

X.25

Introducción

X.25 es un estándar del International Telecommunication Union Telecommunication (ITU-T). Es un protocolo estándar para comunicaciones WAN que define como conectarse entre dispositivos u dispositivos de redes. Es un servicio **Orientado a la Conexión**.

Está diseñado para funcionar con eficacia, independientemente del tipo de los sistemas conectados a la red. Suele utilizarse en las redes de conmutación de paquetes (PSN) de los portadores comunes, tales como las compañías telefónicas. Los usuarios pagan en función de su uso de la red (no distancia y tiempo como los sistemas telefónicos). El desarrollo de la norma X.25 fue iniciado por las Compañías de Comunicaciones o Carriers en la década de 1970. En ese momento, había una necesidad de protocolos WAN capaz de proveer conectividad a través de redes públicas de datos (PDN). X-25 es ahora administrada como una norma internacional por la UIT-T.

X.25 Dispositivos y Protocolos de Operación

En las redes X.25 los dispositivos caen en tres categorías:

1-Data terminal equipment (DTE)

Están en los extremos, son los sistemas finales que se comunican a través de la red X.25. Por lo general son terminales, computadoras personales, o hosts de red y se encuentran en las instalaciones de los abonados particulares.

2-Data circuit-terminating equipment (DCE)

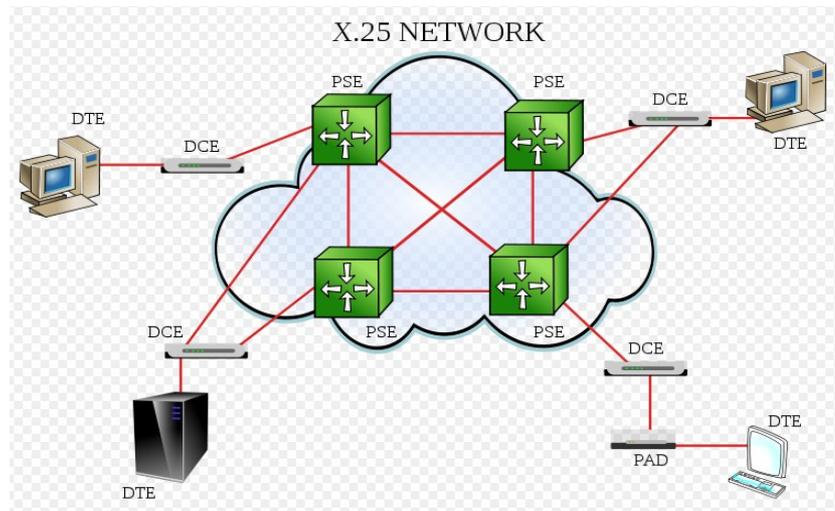
Son dispositivos de comunicaciones, como módems y conmutadores de paquetes, que proporcionan la interfaz entre los dispositivos DTE y un PSE, y generalmente se encuentran en las instalaciones de la empresa proveedora del Servicio.

3-Packet-switching exchange (PSE).

Los Intercambiadores de conmutación de paquetes son los componen la red del operador. Ellos transfieren datos desde un dispositivo DTE a otro a través de la PSN X.25.

X.25 fue la primer implementación de una WAN, hoy en día no es mas utilizada o esta en vísperas de no usarse mas dado que lo que en un principio lo volvió fuerte hoy lo hace obsoleto: **Seguridad**.

X.25 se ha venido utilizando como medio de comunicación para datos a través de redes telefónicas con infraestructuras analógicas (eran la existentes hace unos años atrás), en las que la norma ha sido la baja calidad de los medios de transmisión, con una alta tasa de errores. Esto justificaba los abundantes controles de errores y sus redundantes mecanismos para el control de flujo, junto al pequeño tamaño de los paquetes. En resumen, se trataba de facilitar las retransmisiones para obtener una comunicación segura , en cada "salto" de la red. X.25 se realizaban controles, esto implica un elevado "overhead" , el cual era producido por los mecanismos de control de errores y de flujo.



Fue la primer red de intercambio de paquetes, usada desde 1976.

En los comienzos de 1990 en Norte América, las compañías Telefónicas empiezan a reemplazar X.25 por Frame Relay.

Comunica un DTE (Data Terminal Equipment) con un DCE (Data Communication Equipment) a través de la UNI (User Network Interface).

En las Redes X.25 , existe un elemento muy común , llamado PAD (Packet Assembler / Disassembler).

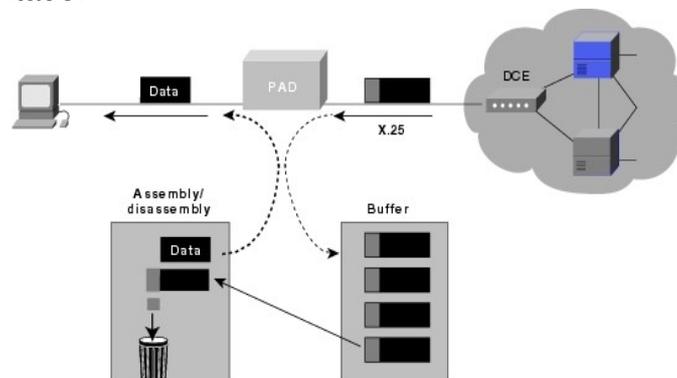
PADs son usados cuando un DTE envía algo a un DCE, tiene tres funciones:

1-Almacenar los datos hasta que se puedan procesar.

2-Ensamblar Paquetes

3-Desensamblar los paquetes.

El PAD , almacena los datos enviados desde o para un DTE , también ensambla los datos salientes en paquetes y los reenvía al DCE (esto incluye poner el Header de la capa 3 de X.25). Finalmente el PAD desensambla los paquetes entrantes antes de reenviar los datos al DTE (esto incluye sacar el Header de la capa 3 de X.25). La figura muestra un esquema de lo comentado.



X.25 Establecimiento de Sesión.

Antes de empezar a enviar datos, en X.25 se debe establecer una Sesión, ambas partes deben estar de acuerdo y con posibilidades de comunicarse , podríamos pensar que tiene una analogía con el sistema telefónico , antes de hablar tenemos que : discar, ver si contesta, ver si puede hablar , para finalmente poder hablar.

Esto en términos de X.25 implica que un DTE debe contactar al otro, pedir de establecer una sesión, el que recibe esta petición puede aceptarla o rechazarla, en caso de que sea aceptada, los dos sistemas comienzan a utilizar un vínculo de transferencia **full duplex**.

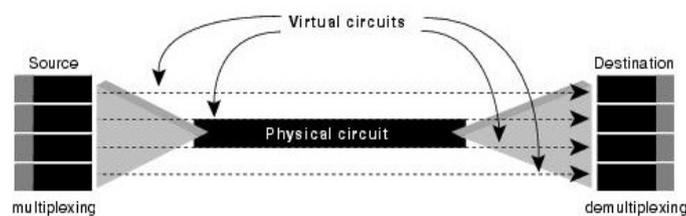
Cualquiera de los extremos o DTE, puede finalizar la conexión, luego de esto para establecer una nueva conexión se deber establecer nuevamente una sesión.

X.25 Circuitos Virtuales.

Un circuito Virtual es una conexión lógica, tiene las características de un circuito físico (ej: el orden en que son enviados los paquetes no se altera, etc) creado para brindar una comunicación confiable entre dos dispositivos de redes.

Un circuito virtual indica la existencia de un camino lógico Bidireccional entre los extremos, físicamente la conexión pasa a través de muchos nodos intermedios y PSE (packet-switching exchange).

Múltiples Circuitos Virtuales (conexiones lógicas) pueden ser multiplexadas en un circuito físico , estos son demultiplexados en el extremo remoto.



En X.25 existen dos tipos de circuitos virtuales: **los conmutados y los permanentes**.

Los conmutados o SVCs son conexiones temporales usadas para transferencias esporádicas de datos. Estas requieren que los dos DTE , establezcan , mantengan y terminen la sesión cada vez que los dispositivos se necesiten comunicarse.

Los circuitos permanentes (PVCs) están permanentemente establecidos y son usados para transferencias frecuentes y constantes, en este caso no se requiere que la sesión sea establecida y terminada ya que la sesión esta siempre activa.

La operación básica de un circuito virtual X.25 , comienza cuando el DTE, especifica un circuito virtual a ser usado (lo hace en el header del paquete) y entonces envía el paquete a DCE conectado localmente. En este punto el DCE local , examina el header del paquete para determinar por que circuito virtual usar, y envía el paquete al PSE que se encuentra mas cercano, en el camino virtual elegido. PSEs (Conmutador) pasa el trafico

al próximo nodo intermediario en el camino, el cual puede ser un DCE o un PSE.

Cuando se llega a destino el DCE remoto, se examina el header del paquete y la dirección de destino es determinada. El paquete es entonces enviado al DTE de destino. Su la comunicación ocurre sobre un SVC y no existen datos adicionales para transferir, el circuito virtual es terminado.

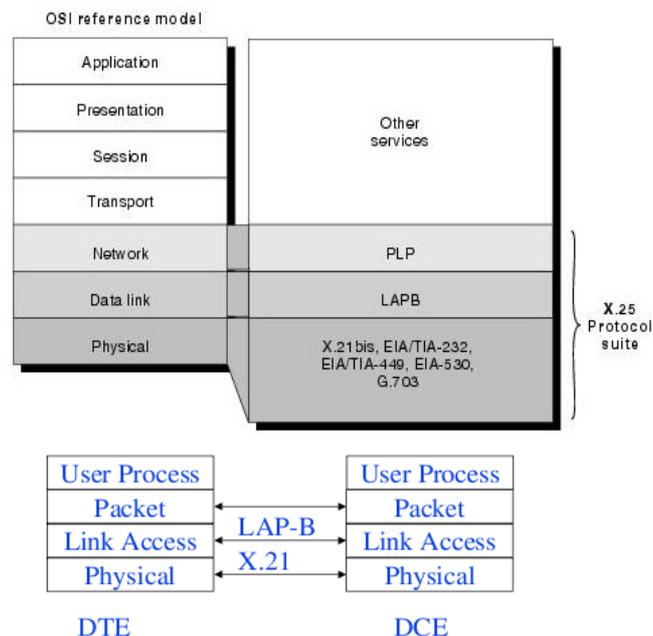
La suite de protocolo X.25

El protocolo X.25 definen las tres capas mas bajas del modelo OSI. El protocolo usa:

Capa 3:Packet Layer Protocol (PLP)

Capa 2, Link Access Procedure Balanced (LAPB)

Capa 1: Varias Interfaces EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, EIA-530, y G.703



Capa 3 -Packet-Layer Protocol

PLP es la capa de red del protocolo (sería el equivalente a la capa IP en la Suite TCP/IP) . PLP administra el intercambio de paquetes entre DTEs a través de los circuitos virtuales. PLPs también puede corre encima de la capa LLC , este capa esta implementada en LANs, RDSI o ISDN

El PLP opera en cinco (5) modos distintos:

- 1- *Establecimiento (Call setup)*
- 2- *Transferencia de datos (Data Transfer)*
- 3- *Inactivo (idle)*
- 4- *Finalización de sesión(Call Clearing)*
- 5- *Re-arranque (Restarting)*

1-Modo Call setup es usado para establecer los circuitos virtuales conmutados entre DTEs. PLP usa para ello el esquema de direccionamiento X.121. Se explica luego.

El modo de establecimiento de llamada se ejecuta sobre cada circuito virtual, lo que significa que un circuito virtual puede estar en modo de configuración de llamada, mientras que otro está en modo de transferencia de datos. Este modo se utiliza sólo con SVC, no con CVP (Permanente).

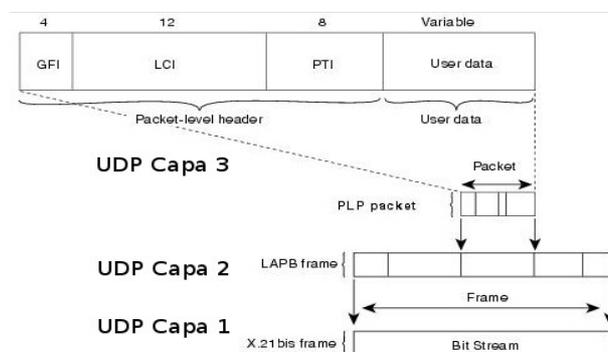
2- Modo Data transfer es usado entre dos DTE, a través de un circuito virtual. En este modo PLP maneja la segmentación y reensamblado, bit relleno, y el error y control de flujo. Este modo se ejecuta en función de cada circuito virtual y se utiliza tanto con PVC y SVC.

3- Modo Idle es usado por los circuitos virtuales para establecer un circuito pero no ocurre la transferencia. Este también uno por cada circuito SVCs.

4-Modo Call clearing es usado para Finalizar la comunicación dos DTE y liberar los SVCs. Este modo es ejecutado sobre cada circuito virtual y solamente sobre SVCs.

5 -Modo Restarting es usado para sincronizar la transmisión entre DTE y DCE locales. Este modo no se ejecuta sobre cada circuito virtual, este afecta a TODOS los circuitos virtuales establecidos.

En la Figura se muestra el formato del paquete PLP y su relación con la UDP de LAPB y X.21bis.



Pueden existir cuatro campos en los de paquetes PLP:

•1 **General Format Identifier (GFI)**

Identifica el —Identifica los parámetros de paquetes, tales como si el paquete lleva los datos del usuario o de control de la información, qué tipo de ventanas se está utilizando, y si se requiere confirmación de la entrega. Son 4 bits.

Bit 1 o Q :Este no afecta al comportamiento de X.25. La entidad de nivel de red simplemente informa al usuario del nivel superior de su estado a 0 o a 1. El bit Q, a nivel X.25, se envía de forma transparente. Se puede utilizar para que los protocolos de nivel

superior marquen a sus paquetes de control (Q=1) o datos (Q=0). En destino se procesarán de distinta forma y tendrán un tratamiento preferente a los paquetes de datos.

Bit 2 o D: se utiliza para controlar el tipo de asentimiento (también llamado *acuse de recibo*)

- D=0 Asentimientos locales (sin acuse de recibo).
- D=1 Asentimientos remotos (con acuse de recibo)

Bit 3 y 4: si tiene 01 \Rightarrow 3-bit para numerar tramas o , si tiene , 10 \Rightarrow 7-bit para numerar tramas.

Como dijimos , dependiendo de la combinación de los bits 3 y 4 , pueden existir tramas con 3 bit (01) y con 7 bits (10) para el campo de Numeración de tramas. Estas quedarían así:

Q	D	0	1	Group #
Channel #				
P(R)		M	P(S)	
User Data				

Q	D	1	0	Group #
Channel #				
P(S)				0
P(R)				M
User Data				

P(R): Número de secuencia de recepción. Es también un asentimiento (piggybacking)

P(S): Número de secuencia de transmisión.

Los números de secuencia (P(R) y P(S) o también N(R) y N(S)) y la ventana se utilizan exclusivamente para control de flujo y detección de errores.

Un número de secuencia es un identificador secuencial cíclico que se asigna a las PDUs transmitidas (P(S)) en una conexión dada. Este número de secuencia se va incrementando con cada PDU que se envía. El número de secuencia se utiliza generalmente para:

- o Realizar control de errores.
- o Realizar control de flujo.

En X.25 esto se realiza a nivel de enlace. A nivel de red los números de secuencia sólo se utilizan para control de flujo. Esto se realiza en combinación con el mecanismo de ventana.

El paquete de datos en formato extendido tiene números de secuencia más grandes, que

permiten ventanas más grandes. El tamaño de la ventana por defecto en X.25 es 2. Se puede solicitar un aumento de ventana, pero será más caro, ya que se utilizan más recursos de la red. Este incremento viene limitado por el número de secuencia.

bit M: se utiliza para implementar la función de segmentación y reensamblado, que consiste en cursar datos de una SDU utilizando varias PDUs (entregándose la SDU íntegramente en destino). En origen se segmenta la SDU y en destino se desensambla. La segmentación y el reensamblado se hacen a nivel de red no de enlace.

* Si $M=1$ faltan más paquetes por llegar de la SDU que se está transmitiendo.

* Si $M=0$ no faltan más paquetes por llegar de la SDU que se está transmitiendo.

Podemos ver esto en P(R) y P(S). El bit M indica mas segmentos.

2•Logical Channel Identifier (LCI) ó NCL (Numbre Chanel Logic)

Identifica el circuito virtual o número de canal lógico a través del local DTE / DCE interfaz. Comprende dos partes LCGN(logic Chanel Group Number)+LCN(Logic Chanel Number). Los campos LCGN+LCN dan un total 12 bits. (2^{12} da 4096 canales posibles.).

Nos va a permitir distinguir los datos de las distintas conexiones que podemos establecer en X.25. El paquete de datos no necesita campo para la dirección de destino, ya que el servicio es orientado a conexión y cuando se establece una conexión hay una asociación lógica entre los niveles de red de los dos extremos.

El campo NCL aparece para poder usar multiplexión (cursar varias conexiones de nivel superior sobre una única conexión de nivel inferior). En X.25 se permite que sobre la única conexión que nos ofrece el nivel de enlace se puedan establecer tantas conexiones como desee el nivel de red. Estas conexiones puede que tengan el mismo destino o un destino distinto (podemos tener tantas conexiones en paralelo como queramos).

El NCL es un identificador de multiplexión, que es un número que va en el campo de control y que en principio no tiene ninguna estructura y que nos permite saber qué datos pertenecen a cada conexión. Por tanto es obligatorio que aparezca.

El NCL se asigna dinámicamente (a cada conexión se le asigna dinámicamente un valor para el NCL). La asignación se realiza en la fase de establecimiento de conexión. Las entidades que se conectan usan un procedimiento para negociar un número para el identificador. La entidad que pide la llamada selecciona un NCL que esté libre (hay tablas de conexión en los sistemas que tienen registradas las conexiones establecidas).

El paquete de petición de llamada se envía a través del nivel de enlace al nodo local, que lo recibe a nivel de red. El NCL que le propone la entidad que pide la llamada lo incluye en sus tablas como una conexión ocupada. Esta información llega hasta el nodo local del abonado remoto (por procedimientos internos de la red que desconocemos). El nivel de red del nodo remoto de la red genera el paquete de llamada entrante. El NCL que genera es distinto al usado en el origen. Para asignar el NCL se usa el mismo procedimiento que

en origen, por lo que el NCL que esté libre para ese usuario lo añade a la tabla, lo codifica en el paquete de llamada entrante y lo entrega al abonado, que apunta en sus tablas que tenemos un nuevo NCL correspondiente a una conexión remota. Si este procedimiento tiene éxito cuando se mande el paquete de llamada aceptada, éste irá con el mismo NCL que el de llamada entrante. Por eso en el paquete de llamada aceptada la dirección de destino es opcional, puede ser suficiente con el NCL. El usar la dirección de destino puede resultar ambiguo, pero el uso del NCL nunca es ambiguo.

Los NCLs están limitados por contratación. Aunque desde el punto de vista técnico como dijimos, pueden haber hasta 4096, pero se limitan para que el operador dimensione la red. Se paga por cada NCL que contratemos. El límite a la cantidad de recursos de red que puede usar el usuario está dado en principio por la capacidad del canal. Se establecen rangos en todos los posibles valores de NCL.

- Grupos de Circuitos Virtuales Permanentes.
- Grupos de Circuitos Virtuales Conmutados Entrantes.
- Grupos de Circuitos Virtuales Conmutados Salientes.
- Grupos de Circuitos Entrantes o Salientes.

El NCL número 0 está reservado para procedimientos de control.

Los números 1 a X están reservados para los circuitos virtuales permanentes.

3•Packet Type Identifier (PTI)

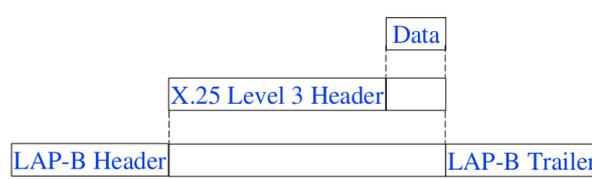
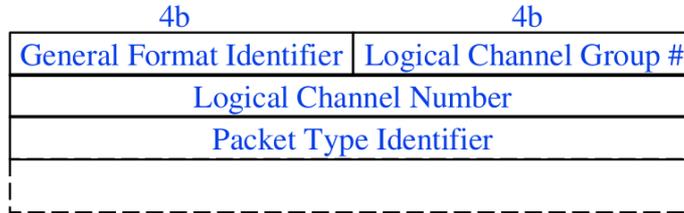
Un paquete de datos no contiene PTI. Identifica el paquete como uno de los 17 tipos diferentes de paquetes de PLP. Este puede no estar, por ejemplo, cuando la conexión se ha establecido y se está en fase transferencia de datos. El campo de control nos permite saber si el paquete es de llamada aceptada o de comunicación establecida. Sólo son imprescindibles los tres primeros octetos. La parte opcional está presente cuando hay alguna facilidad que justifique su presencia (si ponemos los campos opcionales de facilidades o datos, tengo que poner también los de longitud y direcciones, aunque puedo dejarlos a cero).

Las facilidades que justifican esta parte son:

* *Selección rápida* (fast select): permite un campo de datos de hasta 128 octetos. Esto permite la presencia de datos en los paquetes que se usan para aceptar o rechazar la llamada. Por tanto, si una estación nada más recibir una Petición de Llamada manda una PDU de desconexión, consigue una transferencia de datos sin haberse establecido la conexión.

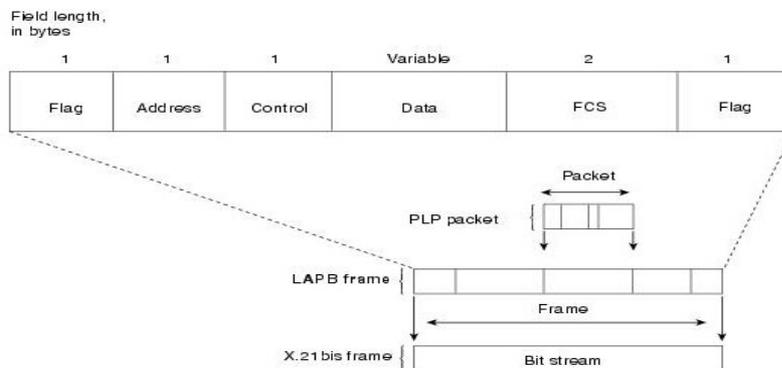
Tanto estos paquetes como los de petición de llamada y los de llamada entrante, así como los de liberación de conexión y de indicación de liberación admiten la facilidad de selección rápida. X.25 facilita esta opción ya que hay aplicaciones que funcionan mejor en modo datagrama (servicio no orientado a conexión) (que es lo que permite esta utilidad).

4•User Data— Contiene encapsulado de capa superior de la información. Este campo sólo está presente en los paquetes de datos. De lo contrario, existen campos adicionales que contienen información de control de su incorporación.

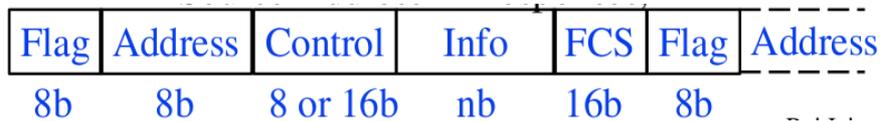


Capa 2 - LAP-B Link Access Procedure, Balanced

LAPB es un protocolo de capa de enlace de datos, que administra la comunicación y la elaboración de paquetes entre los dispositivos DTE y DCE. LAPB es un protocolo orientado a bits que garantiza que las tramas están correctamente ordenados y libres de errores



Mas en detalle el formato de la trama sería:



1-Flag— Delimita el inicio y fin de la trama con un patrón de bits 01111110 , también usa Bit Stuffing (inserción de bits) para evitar la confusión de un byte cualquiera con los delimitadores.

2-Address— Indica si la trama lleva un comando o una respuesta.

3-Control— Califican si se esta enviando un comando o una respuesta. Determina el tipo de trama (I,S ,U) , contiene el nro. de secuencia de la trama y algunas funciones de supervisión (Receptor Listo ó desconectado. Como dijimos existen tres tipos de tramas: Información (I), Supervisión(S) y No Numeradas (U). El campo de control de 8 bits determina que tipo es la trama:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Information	0	N(S)			P/F	N(R)		
Supervisory	1	0	S		P/F	N(R)		
Unnumbered	1	1	M		P/F	M		

N(S):Numero de Secuencia Enviado.

N(R):Numero de Secuencia Recibido.

P/F : Bit de Comando / Respuesta.

S: Bits de Supervisión (RR , RNR, Rej)

En las tramas del tipo U, el campo M es configurado para indicar SABM (Modo Asíncrono Balanceado).

Las tramas de Información llevan los datos de usuario, y utilizan un procedimiento llamado Piggbacking , en este, algunos campos dentro de la trama enviada son utilizados para validar tramas recibidas.

Las tramas de Control, se utilizan para controlar el Flujo y utilizan: Adelante atrás N.

4-Info o Data-- Contiene los datos de capa superior en forma de un encapsulado de paquetes PLP.

5-FCS--Maneja la comprobación de errores y garantiza la integridad de los datos transmitidos

Capa 1 -Protocolo X.21 Bis

X.21bis es un protocolo de capa física usado en X.25, que define los procedimientos mecánicos y eléctricos para el uso del medio físico. X.21bis se encarga de la activación y desactivación de medio físico que conecta los dispositivos DTE y DCE. Soporta conexiones punto a punto, una velocidad de hasta 19,2 kbps, y sincrónicas, la transmisión es full-duplex a través de medios de cuatro hilos.

La interfaz de nivel físico regula el diálogo entre el DCE y el DTE.

Se describe desde 3 puntos de vista distintos:

1. *Mecánico*
2. *Eléctrico.*
3. *Funcional.*

Existen dos posibilidades para la interfaz a nivel físico:

* X.21: Se utiliza para el acceso a redes de conmutación digital. (Similares a las de

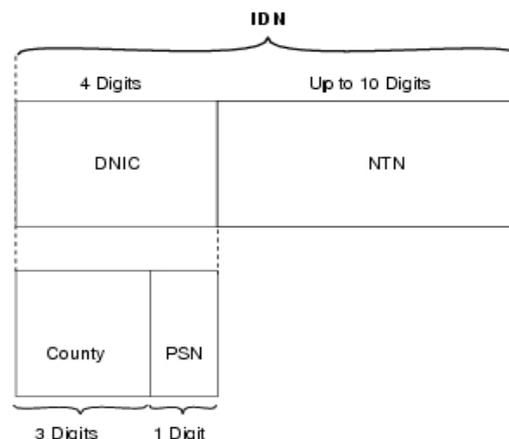
telefonía digital.)

* X.21bis: Se emplea para el acceso a través de un enlace punto a punto. (Similar a RS-232 en modo síncrono.)

En cuanto la interfaz mecánica, se usan conectores Canon DB15 (de 15 pines, para X.21) o DB25 (de 25 pines para X.21 bis). En cuanto a la interfaz eléctrica X.21 utiliza X.26, que es una interfaz no balanceada, por lo que se suele usar mejor X.27 que es balanceada y, por tanto, permite tasas de transmisión superiores. La interfaz eléctrica de X.21 bis está recogida en la norma V.28. Las velocidades se mueven entre los 64kbps y los 2Mbps, velocidades que pueden parecer bajas y, de hecho, así son. X.25 presenta un problema de baja eficiencia por la exagerada protección contra errores que implementa y que con las redes de hoy en día no tienen sentido. La interfaz funcional de X.21 se define mediante las distintas señales que intercambia el DB15. La interfaz funcional de X.21 bis está recogida en la norma V.24. X.21 no ha tenido mucho éxito. X.21 bis es más popular.

Formato de Direcciones X.121

El direccionamiento X.121 es usado en la capa de paquetes PLP en el modo Establecimiento de llamada para obtener un SVCs. En la figura se indica el formato:



El campo de direcciones de X.121 incluye el International Data Number (IDN), que consiste de dos campos : Data Network Identification Code (DNIC) y el National Terminal Number (NTN).

DNIC es un campo opcional que identifica el exacto PSN en el que el DTE destino esta ubicado. Este campo algunas veces es omitido en las llamadas con el mismo PSN.

El DNIC tiene dos Sub campos : Country (país) PSN. El campo país o Country especifica por supuesto el país destino donde esta la PSN, y el PSN indica el PSN exacto de destino.

El NTN identifica el DTE exacto en el PSN de destino. Este campo tiene tamaño variable.

Preguntas y Respuestas:

P-¿En qué tipo de redes X.25 no suelen operar?

R- Se utiliza típicamente en redes de paquetes conmutados de los portadores comunes, tales como las compañías telefónicas.

P-¿Nombre de las tres categorías generales de dispositivos que existen en X-25.?

R-DTE, DCE, y entidades públicas o PSE.

P-¿Cuales son las tres funciones principales de la PAD?

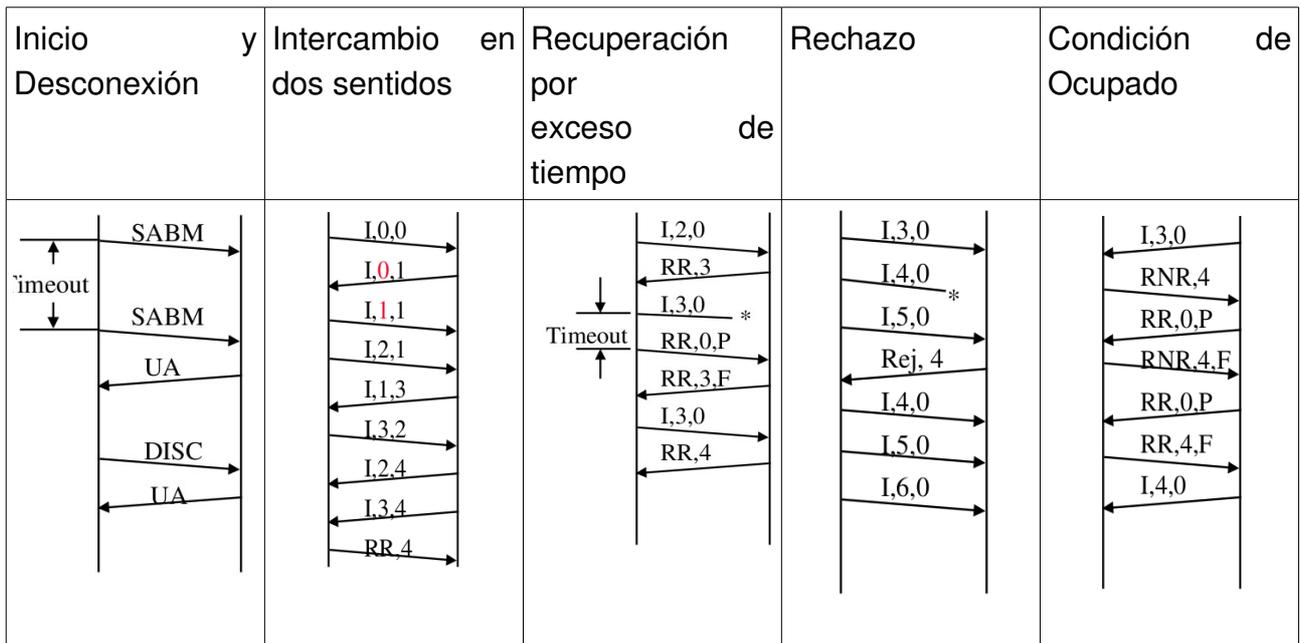
R- Buffering, montaje de paquetes y paquetes de desmontaje.

P- ¿Nombre de la suite de protocolo X.25 y las capas en el modelo de referencia OSI a los que se asignan?

R- PLP: Capa de red; LAPB: Capa de enlace de datos; X.21bis, EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, EIA-530, y G.703: la capa física.

Acotaciones:

A modo de ejemplo ponemos algunas alternativas de lo que sucedería en Capa 2 con LAP-B.



El material de este apunte fue obtenido principalmente de:

<http://www.it.uc3m.es/~prometeo/rsc/apuntes/x25/X25.htm>

<http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/technology/handbook/X25.html>