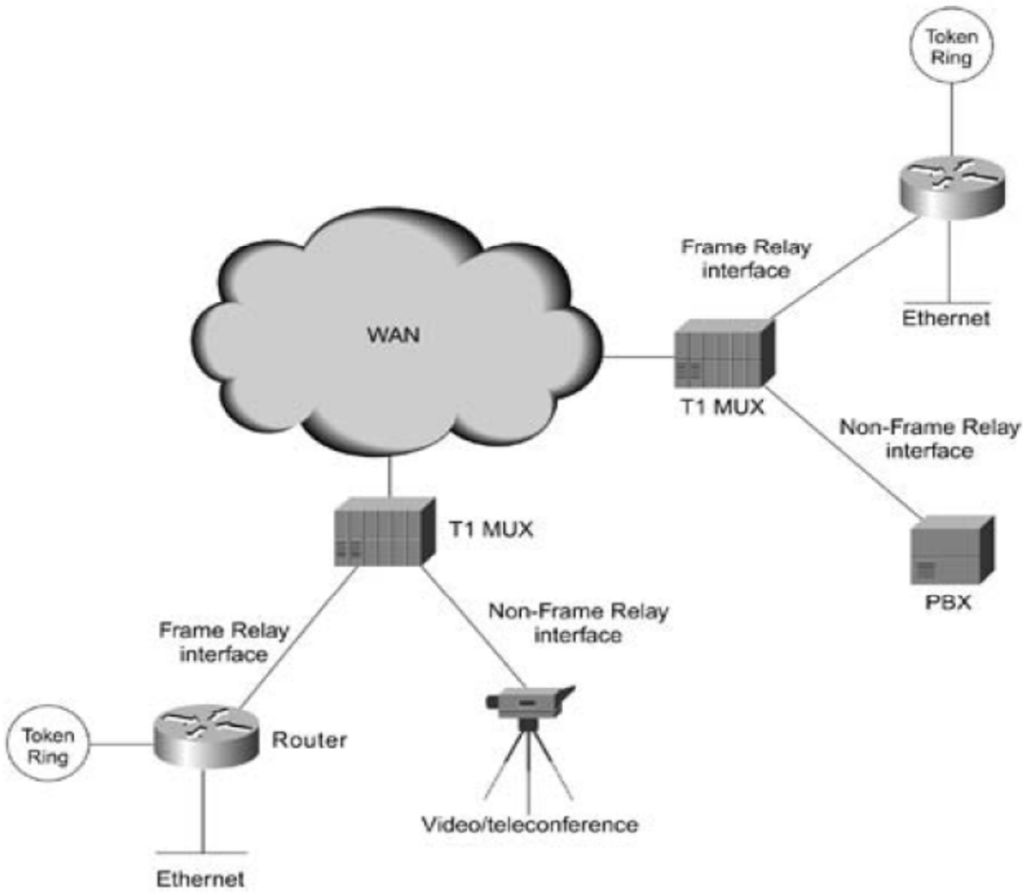
روش رایج برای پیاده‌سازی یک شبکه‌ی Frame Relay خصوصی این است که از یک مالتی‌پلکسر T1 با دو واسط Frame Relay و non-Frame Relay استفاده کنیم. ترافیک‌های Frame Relay از طریق واسط Frame Relay به شبکه‌ی داده‌ها ارسال می‌شوند. ترافیک‌های non-Frame Relay به سرویس یا application مناسب ارسال می‌شوند.

یک شبکه‌ی frame Relay معمولی از تعدادی دستگاه DTE (مثل روترها) که به پورت‌های دورتر تجهیزات مالتی‌پلکسر از طریق سرویس‌های نقطه به نقطه‌ی قدیمی مثل T1 متصل است، تشکیل شده است.

شکل اسلاید بعدی نمونه‌ای از یک شبکه‌ی Frame Relay ساده را نمایش می‌دهد.

Frame Relay network Implementation

Figure 10-3. A Simple Frame Relay Network Connects Various Devices to Different Services over a WAN



Frame Relay network Implementation

اکثر شبکه‌های Frame Relay که امروزه گسترش یافته‌اند توسط Service Provider ها که تمایل به ارائه‌ی سرویس انتقال به مشتری‌ها دارند، پشتیبانی می‌شوند. این نوع شبکه‌ها اغلب **Public Frame Relay Service** نامیده می‌شوند.

Frame Relay به دو صورت **public carrier-provided network** و **private enterprise network** پیاده‌سازی می‌شوند.

Frame Relay network Implementation

Public Carrier-Provided Networks

در شبکه‌های public carrier-provided، تجهیزات سوییچینگ Frame Relay در اداره‌ی مرکزی قرار دارند. **مشترکین بر طبق استفاده از شبکه پول پرداخت می‌کنند امّا از مدیریت و نگهداری سرویس و تجهیزات رهایی پیدا می‌کنند.**

عموماً، مالکیت تجهیزات DCE با مهیا کننده‌ی ارتباطات است. مالکیت تجهیزات DCE یا با مشتری است یا با مهیاکننده‌ی ارتباطات است که به عنوان یک سرویس به مشتری ارائه می‌شود.

اکثر شبکه‌های Frame Relay امروزی به صورت شبکه‌های public carrier-provided است.

Frame Relay network Implementation

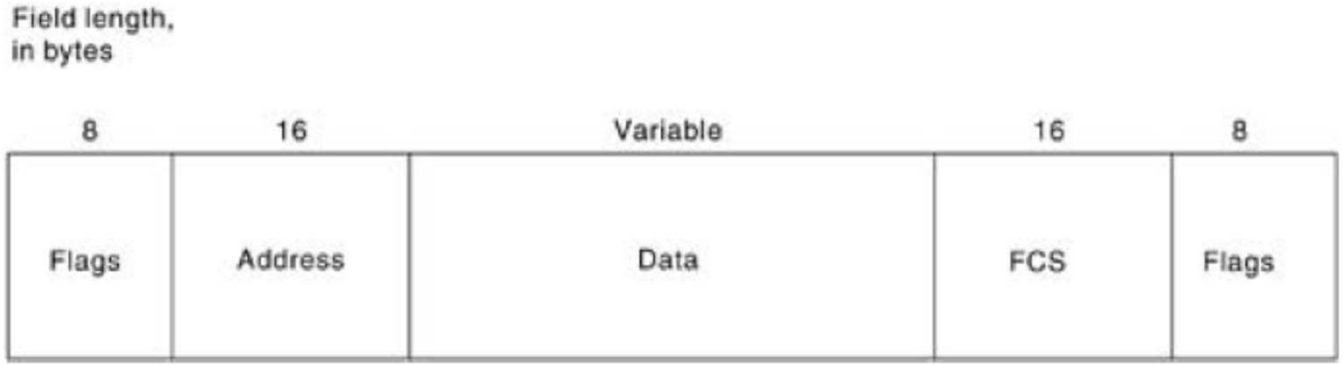
Private Enterprise Networks

خیلی اوقات، سازمان‌های جهانی شبکه‌های Frame Relay را به صورت خصوصی گسترش می‌دهند. در شبکه‌های Frame Relay خصوصی، مدیریت و نگهداری شبکه وظیفه‌ی شرکت خصوصی است. **مالک تمامی تجهیزات، شامل تجهیزات سوییچینگ، مشتری است.**

Frame Relay Frame Formats

شکل زیر فرمت اصلی فریم Frame Relay را نمایش می‌دهد.

Figure 10-4. Five Fields Comprise the Frame Relay Frame



Frame Relay Frame Formats

✓ Flags: تعیین کننده‌ی ابتدا و انتهای فریم است. مقدار این فیلد ثابت در اعداد هگزادسیمال برابر 7E یا در اعداد باینری برابر 01111110 می‌باشد.

✓ Address: شامل اطلاعات زیر است:

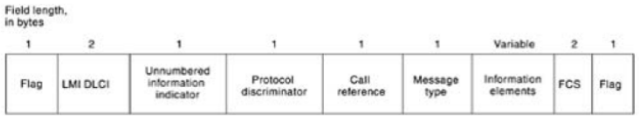
- DLCI: اساس سرآیند frame relay، ۱۰ بیت مربوط به DLCI است. مقدار آن نشان دهنده‌ی مدار مجازی بین DTE و سوییچ می‌باشد. مقدارهای DLCI فقط به صورت محلی دارای اهمیت است. بنابراین ممکن است دستگاهی در آن طرف شبکه مقدار DLCI متفاوتی برای یک مدار مجازی یکسان استفاده کند.
- Extended Address: مقدار آن اگر یک باشد نشان می‌دهد که بایت جاری آخرین octet، DLCI است. همه‌ی پیاده‌سازی‌های جاری frame relay از two octet DLCI استفاده می‌کنند ولی این قابلیت اجازه می‌دهد که در آینده از DLCI های طولانی‌تر نیز استفاده شود.
- C/R: این بیت هنوز تعریف نشده است.
- Congestion Control: محتوی ۳ بیت است که مکانیزم‌های اطلاع از ازدحام را کنترل می‌کند. این قسمت شامل بیت‌های FECN، BECN و DE است که سه بیت آخر فیلد آدرس هستند.

Frame Relay Frame Formats

- ✓ DATA: شامل داده‌های کپسوله شده لایه‌ی بالاتر است.
- ✓ Frame Check Sequence: به منظور اطمینان از صحت داده‌ی منتقل شده می‌باشد. این مقدار به منظور اطمینان از صحت داده‌ی منتقل شده توسط دستگاه مبدا محاسبه و توسط دستگاه مقصد درستی آن تایید می‌گردد.

Frame Relay LMI Frame Format

شکل زیر فرمت LMI فریم پروتکل frame relay را نمایش می‌دهد.



Frame Relay Frame Formats

- ✓ Flags: تعیین کننده‌ی ابتدا و انتهای فریم است.
- ✓ LMI DLCI: برای تشخیص فریم به عنوان فریم LMI به جای فریم اصلی Frame Relay استفاده می‌شود. مقدار آن توسط کنسرسیوم LMI برابر ۱۰۲۳ تعریف شده است.
- ✓ Unnumbered Information Indicator: بیت آخر را برابر صفر قرار می‌دهد.
- ✓ Protocol Discriminator: همیشه محتوی مقداری است که نشان می‌دهد این فریم، فریم LMI است.
- ✓ Call Reference: همیشه محتوی صفر است. این فیلد فعلاً استفاده نمی‌شود.

Frame Relay Frame Formats

- ✓ **Message Type**: فریم‌ها را با یکی از دو نوع پیام زیر برچسب می‌زند.
  - **Status-inquiry message**: به دستگاه کاربر اجازه می‌دهد که درباره‌ی وضعیت شبکه پرس و جو کند.
  - **Status message**: پاسخ دادن به پیام **Status-inquiry** است. این پیام شامل پیام‌های زنده بودن و وضعیت **PVC** است.
- ✓ **Information Elements**: محتوی تعداد متغیری از عناصر اطلاعاتی منحصر به فرد است
- ✓ **Frame Check Sequence**: برای اطمینان از صحت داده‌های منتقل شده می‌باشد.