بسم الله الرّحمن الرّحیم

پروتکل X.25

Introduction to X.25

پروتکل X.25 که در دهه ۱۹۷۰ معرفی شد، به عنوان اولین Switched WAN در اروپا و آمریکا مورد محبوبیت قرار گرفت. اغلب از آن به عنوان یک شبکه‌ی عمومی، برای اتصال هر یک از کامپیوترها یا LANها استفاده می‌شد. این شبکه سرویس انتها به انتها را فراهم می‌سازد. در حقیقت X.25 یک پروتکل استاندارد برای ارتباطات WAN است که چگونگی ایجاد و نگهداری اتصالات بین دستگاه‌های کاربر و دستگاه‌های شبکه را تعریف می‌کند.

گرچه X.25 به عنوان یک WAN برای حمل بسته‌های IP از یک بخش جهان به بخش دیگر استفاده می‌شد. امّا، همواره بین IP و X.25 برخورد وجود داشت.

IP پروتکلی در لایه‌ی سوم (شبکه) است؛ فرض می‌شود که بسته‌ی IP باید توسط یک فریم در لایه‌ی دوم (پیوند داده) حمل شود.

X.25، یک پروتکل سه لایه‌ای است که قبل از اینترنت طراحی شده است.

Introduction to X.25

مزیت:

X.25 یک استاندارد جهانی است که درسرتاسر دنیا یافت می‌شود.

معایب:

۱- بسته‌های IP باید داخل بسته‌ی لایه‌ی شبکه‌ی X.25 بسته سازی شوند تا از یک طرف شبکه به طرف دیگر منتقل شوند. این کار، **مشابه** این است که شخصی دارای اتومبیل است ولی برای انتقال آن از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر باید اتومبیل خود را در کامیونی قرار دهد.

۲- X.25 در زمانی طراحی شد که رسانه‌ی قابل اطمینانی برای انتقال داده وجود نداشت (از فیبرهای نوری استفاده نمی‌شد). به همین علت X.25 **کنترل خطای گسترده‌ای** انجام می‌دهد. در نتیجه **سرعت انتقال کاهش** می‌یابد و باعث کمتر شدن محبوبیت آن خواهد شد؛ چرا که اکثر تقاضاهای جدید خواهان سرعت بالایی هستند.

Introduction to X.25

ماکزیمم سرعت انتقال X.25، **56Kbps** است که در مقایسه با تکنولوژی‌های اواسط سال ۱۹۷۰ قابل قبول است ولی در مقایسه با تکنولوژی‌های امروزی نامناسب است. با ارائه‌ی **نسخه‌ی دیجیتال X.25** در دهه‌ی ۸۰ میلادی ماکزیمم سرعت انتقال آن به **64Kbps** رسید که باز هم نسبت به استانداردهای امروزی بسیار کند است.

به خاطر این‌که X.25 یک تکنولوژی packet switching است، از مسیرهای متفاوتی برای به‌دست آوردن بهترین اتصال ممکن بین دستگاه فرستنده و گیرنده در زمان معین استفاده می‌کند. اگر شرایط شبکه تغییر کند (مثلاً ترافیک بالای شبکه) آنگاه احتمال دارد که یک بسته در جریان یک جلسه‌ی ارتباطی مسیرهای متفاوتی را برای رسیدن به مقصد استفاده کند.

Introduction to X.25

X.25 برای کار کردن با انواع مختلفی از سیستم‌های متصل به شبکه طراحی شده است.

این پروتکل معمولاً در شبکه‌های Packet-switched مثل شرکت‌های تلفن استفاده می‌شود. مشترکین بر طبق استفاده از شبکه پول پرداخت می‌کنند.

توسعه‌ی استاندارد X.25 توسط حامل‌های اشتراکی (common carriers) در دهه‌ی ۷۰ میلادی شروع شد. در آن زمان نیاز به پروتکل‌های WAN ای بود که توانایی ایجاد اتصال در شبکه‌های داده‌ی عمومی (Public Data Networks (PDNs)) را داشته باشند.

X.25 هم‌اکنون به عنوان یک استاندارد جهانی توسط ITU-T مدیریت می‌شود.

بسم الله الرّحمن الرّحیم

X.25 Devices and Protocol Operation

X.25 Devices and Protocol Operation

دستگاه‌های شبکه‌ی X.25 به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند:

✓ Data Terminal Equipment (DTE)

این دستگاه‌ها سیستم‌های انتهایی هستند که از طریق شبکه‌ی X.25 با یکدیگر ارتباط بر قرار می‌کنند. آنها معمولاً ایستگاه‌ها، کامپیوترهای شخصی و یا میزبان‌های شبکه هستند که تحت مالکیت فردی مشترکین است.

✓ Data Circuit-terminating Equipment (DCE)

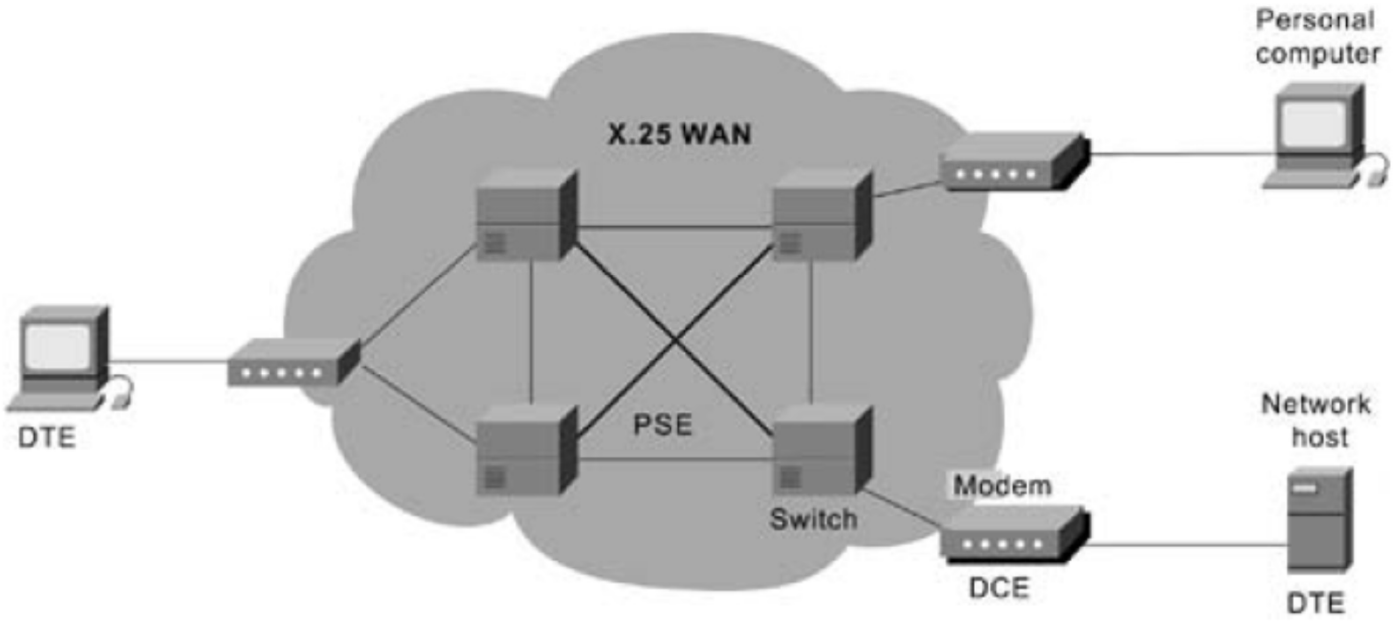
دستگاه‌های ارتباطیی، مودم‌ها و سوییچ‌های بسته‌ای، که یک واسط یا رابط بین دستگاه‌های DTE و PSE هستند و عموماً در تجهیزات حامل قرار دارند.

✓ Packet Switching Exchange (PSE)

این دستگاه‌ها سوییچ‌هایی هستند که قسمت بزرگی از شبکه‌های حامل را تشکیل می‌دهند. PSEها داده را از یک دستگاه DTE گرفته و به دستگاه DTE دیگر از طریق X.25 PSN ارسال می‌کنند.

X.25 Devices and Protocol Operation

Figure 17-1. DTEs, DCEs, and PSEs Make Up an X.25 Network



Packet Assembler/Disassembler (PAD)

- ✓ PAD یک دستگاه است که به طور عادی در شبکه‌های X.25 دیده می‌شود.
- ✓ PAD معمولاً بین دستگاه DTE و دستگاه DCE قرار می‌گیرد و سه وظیفه‌ی اصلی را انجام می‌دهد:

۱- بافرینگ (Buffering): ذخیره‌ی داده تا وقتی‌که یک دستگاه آماده برای پردازش آن شود.

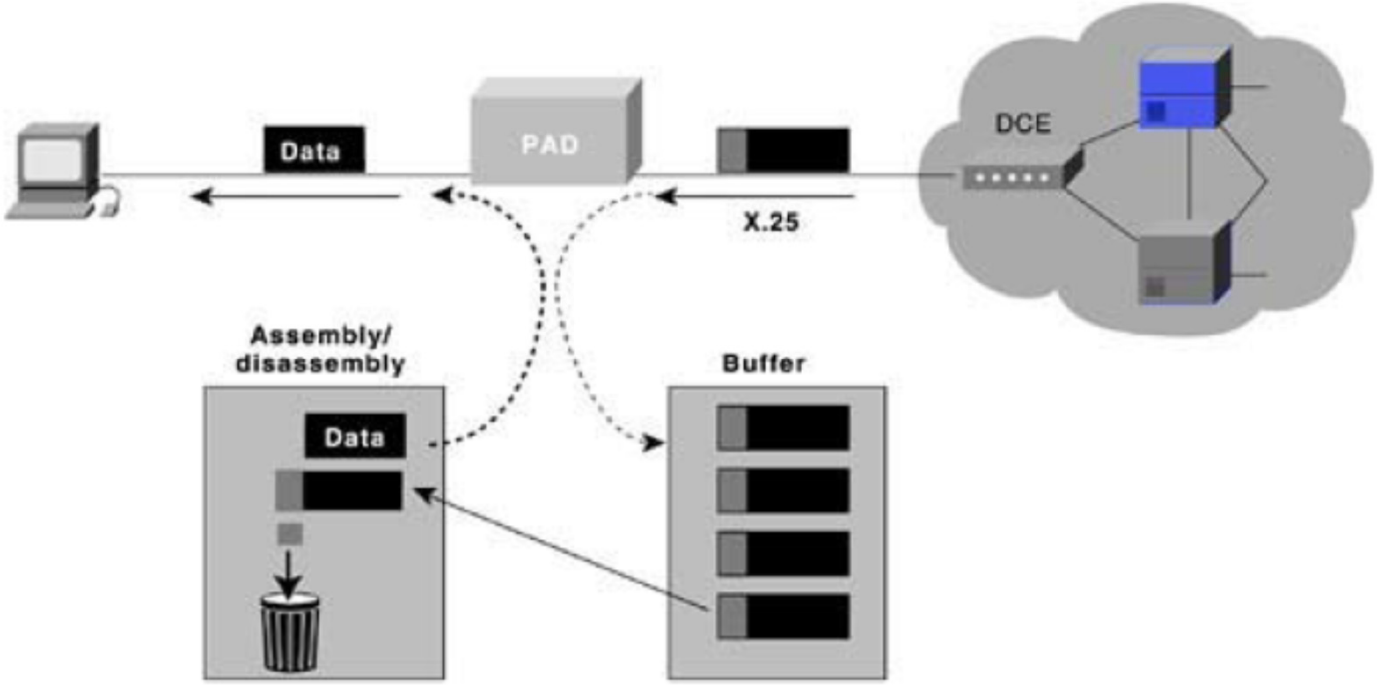
۲- Packet Assembly

۳- Packet Disassembly

- ✓ PAD داده‌های ارسالی به/ از دستگاه DTE را بافر می‌کند.
- ✓ PAD داده‌های خروجی را در قالب بسته اسمبل کرده (assemble) و به دستگاه‌های DCE ارسال می‌کند (شامل اضافه کردن سرآیند X.25).
- ✓ PAD بسته‌های ورودی را قبل از ارسال داده به DTE جدا می‌کند (disassemble). (شامل برداشتن سرآیند X.25)

Packet Assembler/Disassembler (PAD)

شکل زیر اعمال اصلی PAD هنگامی‌که بسته‌ها را از X.25 WAN دریافت می‌کند، نمایش می‌دهد.



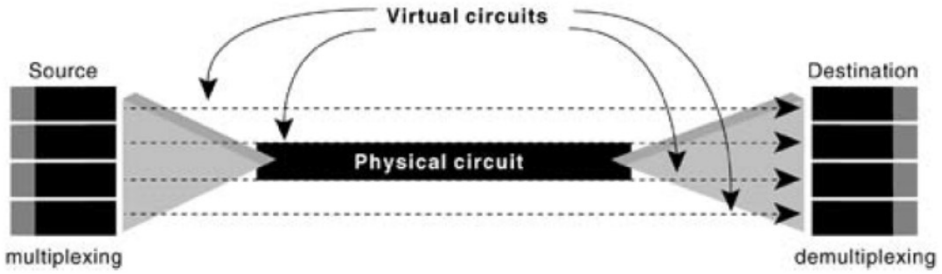
X.25 Session Establishment

- ✓ جلسات X.25 هنگامی ایجاد می‌شوند که یک دستگاه DTE با دستگاه DTE دیگر برای ارتباط جلسه تماس برقرار کند.
- ✓ دستگاه DTE که درخواست را دریافت می‌کند، می‌تواند اتصال را قبول یا رد کند.
- ✓ در صورتی که درخواست ارتباط پذیرفته شد، دو سیستم انتقال اطلاعات **دو طرفه** را آغاز می‌کنند.
- ✓ هر کدام از دستگاه‌های DTE می‌تواند ارتباط (اتصال) را خاتمه دهد. بعد از خاتمه‌ی اتصال هر ارتباط دیگری نیازمند برقراری یک جلسه‌ی جدید است.

X.25 Virtual Circuits

- ✓ virtual circuit، یک اتصال منطقی است که برای اطمینان از ارتباط مطمئن بین دو دستگاه شبکه ایجاد می‌گردد.
- ✓ virtual circuit، وجود یک مسیر منطقی و دو طرفه از یک دستگاه DTE به دستگاه DTE دیگر از طریق شبکه X.25 را مشخص می‌کند.
- ✓ چند مدار مجازی می‌تواند در قالب یک مدار فیزیکی ارسال گردند. مدارهای مجازی در مقصد از یکدیگر جدا شده و داده‌ها به سمت مقصد مناسب ارسال می‌گردند.

Figure 17-3. Virtual Circuits Can Be Multiplexed onto a Single Physical Circuit



X.25 Virtual Circuits

دو نوع مدار مجازی X.25 موجود است:

۱- Switched Virtual Circuits (SVCs):

اتصال‌های موقتی است که برای انتقال داده‌ی پراکنده استفاده می‌شود. برای این نوع اتصال نیاز است که دو دستگاه DTE ایجاد، نگهداری و خاتمه‌ی یک جلسه را هر زمان که دستگاه‌ها نیاز به ارتباط دارند را برعهده بگیرند.

۲- Permanent Virtual Circuits (PVCs):

اتصالی پایدار است که برای انتقال داده‌ی همیشگی و پایدار استفاده می‌شود. در این نوع اتصال نیاز نیست که جلسات ایجاد شوند و خاتمه یابند. بنابراین DTEها انتقال داده را هر موقع که نیاز است می‌توانند آغاز کنند به خاطر این‌که جلسه همیشه فعال است.

X.25 Virtual Circuits

اعمال اصلی یک مدار مجازی X.25 هنگامی آغاز می‌شود که دستگاه DTE مبدا مدار مجازیی که استفاده می‌کند (در سرآیند بسته‌ها) را مشخص کرده و سپس بسته‌ها را به دستگاه DCE محلی ارسال کند. در این زمان دستگاه DCE محلی سرآیند بسته‌ها را به منظور تعیین این‌که کدام مدار مجازی استفاده شود، بررسی می‌کند و سپس بسته‌ها را به نزدیک‌ترین PSE در مسیر آن مدار مجازی ارسال می‌کند. PSEها (سوییچ‌ها) ترافیک را به نود میانی بعدی در مسیر ارسال می‌کنند که این نود ممکن است سوییچی دیگر یا یک دستگاه DCE باشد.

وقتی ترافیک به دستگاه DCE دورتر رسید، سرآیند بسته بررسی می‌شود و آدرس مقصد تعیین می‌گردد. سپس بسته‌ها به دستگاه DTE مقصد ارسال می‌گردد.

اگر ارتباط از نوع SVC بود و هیچ دستگاهی داده‌ی دیگری برای انتقال نداشت آنگاه مدار مجازی خاتمه می‌یابد.

X.25 Protocol Suite

مجموعه پروتکل X.25 به سه لایه‌ی پایینی مدل مرجع OSI نگاشت داده می‌شود. پروتکل‌های زیر معمولاً در پیاده‌سازی X.25 استفاده می‌شوند:

۱- Packet-Layer Protocol (PLP)

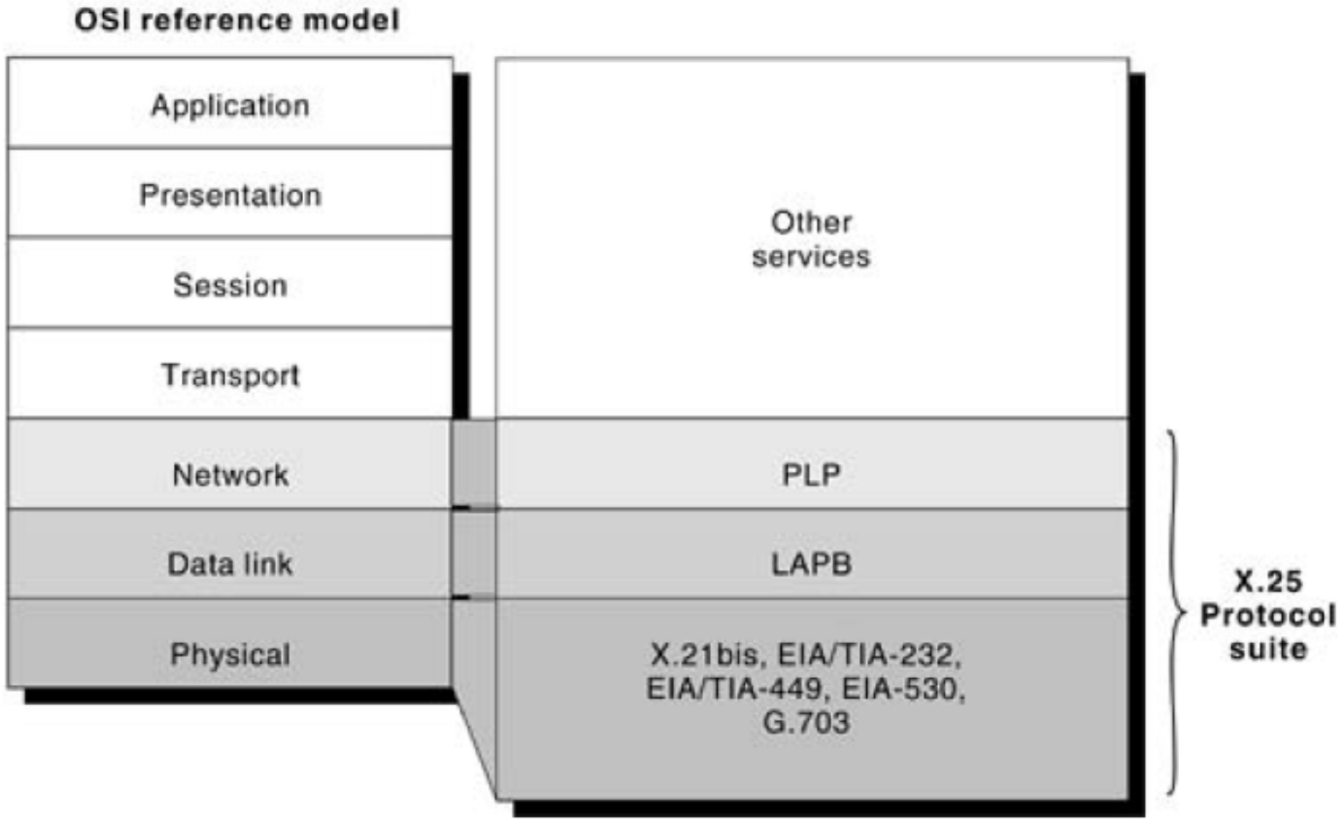
۲- Link Access Procedure, Balanced (LAPB)

۳- واسط‌های سریال لایه‌ی فیزیکی (EIA-TIA-232، EIA-TIA-449، EIA-530 و G.703)

شکل صفحه‌ی بعد نگاشت پروتکل‌های کلیدی X.25 را به لایه‌های مدل مرجع OSI نمایش می‌دهد.

X.25 Protocol Suite

Figure 17-4. Key X.25 Protocols Map to the Three Lower Layers of the OSI Reference Model



Packet-Layer Protocol (PLP)

PLP پروتکل لایه‌ی شبکه‌ی X.25 است. PLP مبادله‌ی بسته‌ها بین دستگاه‌های DTE در مدار مجازی را مدیریت می‌کند.

PLP در ۵ مد متفاوت عمل می‌کند:

۱- Call Setup Mode

این مد برای ایجاد SVC بین دستگاه‌های DTE از طریق مدار مجازی استفاده می‌شود. PLP از روش آدرس‌دهی X.121 برای ایجاد مدار مجازی استفاده می‌شود. این مد فقط با SVCs استفاده می‌شود و در PVCs استفاده نمی‌شود.

۲- Data Transfer Mode

این مد برای انتقال داده بین دو دستگاه DTE از طریق مدار مجازی استفاده می‌شود. در این مد، PLP مدیریت Segmentation، reassembly، bit padding و کنترل خطا و کنترل جریان را برعهده می‌گیرد. این مد به‌وسیله‌ی PVCs و SVCs استفاده می‌شود.

Packet-Layer Protocol (PLP)

PLP در ۵ حالت متفاوت عمل می‌کند:

۳- Idle

این مد وقتی‌که یک مدار مجازی ایجاد شد اما انتقال داده اتفاق نیفتاد، استفاده می‌شود. این مد فقط به‌سیله‌ی SVCs استفاده می‌شود.

۴- Call Clearing

این مد برای خاتمه‌ی جلسه‌ی ارتباط بین دستگاه‌های DTE و خاتمه‌ی SVCs استفاده می‌شود. این مد فقط به‌وسیله‌ی SVCs استفاده می‌شود.

۵- Restarting

این مد برای همگام‌سازی انتقال بین یک دستگاه DTE و یک دستگاه DCE محلی استفاده می‌شود. این مد بر روی تمامی دستگاه‌های DTE ای که مدار مجازی ایجاد کردند، اثر می‌گذارد.

Packet-Layer Protocol (PLP)

۴ نوع از فیلدهای موجود در بسته‌ی PLP:

✓ General Format Identifier (GFI)

این فیلد پارمترهای بسته را مشخص می‌کند. مثل بسته حامل اطلاعات کنترلی است یا داده‌ی کاربر، تائید تحویل بسته مورد نیاز است یا نه؟

✓ Logical Channel Identifier (LCI)

مدار مجازی که توسط واسط DTE یا DCE محلی استفاده می‌شود را مشخص می‌کند.

✓ Packet Type Identifier (PTI)

شناسایی نوع بسته به عنوان یکی از ۱۷ نوع متفاوت بسته‌های PLP

Packet-Layer Protocol (PLP)

۴ نوع از فیلدهای موجود در بسته‌ی PLP:

- ✓ General Format Identifier (GFI)

این فیلد پارمترهای بسته را مشخص می‌کند. مثل بسته حامل اطلاعات کنترلی است یا داده‌ی کاربر، تائید تحویل بسته مورد نیاز است یا نه؟

- ✓ Logical Channel Identifier (LCI)

مدار مجازی که توسط واسط DTE یا DCE محلی استفاده می‌شود را مشخص می‌کند.

- ✓ Packet Type Identifier (PTI)

شناسایی نوع بسته به عنوان یکی از ۱۷ نوع متفاوت بسته‌های PLP

Packet-Layer Protocol (PLP)

۴ نوع از فیلدهای موجود در بسته‌ی PLP:

✓ User Data

شامل اطلاعات مربوط به کپسوله کردن اطلاعات لایه بالاتر. این فیلد فقط در بسته‌های داده موجود است. در غیر اینصورت، فیلدهای اضافی شامل اطلاعات کنترلی اضافه می‌شود.

Link Access Procedure, Balanced

LAPB، یک پروتکل لایه پیوند است که ارتباط و فریمینگ بسته بین دستگاه‌های DTE و DCE را برعهده دارد. LAPB پروتکلی بیتی است که ترتیب درست فریم‌ها و بدون خطا بودن آنها را تضمین می‌کند.

سه نوع فریم LAPB وجود دارد:

۱- Information Frame (I-frame)

این فریم حامل اطلاعات لایه‌ی بالاتر و بعضی اطلاعات کنترلی است.
وظایف I-frame شامل ترتیب دهی (Sequencing)، کنترل جریان، تشخیص خطا و بازگشت از خطا (error recovery) است. این فریم شماره‌های ترتیب ارسال و دریافت را حمل می‌کند.

Link Access Procedure, Balanced

سه نوع فریم LAPB وجود دارد:

۲- Supervisory Frame (S-frame)

این فریم اطلاعات کنترلی را حمل می‌کند.

ظایف این فریم شامل درخواست کردن انتقال و معلق کردن آن، گزارش وضعیت، تائید دریافت I-frame می‌باشد.

این فریم تنها شماره‌ی ترتیب دریافت کننده (Receive Sequence Number) را حمل می‌کند.

Link Access Procedure, Balanced

سه نوع فریم LAPB وجود دارد:

۳- Unnumbered Frame (U-frame)

این فریم اطلاعات کنترلی را حمل می‌کند.

وظایف این فریم شامل ایجاد اتصال، قطع اتصال و گزارش خطا می‌باشد.

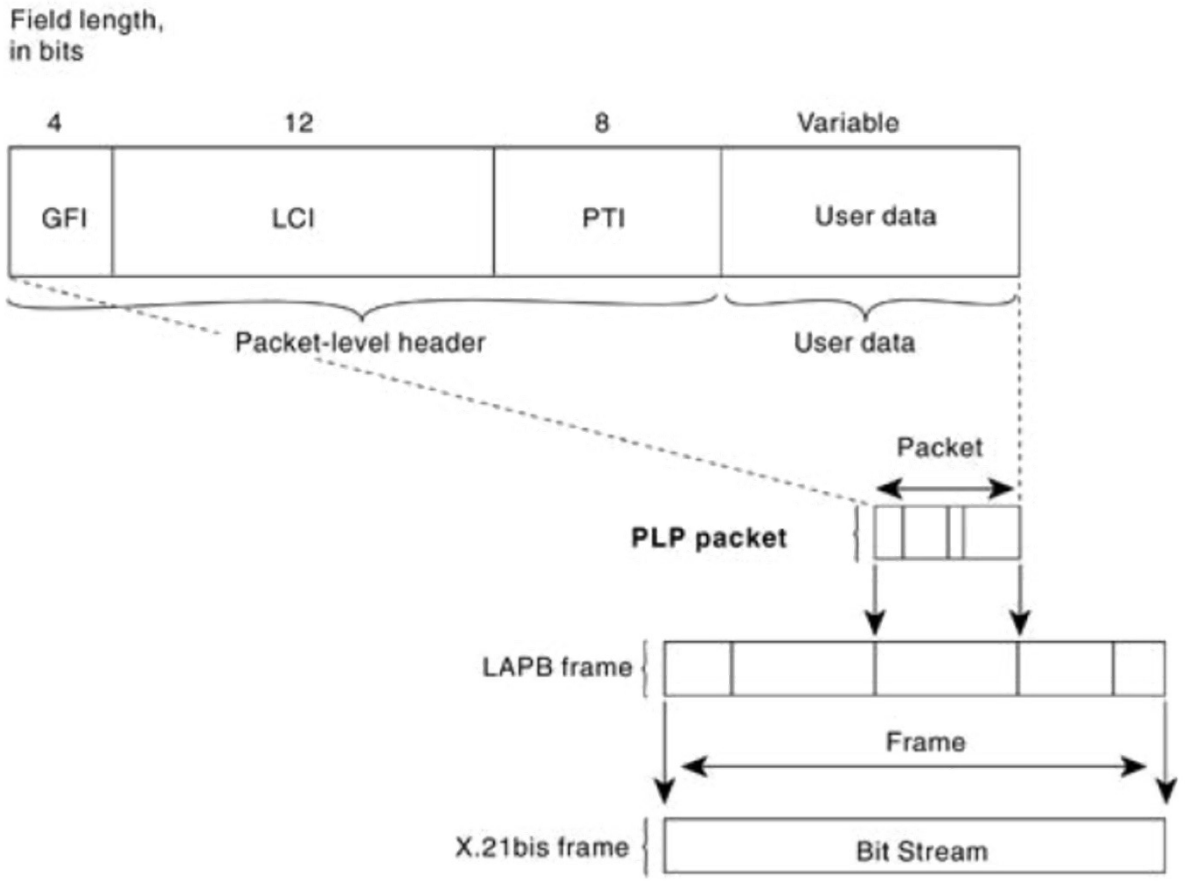
این فریم هیچ شماره‌ی ترتیبی را حمل نمی‌کند.

X.21bis Protocol

- ✓ یک پروتکل در لایه‌ی فیزیکی که توسط X.25 استفاده می‌شود. این پروتکل رویه‌های مکانیکی و الکتریکی برای استفاده از رسانه‌های فیزیکی را تعیف می‌کند.
- ✓ مدیریت فعال‌سازی و غیرفعال‌سازی رسانه‌های فیزیکی متصل به دستگاه‌های DTE و DCE را برعهده دارد.
- ✓ این پروتکل اتصالات نقطه به نقطه، همزمانی و سرعت تا 19.2Kbps و انتقال دو طرفه بر روی رسانه‌های ۴ سیمی را پشتیبانی می‌کند.
- ✓ شکل اسلاید بعد فرمت بسته‌ی PLP و ارتباط آن با فریم LAPB و فریم X.21bis را نمایش می‌دهد.

X.21bis Protocol

Figure 17-5. The PLP Packet Is Encapsulated Within the LAPB Frame and the X.21bis Frame



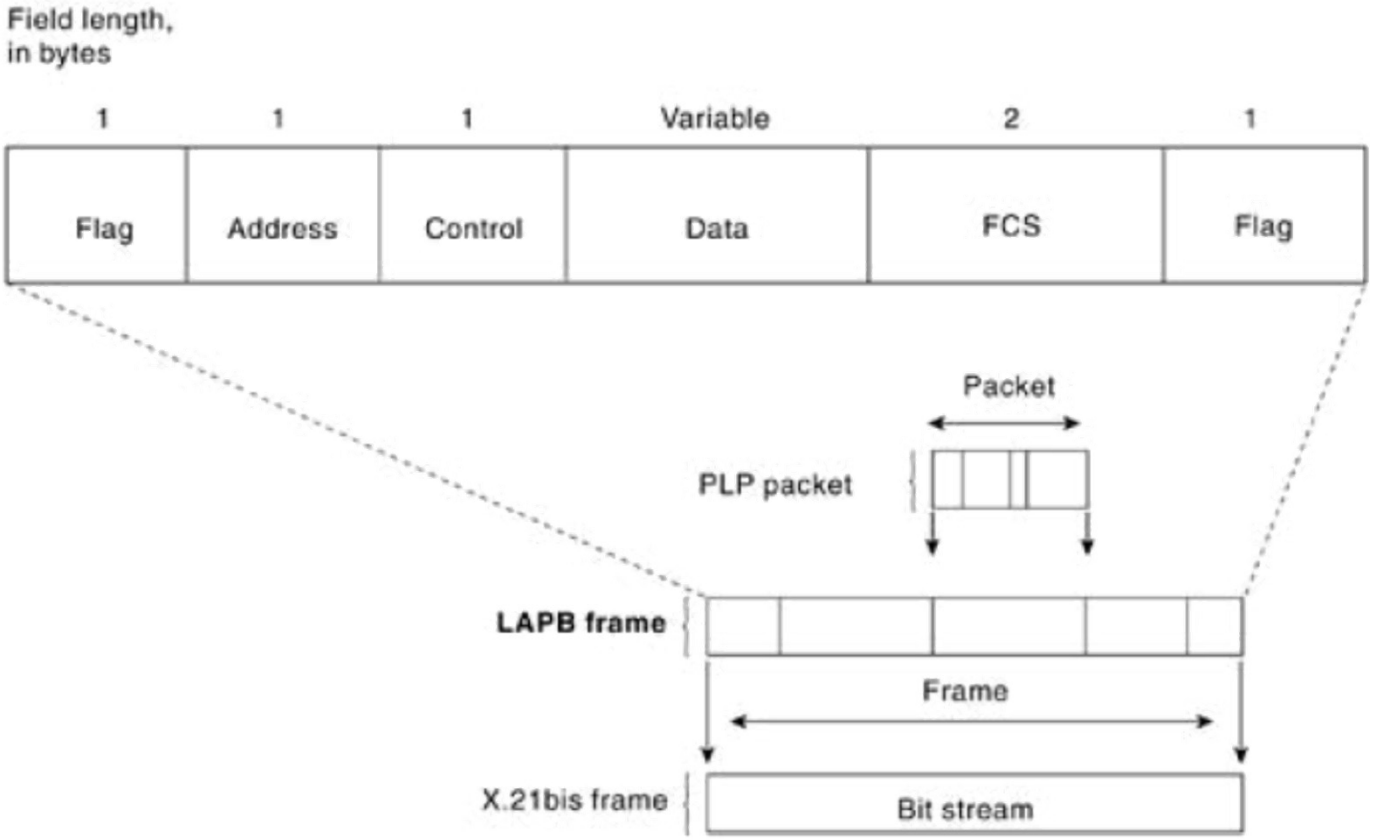
LAPB Frame Format

فریم LAPB شامل یک سرآیند (Header)، داده‌ی کپسوله شده و یک دنباله (Trailer) است.

شکل اسلاید بعد فرمت فریم LAPB و ارتباط آن با بسته‌ی PLP و فریم X.21bis را نمایش می‌دهد.

LAPB Frame Format

Figure 17-6. An LAPB Frame Includes a Header, a Trailer, and Encapsulated Data



LAPB Frame Format

تعریف‌های زیر خلاصه‌ای از فیلدهای نشان داده شده در شکل اسلاید ۲۸ را نمایش می‌دهد.

- Flag

ابتدا و انتهای فریم LAPB را تعیین می‌کند.

- Address

نشان‌دهنده‌ی این است که فریم حامل یک دستور (command) است یا یک پاسخ.

- Control

تعیین‌کننده‌ی فریم‌های دستور و پاسخ است و نشان می‌دهد که فریم کدامیک از انواع I-frame ، S-frame یا U-frame است. به علاوه این فیلد شامل شماره‌ی ترتیب فریم نیز می‌باشد. اندازه‌ی فریم‌های کنترلی بسته به نوع فریم متغیر است.

LAPB Frame Format

تعریف‌های زیر خلاصه‌ای از فیلدهای نشان داده شده در شکل اسلاید ۲۸ را نمایش می‌دهد.

- DATA

محتوی داده‌های لایه‌ی بالاتر در فرم بسته‌ی PLP رمز شده می‌باشد.

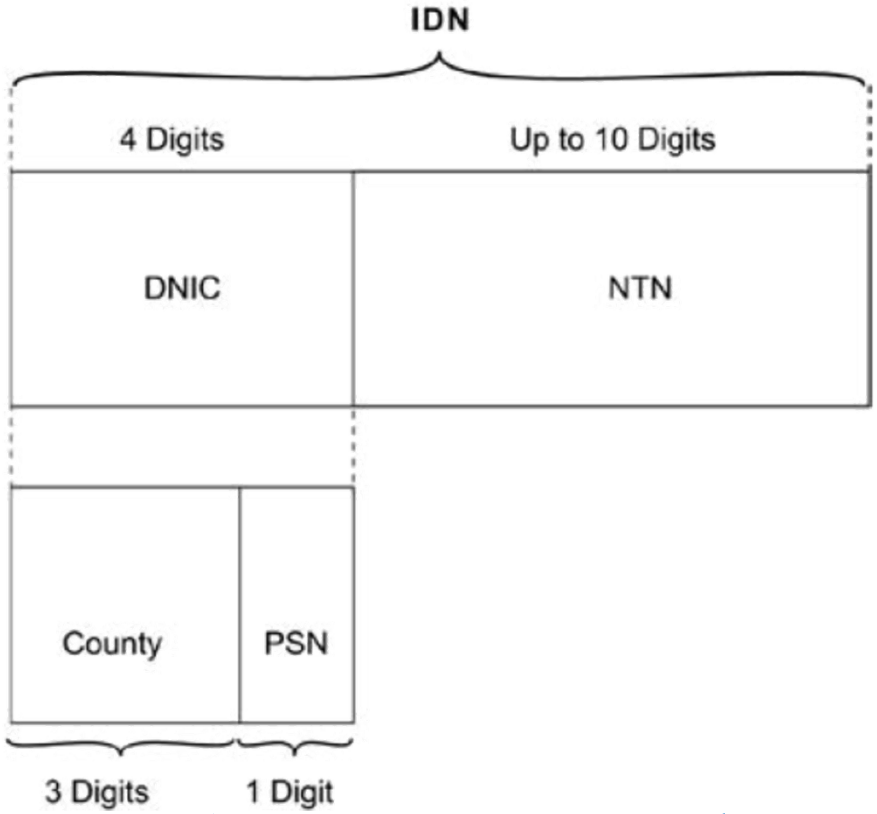
- FCS

برای بازرسی خطا و اطمینان از صحت داده‌ی منتقل شده استفاده می‌شود.

X.121 Address Format

آدرس‌های X.121، بوسیله‌ی X.25 PLP در مد برپایی تماس (call setup) به منظور ایجاد SVC استفاده می‌شود. شکل زیر فرمت آدرس X.121 را نمایش می‌دهد.

Figure 17-7. The X.121 Address Includes an IDN Field



X.121 Address Format

فیلد آدرس X.121 شامل International Data Number (IDN) است که محتوی دو فیلد: Data Network Identification Code (DNIC) و National Terminal Number (NTN) می‌باشد.

DNIC یک فیلد اختیاری است که PSN در کدام دستگاه DTE مقصد قرار دارد. این فیلد بعضی اوقات در مکالمه‌های داخلی یک PSN حذف می‌شود.

DNIC محتوی دو زیرفیلد: Country و PSN است. زیرفیلد Country، کشوری که PSN مقصد در آن قرار دارد را مشخص می‌کند. فیلد PSN تعیین می‌کند که دستگاه DTE مقصد در کدام PSN قرار دارد.

NTN تعیین می‌کند که کدام بسته به کدام دستگاه DTE در PSN عازم شود. اندازه‌ی این فیلد متغیر است.

مراجع

- TCP/IP protocol Suite by Behrouz forouzan
- Internetworking Technologies Handbook, Cisco Press, Fourth edition, 2003.