

1.Introducción

La norma X.25 es el estandar para redes de paquetes recomendado por CCITT,el cual emitio el primer borrador en 1974.Este original

seria revisado en 1976,en 1978 y en 1980,y de nuevo en 1984,para dar lugar al texto definitivo publicado en 1985.El documento inicial

incluia una serie de propuestas sugeridas por Datapac,Telenet y Tymnet,tres nuevas redes de conmutacion de paquetes.En la

actualidad,X.25 es la norma de interfaz orientada al usuario de mayor difusion en las redes de paquetes de gran cobertura.

Para que las redes de paquetes y las estaciones de usuario se puedan interconectar se necesitan unos mecanismos de control, siendo el mas

importante desde el punto de vista de la red,el control de flujo, que sirve para evitar la congestion de la red. Tambien el ETD ha de

controlar el flujo que le llega desde la red. Ademas deben existir procedimientos de control de errores que garanticen la recepcion correcta

de todo el trafico. X.25 proporciona estas funciones de control de flujo y de errores.

La X.25 se define como la interfaz entre equipos terminales de datos y equipos de terminacion del circuito de datos para terminales que

trabajan en modo paquete sobre redes de datos publicas.

Las redes utilizan las redes X.25 para establecer los procedimientos mediante los cuales dos ETD que trabajan en modo paquete se

comunican a traves de la red.Este estandar pretende proporcionar procedimientos comunes de establecimiento de sesion e intercambio de

datos entre un ETD y una red de paquetes(ETCD).Entre estos procedimientos se encuentran funciones como las siguientes:identificacion de

paquetes procedentes de ordenadores y terminales concretos,asentimiento de paquetes,rechazo de paquetes,recuperacion de errores y

control de flujo.Ademas,X.25 proporciona algunas facilidades muy utiles,como por ejemplo en la facturacion a estaciones ETD distintas de

la que genera el trafico.

El estandar X.25 no incluye algoritmos de encaminamiento,pero conviene resaltar que,aunque los interfaces ETD/ETCD de ambos

extremos de la red son independientes uno de otro,X.25 interviene desde un extremo hasta el otro,ya que el trafico seleccionado se

encamina desde el principio hasta el final.A pesar de ello,el estandar recomendado es asimetrico ya que solo se define un lado de la interfaz

con la red(ETD/ETCD).

Las razones por las que se hace aconsejable la utilizacion de la norma X.25 son las siguientes:

- 1) La adopcion de un estandar comun a distintos fabricantes nos permite conectar facilmente equipos de distintas marcas.
- 2)La norma X.25 ha experimentado numerosas revisiones y hoy por hoy puede considerarse relativamente madura.
- 3)El empleo de una norma tan extendida como X.25 puede reducir sustancialmente los costes de la red ,ya que su gran difusion favorece la

salida al mercado de equipos y programas orientados a tan amplio sector de usuarios.

- 4)Es mucho mas sencillo solicitar a un fabricante una red adaptada a la norma X.25 que entregarle un extenso conjunto de

especificaciones.

- 5)El nivel de enlace HDLC/LAPB solo maneja los errores y lleva la contabilidad del trafico en un enlace individual entre el ETD/ETCD,

mientras que X.25 va mas alla,estableciendo la contabilidad entre cada ETD emisor y su ETCD y entre cada ETD receptor y su ETCD,es

decir,el servicio extremo a extremo es mas completo que el de HDLC/LAPB.

2. NIVELES DE LA X.25

2.1.El Nivel Físico

La recomendacion X.25 para el nivel de paquetes coincide con una de las recomendaciones del tercer nivel ISO. X.25 abarca el tercer

nivel y tambien los dos niveles mas bajos. El interfaz de nivel fisico recomendado entre el ETD y el ETCD es el X.21. X.25 asume que el

nivel fisico X.21 mantiene activados los circuitos T(transmision) y R(recepcion) durante el intercambio de paquetes. Asume tambien, que el

X.21 se encuentra en estado 13S(enviar datos),13R(recibir datos) o 13(transferecia de datos). Supone tambien que los canales

C(control) e I(indicacion) de X.21 estan activados. Por todo esto X.25 utiliza el interfaz X.21 que une el ETD y el ETCD como un

"conducto de paquetes", en el cual los paquetes fluyen por las líneas de transmisión(T) y de recepción(R).

El nivel físico de X.25 no desempeña funciones de control significativas. Se trata más bien de un conducto pasivo, de cuyo control se

encargan los niveles de enlace y de red.

2.2.El Nivel de Enlace

En X.25 se supone que el nivel de enlace es LAPB. Este protocolo de línea es un conjunto de HDLC. LAPB y X.25 interactúan de la

siguiente forma: En la trama LAPB, el paquete X.25 se transporta dentro del campo I(información). Es LAPB el que se encarga de que

lleguen correctamente los paquetes X.25 que se transmiten a través de un canal susceptible de errores, desde o hacia la interfaz

ETD/ETCD. La diferencia entre paquete y trama es que los paquetes se crean en el nivel de red y se insertan dentro de una trama, la cual

se crea en nivel de enlace.

Para funcionar bajo el entorno X.25, LAPB utiliza un subconjunto específico de HDLC. Los comandos que maneja son: Información(I),

Receptor Preparado(RR), Rechazo(REJ), Receptor No Preparado(RNR), Desconexión(DSC), Activar Modo de Respuesta

Asíncrono(SARM) y Activar Modo Asíncrono Equilibrado(SABM). Las respuestas utilizadas son las siguientes: Receptor Preparado(RR),

Rechazo(REJ), Receptor No Preparado(RNR), Asentimiento No Numerado(UA), Rechazo de Trama(FRMR) y Desconectar

Modo(DM).

Los datos de usuario del campo I no pueden enviarse como respuesta. De acuerdo con las reglas de direccionamiento HDLC, ello implica

que las tramas I siempre contendrán la dirección de destino con lo cual se evita toda posible ambigüedad en la interpretación de la trama.

X.25 exige que LAPB utilice direcciones específicas dentro del nivel de enlace.

En X.25 pueden utilizarse comandos SARM y SABM con LAP y LAPB, respectivamente. No obstante se aconseja emplear SABM,

mientras que la combinación SARM con LAP es poco frecuente.

Tanto X.25 como LAPB utilizan números de envío(S) y de recepción(R) para contabilizar el tráfico que atraviesan sus respectivos niveles.

En LAPB los numeros se denotan como N(S) y N(R), mientras que en X.25 la notacion de los numeros de secuencia es P(S) y P(R).

3.Normas Auxiliares de X.25

Las siguientes recomendaciones auxiliares pueden considerarse parte de la norma X.25:

X.1 Clases de servicio del usuario

X.2 Facilidades del usuario

X.10 Categorías de acceso

X.92 Conexiones de referencia para paquetes que transmiten datos

X.96 Señales de llamada en curso

X.121 Plan internacional de numeracion

X.213 Servicios de red

4.Características

X.25 trabaja sobre servicios basados en circuitos virtuales. Un circuito virtual o canal logico es aquel en el cual el usuario percibe la

existencia de un circuito fisico dedicado exclusivamente al ordenador que el maneja, cuando en realidad ese circuito fisico "dedicado" lo

comparten muchos usuarios. Mediante diversas tecnicas de multiplexado estadistico, se entrelazan paquetes de distintos usuarios dentro de

un mismo canal. Las prestaciones del canal son lo bastante buenas como para que el usuario no advierta ninguna degradacion en la calidad

del servicio como consecuencia del trafico que le acompaña en el mismo canal. Para identificar las conexiones en la red de los distintos

ETD, en X.25 se emplean numeros de canal logico(LCN). Pueden asignarse hasta 4095 canales logicos y sesiones de usuario a un mismo

canal fisico.

4.1.Opciones del canal X.25

El estandar X.25 ofrece cuatro mecanismos para establecer y mantener las comunicaciones.

Circuito virtual permanente(Permanent Virtual Circuit–PVC)

Un circuito virtual permanente es algo parecido a una linea alquilada en una red telefonica, es decir, el ETD que transmite tiene asegurada la

conexion con el ETD que recibe a traves de la red de paquetes.

En X.25, antes de empezar la sesion es preciso que se haya establecido un circuito virtual permanente. Por tanto, antes de reservarse un

circuito virtual permanente, ambos usuarios han de llegar a un acuerdo con la compañía explotadora de la red. Una vez hecho esto, cada

vez que un ETD emisor envia un paquete a la red la informacion identificativa de ese paquete (el numero del canal logico) indicara a la red

que el ETD solicitante posee un enlace virtual permanente con el ETD receptor. En consecuencia, la red establecera una conexion con el

ETD receptor, sin ningun otro arbitraje o negociacion de la sesion. El PVC no necesita procedimiento de establecimiento ni de liberacion. El

canal logico esta siempre en modo de transferencia de informacion.

Llamada virtual (VC).

Una llamada virtual recuerda en cierto modo a alguno de los procedimientos asociados con las lineas telefonicas habituales. El ETD de

origen entrega a la red un paquete de solicitud de llamada con un 11 como numero de canal logico (LCN). La red dirige ese paquete de

solicitud de llamada al ETD de destino, el cual lo recibe como paquete de llamada entrante procedente de su nodo de red con un LCN de

valor 16.

La numeracion del canal logico se lleva a cabo en cada extremo de la red. Lo mas importante es que la sesion entre los ETD este

identificada en todo momento con los numeros LCN 11 y 16. Los numeros de canal logico sirven para identificar de forma univoca las

diversas sesiones de usuarios que coexisten en el circuito fisico en ambos extremos de la red. En el interior de la red, los nodos de

conmutacion de paquetes pueden mantener su propia numeracion LCN.

Si el ETD receptor decide aceptar y contestar la llamada entregara a la red un paquete de llamada aceptada. La red transportara entonces

este paquete al ETD que llama, en forma de paquete de llamada conectada. Despues del establecimiento de la llamada el canal entrara en

estado de transferencia de datos. Para concluir la sesion, cualquiera de los dos ETD puede enviar una señal de solicitud de liberacion. Esta

indicacion es recibida y se confirma mediante un paquete de confirmacion de liberacion. En resumen, esto es el procedimiento completo de

establecimiento del enlace:

PaqueteLCN seleccionado por Solicitud de llamada.....El ETD de origen

Llamada entrante.....El nodo de red de destino(ETCD) LLamada aceptada.....El

mismo LCN de la llamada entrante LLamada conectada.....El mismo LCN de la solicitud de llamada

Las redes orientadas a conexi3n exigen que se haya establecido un enlace antes de empezar a intercambiar datos. Una vez que el ETD

receptor ha aceptado la solicitud de llamada comienza el intercambio de datos segun el estandar X.25.

La herencia del datagrama en X.25.

La facilidad datagrama es una forma de servicio no orientado a conexi3n. Aparecia en las primeras versiones del estandar. Sin embargo, ha

sido escaso el apoyo que ha recibido en la industria, debido sobre todo a que carece de medidas para garantizar la integridad y seguridad

de los datos entre extremo y extremo.Por eso la version de 1984 del estandar X.25 no incluye ya la opcion de datagrama. Pese a todo, el

servicio datagrama no orientado a conexi3n sigue siendo una importante funcion en otras redes como lo evidencian los estandares IEEE

802.

Selecci3n rapida.

La filosofia basica del datagrama que consiste en eliminar la sobrecarga que suponen los paquetes de establecimiento y liberaci3n de la

sesi3n tiene su utilidad en determinadas aplicaciones, por ejemplo en aquellas en las que las sesiones son muy cortas o las transacciones

muy breves. Por eso se ha incorporado al estandar una posibilidad de selecci3n rapida.

La selecci3n rapida ofrece dos alternativas: La primera de ellas se denomina selecci3n rapida y consiste en que en cada llamada ,un ETD

puede solicitar esta facilidad al nodo de la red(ETCD) mediante una indicaci3n al efecto en la cabecera del paquete. La facilidad de

llamada rapida admite paquetes de solicitud de llamada de hasta 128 octetos de usuario. El ETD llamado

puede, si lo desea, contestar con

un paquete de llamada aceptada que a su vez puede incluir datos de usuario. El paquete de solicitud de llamada/llamada entrante indica si el

ETD remoto ha de contestar con un paquete de solicitud de liberacion o con una llamada aceptada. Si lo que se transmite es una

aceptacion de la llamada la sesion X.25 sigue su curso, con los procedimientos de transferencia de datos y de liberacion del enlace

habituales en las llamadas virtuales conmutadas.

La seleccion rapida ofrece una cuarta funcion de establecimiento de llamada propia del interfaz X.25: la seleccion rapida con liberacion

inmediata. Al igual que en la otra opcion de seleccion rapida, una solicitud de llamada en esta modalidad puede incluir tambien datos de

usuario. Este paquete se transmite a traves de la red al ETD receptor, el cual, una vez aceptados los datos, envia un paquete de liberacion

de la llamada (que a su vez incluye datos de usuario). Este paquete es recibido por el nodo de origen el cual lo interpreta como una señal de

liberacion del enlace, ante la cual devuelve una confirmacion de la desconexion que no puede incluir datos de usuario. En resumen, el

paquete enviado establece la conexion a traves de la red, mientras que el paquete de retorno libera el enlace.

La idea de las selecciones rapidas y la del antiguo datagrama es atender aquellas aplicaciones de usuario en las que solo intervengan una o

dos transacciones. El motivo por el que se han incluido selecciones rapidas en X.25 es el siguiente: para satisfacer las necesidades de

conexion de las aplicaciones especializadas y para ofrecer un servicio mas cercano al sistema orientado a conexion que el que

proporcionaba el datagrama. Hay que tener en cuenta que los dos extremos del enlace han de suscribir el esquema de seleccion rapida ya

que de lo contrario la red bloqueara la llamada.

La seleccion rapida esta pensada para aplicaciones basadas en transacciones. Sin embargo, puede prestar tambien un valioso servicio en

aplicaciones como la entrada rechazada de trabajos (RJE) o en la transferencia masiva de trabajos. Una seleccion rapida puede tener por

ejemplo 128 octetos que seran examinados por el ETD receptor para determinar si puede aceptar una sesion intensiva y prolongada. La

respuesta de aceptacion incluire la autorizacion para ello- tal vez incluya tambien las reglas que gobiernan la transferencia de datos entre

ambas aplicaciones de usuario.

5.Principios de control de flujos

X.25 permite al dispositivo de usuario(ETD) o al distribuidor de paquetes(ETCD) limitar la velocidad de aceptacion de paquetes. Esta

caracteristica es muy util cuando se desea controlar si una estacion recibe demasiado trafico.

El control de flujo puede establecerse de manera independiente para cada direccion y se basa en las autorizaciones de cada una de las

estaciones. El control de flujo se lleva a cabo mediante diversos paquetes de control X.25, ademas de los numeros de secuencia del nivel

de paquete.

5.1.Otros tipos de paquetes

La recomendacion X.25 maneja otros tipos de paquetes:

Tipo de Paquete.....Servicio

De ETCD a ETD.....De ETD a ETCD.....VC.....PVC

Establecimiento y liberacion de llamada

Llamada entrante.....Solicitud llamada.....X

LLlamada conectada.....Llamada aceptada.....X

Indicacion liberacion.....Solicitud liberacion.....X

Confirmacion de liberacion de ETCD.....Confirmacion de liberacion de ETD.....X

Datos e interrupciones

Datos de ETCD.....Datos de ETD

Interrupcion ETCD.....Interrupcion ETD.....X.....X

Confirmacion de interrupcion ETCD.....Confirmacion de interrupcion ETCD.....X

Tipo de Paquete Servicio

De ETCD a ETD.....De ETD a ETCD.....VC.....PVC

Control de flujo y reinicializacion

RR de ETCD.....RR de ETD

RNR de ETCD.....RNR de ETD.....X

.....REJ de ETD.....X

Confirmacion de reinicializacion de ETCD.....Confirmacion de reinicializacion de ETD...X.....X

Indicacion de reinicializacion.....Solicitud de reinicializacion.....X.....X

Reinicio

Indicacion de reinicio.....Solicitud de reinicio.....X.....X

Confirmacion de reinicio de ETCD.....Confirmacion de reinicio de ETD.....X.....X

Diagnostico

Diagnostico.....X.....X

Registro

Confirmacion de Solicitud de registro.....X.....X registro.....

El procedimiento de interrupcion permite que un ETD envíe a otro un paquete de datos sin numero de secuencia, sin necesidad de seguir

los procedimientos normales de control de flujo establecidos por la norma X.25. El procedimiento de interrupcion es util en aquellas

situaciones en las que una aplicacion necesite transmitir datos en condiciones poco habituales. Asi por ejemplo, un mensaje de alta

prioridad puede enviarse como paquete de interrupcion, para garantizar que el ETD receptor acepta los datos. Un paquete de interrupcion

puede contener datos de usuario(un maximo de 32 octetos). El empleo de estas interrupciones afecta a los paquetes normales que circulan

por el circuito virtual, ya sea conmutado o permanente. Una vez enviado un paquete de interrupcion es preciso esperar la llegada de una

confirmacion de la interrupcion antes de enviar a traves del canal logico un nuevo paquete de interrupcion.

Los paquetes de Receptor Preparado(RR) y de Receptor no Preparado(RNR) se usan de forma parecida a sus comandos homonimos del

protocolo HDLC y del subconjunto LAPB. Desempeñan una importante tarea de controlar el flujo iniciado por los dispositivos de usuario.

Ambos paquetes incluyen un numero de secuencia de recepcion en el campo correspondiente, para indicar

cual es el siguiente numero de

secuencia que espera el ETD receptor. El paquete RR sirve para indicar al ETD/ETCD emisor que puede empezar a enviar paquetes de

datos, y tambien utiliza el numero de secuencia de recepcion para acusar recibo de todos los paquetes transmitidos con anterioridad. Al

igual que el comando de respuesta RR de HDLC, el paquete RR puede servir simplemente para acusar recibo de los paquetes que han

llegado cuando el receptor no tiene ningun paquete especifico que enviar al emisor.

El paquete RNR sirve para pedir al emisor que deje de enviar paquetes. Tambien existe un campo de secuencia de recepcion con el cual

se asientan todos los paquetes recibidos con anterioridad. El RNR suele usarse cuando durante un cierto periodo de tiempo la estacion es

incapaz de recibir trafico. Conviene señalar que si un ETD concreto genera un RNR, lo mas probable es que la red genere otro RNR para

el ETD asociado, con el fin de evitar que se genere en la red un trafico excesivo. La capacidad de almacenamiento y espera en cola en los

nodos de conmutacion de paquetes de la red no es ilimitada. Por eso un RNR a veces conduce al estrangulamiento de ambos extremos de

la sesion ETD/ETCD.

Estos dos paquetes proporcionan a X.25 un sistema de control de flujo que va mas alla que el que ofrece el nivel de enlace LAPB. Asi

pues, se dispone de control de flujo y control de ventanas a dos niveles: en el nivel de enlace para LAPB y en el nivel de red para X.25.

Sin embargo, el nivel de enlace no ofrece un control de flujo eficaz para los dispositivos de usuario(ETD) individuales; por el contrario, en el

nivel de red, X.25 emplea los RR y RNR con numeros especificos del canal logico, para llevar a cabo las operaciones de control de flujo.

Cualquier nodo que tenga asignado un numero de canal logico puede efectuar este control de flujo. En algunas redes, se asigna un bloque

de numeros de canal logico al ordenador central y este se encarga de gestionar los LCN de sus terminales y programas de aplicacion.

El paquete de rechazo(REJ) sirve para rechazar de forma especifica un paquete recibido. Cuando se utiliza, la estacion pide que se

retransmitan los paquetes, a partir del numero incluido en el campo de recepcion de paquetes.

Los paquetes de reinicializacion(reset) sirven para reinicializar un circuito virtual permanente o conmutado. El procedimiento de

reinicializacion elimina en ambas direcciones, todos los paquetes de datos y de interrupcion que pudieran estar en la red. Estos paquetes

pueden ser necesarios tambien cuando aparecen determinados problemas, como es la perdida de paquetes, su duplicacion, o la perdida de

secuencia de los mismos. La reinicializacion solo se utiliza en modo de transferencia de informacion y puede ser ordenada por el

ETD(solicitud de reinicializacion) o por la propia red(indicacion de reinicializacion).

El procedimiento de reiniciacion(restart) sirve para inicializar o reinicializar el interfaz del nivel de paquetes entre el ETD y el ETCD. Puede

afectar hasta 4095 canales logicos de un puerto fisico. Este procedimiento libera todas las llamadas virtuales y reinicializa todos los circuitos

virtuales permanentes del interfaz. La reiniciacion puede presentarse como consecuencia de algun problema serio, como es la caida de la

red. Todos los paquetes pendientes se pierden, y deberan ser recuperados por algun protocolo de nivel superior.

En ocasiones, la red generara una reiniciacion al arrancar o reinicializar el sistema para garantizar que todas las sesiones empiecen desde 0.

Cuando un ETD haya enviado una señal de reiniciacion, la red habra de enviar una reiniciacion a cada uno de los ETD que tengan

establecida una sesion de circuito virtual con el ETD que genero la reiniciacion. Los paquetes de reiniciacion pueden incluir tambien codigos

que indiquen el motivo de tal evento.

Dentro de la red de paquetes pueden perderse algunos paquetes de usuario. Ello puede suceder tambien en una red X.25. Los paquetes

de liberacion, reiniciacion y reinicializacion pueden provocar que la red ignore los paquetes aun no cursados. Una situacion asi no es

demasiado infrecuente ya que en muchos casos estos paquetes de control llegan a su destino antes de que lo hayan hecho todos los

paquetes de usuario. Los paquetes de control no estan sometidos al retardo inherente a los procedimientos de control de flujo que afectan

a los paquetes de usuario. Por tanto, los protocolos de nivel superior estan obligados a tener en cuenta estos paquetes perdidos.

Dentro de la red pueden perderse algunos paquetes de usuario. Esto puede suceder también en una red X.25. Los paquetes de liberación,

reiniciación y reinicialización pueden provocar que la red ignore los paquetes aún no cursados. Una situación así no es demasiado

infrecuente, ya que en muchos casos estos paquetes de control llegan a su destino antes de que lo hayan hecho todos los paquetes de

usuario. Los paquetes de control no están sometidos al retardo inherente a los procedimientos de control de flujo que afectan a los

paquetes de usuario. Por lo tanto, los protocolos de nivel superior están obligados a tener en cuenta estos paquetes perdidos.

Dentro de la red X.25, el paquete de liberación (clear) desempeña diversas funciones, aunque la principal es el cierre de una sesión entre

dos ETD. Otra de sus misiones consiste en indicar que no puede llevarse a buen término una solicitud de llamada. Si el ETD remoto

rechaza la llamada enviará a su nodo de red una solicitud de liberación. Este paquete será transportado a través de la red al nodo de red de

origen, el cual entregará a su ETD una indicación de liberación. El cuarto octeto del paquete contiene un código que indica el motivo de la

liberación.

6. Estados de los canales lógicos

Los estados de los canales lógicos constituyen la base de la gestión del enlace entre el ETD y el ETCD. Mediante los distintos tipos de

paquetes, el canal lógico puede tomar uno de los siguientes estados:

Numero del estado.....	Descripción del estado
------------------------	------------------------

p1 o d1 o r1.....	Nivel de paquetes preparado
-------------------	-----------------------------

p2.....	ETD en espera
---------	---------------

p3.....	ETCD en espera
---------	----------------

p5.....	Colisión de llamadas
---------	----------------------

p4.....	Transferencia de datos
---------	------------------------

p6.....	Solicitud de liberación del ETD
---------	---------------------------------

p7.....	Indicación de liberación del ETCD
---------	-----------------------------------

d2..... Solicitud de reinicialización del ETD

d3..... Indicación de reinicialización del ETCD

r2..... Solicitud de reiniciación del ETD

r3..... Indicación de reiniciación del ETD

Ejemplo de la utilización de los estados del canal(Procedimiento de establecimiento del enlace):

Secuencia Estado Eventos.....Paquete.....Desde.....Hacia.....Estado
.....Inicial.....Actual

1.....Solicitud de llamada....ETD local....ETCD local.....p1.....p2

2.....LLlamada entrante.....ETCD remoto...ETD remoto.....p1.....p3

3.....Llamada aceptada.....ETD remoto....ETCD local.....p3.....p4

4.....Llamada establecida....ETCD local....ETD local.....p2.....p4

7.Temporizadores para los ETD y ETCD

Los temporizadores se emplean para establecer límites en el tiempo de establecimiento de las conexiones, en la liberación de canales, en la

reinicialización de una sesión, etc... Si no existiesen estos relojes, un usuario podría quedar a la espera de un acontecimiento

indefinidamente, si este no se verifica. Los temporizadores obligan simplemente a X.25 a tomar una decision en caso de que suceda algún

problema; por tanto, ayudan a resolver los errores.

X.25 ofrece temporizadores para los ETCD y los ETD. En la siguiente tabla se describen estos temporizadores, y se indica lo que sucede

cuando expira cada uno de sus plazos. En todos los casos, si el problema persiste y los temporizadores cumplen su ciclo una y otra vez,

será preciso considerar en algún momento que el canal está averiado, y habrán de tomarse medidas para diagnóstico de la red y la

localización de la avería.

Para los ETD.–

Temporizador.....Valor Plazo.....Arranca cuando.....Estado canal.....Termina cuando

T20..... 180 s.....el ETD genera.....r2.....el ETD abandona

.....una solicitud de.....el estado r2

.....reinicio

T21.....200 s.....el ETD genera.....p2.....el ETD abandona

.....una solicitud de.....el estado p2

.....llamada

T22.....180 s.....el ETD genera.....d2.....el ETD abandona

.....una solicitud de.....el estado d2

.....reinicialización

T23.....180 s.....el ETD genera.....p6.....el ETD abandona

.....una solicitud de.....el estado p6

.....liberación

T28.....300 s.....el ETD genera.....cualquiera.....el ETD recibe

.....una solicitud de.....la confirmación de

.....registro.....registro o un

.....paquete de diagnóstico

Para los ETCD.–

Temporizador.....Valor Plazo.....Arranca cuando.....Estado canal.....Termina cuando

T10.....60 s.....el ETCD genera.....r3.....el ETD abandona

.....una indicación de.....el estado r3

.....reinicio

T11.....180 s.....el ETD genera.....p3.....el ETD abandona

.....una señal de.....el estado p3

.....llamada entrante

T12.....60 s.....el ETD genera.....d3.....el ETD abandona

.....una indicación de.....el estado d3

..... reinicialización

T13.....180 s.....el ETD genera.....p7.....el ETD abandona
.....una indicación de.....el estado p7
.....liberación

8.Formatos de paquetes

En un paquete de datos, la longitud por omisión del campo de datos de usuario es de 128 octetos, aunque X.25 ofrece opciones para

distintas longitudes. Otros tamaños autorizados son: 16, 32, 64, 256, 512, 1024, 2048 y 4096 octetos. Los dos últimos valores fueron

añadidos en la revisión de 1984. Si el campo de datos de un paquete supera la longitud máxima permitida el ETD receptor liberará la

llamada virtual generando un paquete de reinicialización.

Todo paquete que atraviesa el interfaz ETD/ETCD con la red debe incluir al menos tres octetos, los de la cabecera del paquete, aunque

esta puede incluir también otros octetos adicionales.

Los 4 primeros bits del primer octeto contienen el número de grupo del canal lógico. Los 4 últimos bits del primer octeto contienen el

identificador general de formato. Los bits 5 y 6 del identificador general de formato(SS) sirven para indicar el tipo de secuenciamiento

empleado en las sesiones de paquetes . X.25 admite dos modalidades de secuenciamiento: módulo 8(con números entre 0 y 7) y módulo

128(con números entre 0 y 127). El bit D, séptimo bit del identificador general de formato solo se utiliza en determinados paquetes. El

octavo bit es el bit O, y solo se emplea para paquetes de datos destinado al usuario final. Sirve para establecer dos niveles de datos de

usuario dentro de la red.

El segundo octeto de la cabecera del paquete contienen el número de canal lógico(LCN). Este campo de 8 bits, en combinación con el

numero de grupo del canal lógico, proporciona los doce bits que constituyen la identificación completa del canal lógico; por tanto, son

4095 los canales lógicos posibles. El LCN 0 está reservado para las funciones de control(paquetes de diagnóstico y de reinicialización).

Las redes utilizan estos dos campos de diversas formas. En algunas se emplean combinados, mientras que en otras se consideran de forma

independiente.

Los números de canal lógico sirven para identificar el ETD frente al nodo de paquetes(ETCD), y viceversa. Estos números pueden

asignarse a circuitos virtuales permanentes, llamadas entrantes y salientes, llamadas entrantes, y por último llamadas salientes.

Durante el comienzo del proceso de comunicación, es posible que el ETD y el ETCD utilicen el mismo LCN. Así por ejemplo, una

solicitud de llamada generada por un ETD podría emplear el mismo número de canal lógico que una llamada conectada correspondiente a

un ETCD. Para reducir al mínimo esta posibilidad, la red comienza a buscar un número a partir del extremo inferior, mientras que el ETD

busca su número empezando por arriba. Si la llamada saliente(solicitud de llamada) de un ETD tiene el mismo LCN que una llamada

entrante(llamada conectada) procedente del ETCD de la red, X.25 liberará la llamada entrante y procesará la solicitud de llamada.

Cuando el paquete no es de datos, el tercer octeto de la cabecera de paquete X.25 es el de identificador de tipo de paquete, mientras que

cuando es de datos ese octeto es el de secuenciamiento.

En los paquetes de establecimiento de llamada se incluyen también las direcciones de los ETD y las longitudes de estas direcciones. El

convenio de direccionamiento utilizado podría ser por ejemplo, el estándar X.121. Los campos de direccionamiento pueden estar

contenidos entre el cuarto y el decimonoveno octeto del paquete de solicitud de llamada. En los paquetes de establecimiento de llamadas,

estos campos de direccionamiento sirven para identificar las estaciones interlocutoras: la que llama y la que contesta. A partir de este

momento, la red utilizará los números de canal lógico asociados para identificar la sesión entre los dos ETD. Existen también otros campos

de facilidad que pueden emplearse cuando los ETD deseen aprovechar algunas de las opciones del estándar X.25. Por último el paquete

puede transportar datos de llamada del propio usuario. El espacio máximo para datos de usuario que admiten los paquetes de solicitud de

llamada es de 16 octetos. Este campo es útil para transportar ciertas informaciones dirigidas al ETD receptor, como por ejemplo palabras

de acceso, información de tarificación, ... También utiliza estos datos el protocolo X.29. Para determinadas opciones como la llamada

rápida, está permitido incluir hasta 128 octetos de usuario.

La cabecera del paquete se modifica con el fin de facilitar el movimiento de datos de usuario por la red. El tercer octeto de la cabecera,

normalmente reservado para el identificador de tipo de paquete, se descompone en dos campos independientes:

Bits.....Descripción o valor

1.....0

2 – 4.....Secuencia de envío del paquete[P(S)]

5.....Bit de mas datos(el bit M)

6 – 8.....Secuencia de recepción de paquetes[P(R)]

Las misiones de estos campos son las siguientes: si el primer bit vale 0, indica que se trata de un paquete de datos. El número de secuencia

de envío[P(S)] tiene asignados tres bits. Otro bit lleva a cabo la función de bit M. Por último los tres bits restantes se asignan al número de

secuencia de recepción[P(R)].

Los números de secuencia de envío y de recepción sirven para coordinar y asentar las transmisiones que tienen lugar entre ETD y ETCD. A

medida que un paquete atraviesa la red de un nodo a otro, es posible que los números de secuencia cambien durante el recorrido por los

centros de conmutación. Pese a ello, el ETD o ETCD receptor tiene que saber que numero de recepción ha de enviar al dispositivo emisor.

El empleo de P(R) y P(S) en el nivel de red exige que el P(R) sea una unidad mayor que el P(S) del paquete de datos.

8.1.El bit D

La facilidad "bit D" se añadió en la versión de 1980 de la norma X.25. Sirve para especificar una de las siguientes funciones: cuando este

bit vale 0, el valor de P(R) indica que es la red la que asiente los paquetes; cuando el bit D vale 1, la confirmación de los paquetes se

realiza de extremo a extremo, es decir, es el otro ETD el que asiente los datos enviados por el ETD emisor. Cuando se utiliza el bit D con

valor 1, X.25 asume una de las funciones del nivel de transporte: la contabilización de extremo a extremo.

8.2.El bit M

El bit M(Más datos) indica que existe una cadena de paquetes relacionados atravesando la red. Ello permite que tanto la red como los

ETD identifiquen los bloques de datos originales cuando la red los ha subdividido en paquetes más pequeños. Así por ejemplo, un bloque

de información relativo a una base de datos debe presentarse al ETD receptor en un determinado orden.

8.3.Paquetes A y B

La combinación de los bit M y D establece dos categorías dentro del estandar X.25 que se designan como paquetes A y paquetes B.

Gracias a ello los ETD o ETCD pueden combinar el secuenciamiento de dos o más paquetes y la red puede también combinar paquetes.

En X.25, una secuencia de paquetes completa se define como un único paquetes B y todos los paquetes contiguos tipo A que lo

precedan(si es que hay alguno).

Un paquete de categoría B sirve para cerrar una secuencia de paquetes relacionados con el tipo A. Por contra los paquetes A representan

la transmisión en curso, han de contener datos, y deben llevar el bit M a 1 y el bit D a 0. Sólo los paquetes tipo B pueden tener el bit D a 1

para realizar confirmaciones de extremo a extremo. La red puede agrupar una serie de paquetes A y el paquete B subsiguiente dentro de

un solo paquete, pero los paquetes B han de mantener las entidades independientes en paquetes independientes.

La combinación de paquetes puede resultar útil cuando se empleen paquetes de distintas longitudes a través de una ruta de la red, o

cuando las subredes de un sistema de redes interconectadas empleen distintos tamaños de paquete. De este modo es posible manejar los

paquetes a nivel lógico como un todo. En este caso, puede usarse el bit M para señalar al ETD receptor que los paquetes que llegan están

relacionados y siguen una determinada secuencia.

Uno de los objetivos de los bits M y D es la combinación de paquetes. Por ejemplo, si el campo de datos del ETD receptor es más largo

que el del ETD emisor, la red puede combinar los paquetes dentro de una secuencia completa.

8.4.El bit Q

Este bit es opcional, y puede usarse para distinguir entre datos de usuario y informaciones de control.

9.Control de flujo y ventanas

X.25 emplea técnicas de control de flujo y ventanas muy similares a las de HDLC, LAPB y otros protocolos de línea. En un paquete de

datos se combinan dos números de secuencia(el de envío y el de recepción) para coordinar el intercambio de paquetes entre el ETD y el

ETCD. El esquema de numeración extendida permite que el número de secuencia tome valores hasta 127(módulo 128). En el interfaz

ETD/ETCD, los paquetes de datos se controlan separadamente para cada dirección basándose en las autorizaciones que los usuarios

envían en forma de números de secuencia de recepción o de paquetes de control "receptor preparado"(RR) y "receptor no preparado".

La razón de que exista control de flujo tanto en el nivel de red como en el de paquetes es que se multiplexan muchos usuarios en un mismo

enlace físico y si se emplease un RNR en el nivel físico podrían estrangularse todos los canales lógicos incluidos en ese enlace. El control de

flujo que incorpora X.25 permite aplicar este estrangulamiento de forma más selectiva. Además, la incorporación del secuenciamiento en el

nivel de interfaz con la red proporciona un grado adicional de contabilidad y seguridad para los datos de usuario.

La numeración de los paquetes en este tercer nivel se lleva a cabo de forma muy similar a la del segundo nivel del estandar HDLC/LAPB.

El ciclo de los números de secuencia de los paquetes va de 0 a 7, y regresa a 0 de nuevo. Si se emplea el sistema módulo 128, el ciclo de

secuenciamiento va de 0 a 127 y vuelve a 0.

En X.25 las ventanas que establece el esquema de módulo sirven para prevenir la saturación de paquetes. No obstante, en X.25 se

recomienda un tamaño normalizado de ventana de dos posiciones, aunque pueden incorporarse también otros tamaños en las redes. Este

valor dos limita el flujo de paquetes que pueden estar pendientes de servicio en un momento dado. Tal limitación obliga a procesar más

deprisa los asentimientos de los paquetes que llegan al ETD receptor. También reduce el número de paquetes que puede tener pendientes

la propia red en un determinado instante.

10.Facilidades X.25

La versión X.25 de 1984 incluye varias facilidades adicionales. Algunas de estas funciones no son obligatorias para poder considerar una

red como compatible X.25, aunque son bastante útiles y algunas en concreto pueden calificarse como esenciales para una red. Las

facilidades se invocan mediante instrucciones concretas dentro del paquete de solicitud de llamada. Su clasificación es:

1. Facilidades internacionales.
2. Facilidades de ETD especificadas por CCITT.
3. Facilidades ofrecidas por la red pública de datos de origen.
4. Facilidades ofrecidas por la red pública de datos de destino.

Notificación de la facilidad en línea. Esta facilidad permite al ETD, en cualquier momento, solicitar facilidades u obtener los parámetros de

las facilidades tal y como los entiende el ETCD. Para el dialogo entre el ETD y el ETCD se emplean los paquetes de notificación que

aparecen en la tabla "Tipos de paquetes". Estos mismos paquetes indican si puede gestionarse el valor de la facilidad.

Numeración de paquetes extendida. Esta facilidad proporciona el esquema de numeración de secuencias módulo 128. En su ausencia lo

que se emplea es el módulo 7. El 1984 se consideró importante añadir esta facilidad para hacer frente a los grandes retardos de

propagación que aparecen en la comunicación vía satélite o en los enlaces por radio con unidades marítimas.

Modificación del bit D. Esta facilidad está pensada para usarse con equipos ETD desarrollados con anterioridad a la introducción del

procedimiento del bit D. Permite trabajar con asentimiento de extremo a extremo.

Retransmisión de paquetes. Un ETD puede solicitar al ETCD la retransmisión de uno o varios paquetes de datos. Para ello el ETD

especifica, dentro de un paquete de rechazo, el número de canal lógico y un valor de P(R). El ETCD deberá retransmitir todos los

paquetes comprendidos entre el número P(R) y el siguiente que tuviera que enviar por primera vez. Esta facilidad es similar a la técnica de

rechazo no selectivo que utilizan los protocolos de línea en el segundo nivel del modelo ISA.

Obstrucción de las llamadas entrantes. Obstrucción de las llamadas salientes. Estas facilidades impiden que el ETCD presente llamadas

entrantes al ETD, o que el ETCD presente llamadas salientes del ETD.

Canal lógico unidireccional entrante. Canal lógico unidireccional saliente. Estas facilidades solo permiten al canal lógico aceptar en el primer

caso o enviar llamadas en el segundo pero no ambas cosas. Su función es similar a las facilidades de obstrucción salvo en que ahora la

restricción afecta solo a canales individuales.

Tamaño de paquetes por omisión no estandar. Permite seleccionar el tamaño de paquetes que la red admitirá por omisión. Para gestionar

el tamaño de los paquetes pueden emplearse paquetes de notificación.

Tamaño de ventana por omisión estandar. Permite ampliar el tamaño de las ventanas por encima del valor por defecto dos para todas las

llamadas.

Asignación de clases de velocidad de transmisión por defecto. Esta facilidad permite seleccionar una de las siguientes velocidades de

transmisión(en bits por segundo): 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 y 48000. Pueden gestionarse también otros

valores.

Negociación de los parámetros de control de flujo. Esta facilidad permite variar el tamaño de una ventana de una llamada a otra. A veces

un ETD sugiere el tamaño de la ventana durante el establecimiento de la llamada. En algunas redes estos parámetros deben ser los mismos

para ambos ETD.

Negociación de la clase de velocidad de transmisión. Permite modificar la velocidad de transmisión de una llamada a otra.

Grupo cerrado de usuarios(CUG). Conjunto de funciones que permite a los usuarios formar grupos de ETD de acceso restringido. Esta

facilidad proporciona a la red pública un nuevo grado de seguridad y privacidad. Incluye diversas opciones como el acceso en un solo

sentido entrante o saliente. Por lo general, la estación que llama especifica el grupo cerrado de usuarios que desea mediante los campos de

facilidad incluidos en el paquete de solicitud de llamada . Si la estación solicitada no es miembro de ese grupo la red rechaza la llamada.

Grupo cerrado de usuarios bilateral. Esta facilidad es similar a la anterior, pero permite establecer restricciones de acceso entre pares de

ETD.

Selección rápida. Aceptación rápida de la selección.

Cobro revertido. Aceptación del cobro revertido. Estas facilidades permiten cargar el coste de la llamada al ETD receptor. Pueden usarse

con llamadas virtuales y con selecciones rápidas.

Prevención de cobros locales. Esta facilidad autoriza al ETCD a rechazar las llamadas que tenga que pagar su ETD. Por ejemplo, un ETD

puede no estar autorizado a aceptar los cobros revertidos de ningún ETD que llame.

Identificación del usuario de la red. Esta facilidad permite que el ETD que llama entregue a su ETCD la información de tarificación,

seguridad o gestión, llamada por llamada. Si no es válida esta información la llamada no se cursa.

Información de tarificación. Esta facilidad permite que el ETCD informe a su ETD sobre las condiciones de tarificación de la sesión de

paquetes en curso.

Selección de compañía. Permite que el ETD que llama escoja una o varias compañías telefónicas para gestionar su sesión de paquetes.

Grupo local. Esta facilidad se encarga de distribuir las llamadas que lleguen entre un grupo preestablecido de interfaces ETD/ETCD. Esta

mejora de la versión 1984 permite a los usuarios seleccionar múltiples puertos de un ordenador o procesador frontal, o escoger entre

varios de estos sistemas dentro de un mismo nodo de usuario. Se trata de una posibilidad muy útil en aquellas organizaciones equipadas

con grandes sistemas informáticos que necesiten flexibilidad para asignar tareas a los distintos recursos. La idea es similar al selector de

puertos que puede verse en muchas instalaciones.

Redireccionamiento de la llamada. Esta facilidad, también fruto de la revisión de 1984, redirige la llamada cuando el ETD de destino está

avariado, comunica, o cuando ha solicitado expresamente que se reoriente la llamada. Permite orientar las comunicaciones entrantes hacia

algún ETD de apoyo, que se encargará de solucionar los posibles problemas y de mantener al usuario final aislado de los fallos. El

redireccionamiento de llamadas permite también redirigir la llamada a distintas zonas de un país o continente por cuestiones relacionadas

con los usos horarios.

Notificación del cambio en la dirección de la llamada. En caso de que se haya producido la redirección de una llamada, esta facilidad

explica al ETD que llama por qué la dirección de destino de la llamada conectada o del paquete indicador de liberación es distinta de la

dirección del paquete de petición de llamada del ETD.

Notificación de redireccionamiento de llamada. Cuando se produce un redireccionamiento de llamada, esta facilidad informa del hecho al

ETD alternativo, indicándole además por qué ha cambiado la dirección del ETD original.

Indicación y selección del retardo de tránsito. Esta última facilidad permite al ETD seleccionar un determinado tiempo de tránsito por la red

de paquetes. Esta función puede ser de gran utilidad para el usuario final, pues le confiere un cierto control sobre la velocidad de respuesta

de la red.

11.1.El PAD(ensamblado/desensamblado de paquetes)

Durante el desarrollo de la recomendación X.25, en los años sesenta, los organismos de normalización advirtieron que la mayoría de los

terminales en funcionamiento eran dispositivos asíncronos no inteligentes. Se hacía necesario un interfaz que conectase a estos equipos con

las redes de paquetes. Con el fin de hacer frente a esto, se desarrollaron estándares para dotar a los terminales asíncronos de capacidades

de conversión de protocolos y de ensamblado/desensamblado de paquetes(PAD). PAD es un servicio que se ofrece al usuario para

permitirle conectarse con una red de paquetes. Tras el primer borrador de la norma X.25, aparecido en 1976, los comités de

normalización editaron en 1977 una nueva recomendación en la que aparecían tres especificaciones relativas a los interfaces para terminales

asíncronos: X.3, X.28 y X.29. Estas recomendaciones se verían reforzadas más adelante con la revisión de 1984.

La idea del PAD es ofrecer una conversión de protocolos entre un dispositivo de usuario(ETD) y una red pública o privada, junto con otra

conversión complementaria en un extremo receptor de la red. Se trata de conseguir un servicio transparente para los ETD de usuario. La

norma X.3 y sus normas accesorias X.28 y X.29 sólo están pensadas para dispositivos asíncronos, pero muchos fabricantes ofrecen otros

servicios tipo PAD capaces de aceptar protocolos como BSC o SDLC. Estas opciones no asíncronas del esquema PAD se encuentran

dentro de la filosofía de X.3, X.28 y X.29.

Los estándares PAD permiten diversas configuraciones. En la figura 8 se ve la conexión entre un ETD de usuario no generador de

paquetes y otro ETD capaz de operar en modo paquete. Obsérvese que el PAD(X.3) y el X.28 sólo es necesario en los ETD asíncronos.

La figura 9 muestra otro ejemplo típico, en el que dos ETD asíncronos desean entablar una comunicación. Ambos emplean X.3 y X.28. En

el ejemplo de la figura 10 hay un PAD situado fuera de la red, quizá en la misma oficina del usuario. En este caso, la red ve el PAD como

un verdadero dispositivo de X.25. La norma X.29 sirve para establecer comunicaciones entre un PAD y un ETD X.25, o entre dos PAD.

X.3. La versión X.3 de 1984 proporciona una serie de 22 parámetros, que son utilizados por el PAD para identificar y atender a cada una

de las terminales con las que se comunica. Cuando se establece una conexión con el PAD desde un ETD de usuario. El usuario puede

también alterar estos parámetros una vez iniciada su sesión con el PAD. Cada uno de estos 22 parámetros consta de un número de

referencia y de una serie de valores. Ejemplos de parámetros:

Parámetro 3 = 0 Ordena al PAD que envíe sólo paquetes llenos

Parámetro 3 = 2 Ordena al PAD que envíe el paquete una vez que el terminal entregue un carácter de retorno de carro.

Parámetro 6 = 1 Un terminal de usuario desea recibir las señales de servicio del PAD. Es útil para localizar averías.

Parámetro 7 = 1 Cuando reciba del terminal un carácter de interrupción (break), el PAD enviará un paquete de interrupción al ETD

receptor.

X.28. En este estandar se definen los procedimientos de control de flujo entre el terminal de usuario y el PAD. Una vez recibida una

conexión inicial desde el ETD de usuario, el PAD establece el enlace y proporciona los servicios propios de la norma X.28. El ETD de

usuario entrega al PAD diversos comandos X.28, y el PAD solicita de X.25 una llamada virtual con el ETD remoto. A partir de entonces,

el PAD será responsable de transmitir los paquetes adecuados de solicitud de llamada X.25. Existen los siguientes procedimientos:

Establecimiento de trayectoria.

Inicialización del servicio.

Intercambio de datos.

Intercambio de información de control.

Con X.28, cuando un PAD recibe un comando procedente de un terminal, está obligado a devolver una respuesta. También pueden

definirse dos perfiles para atender al ETD de usuario. Con el perfil transparente, el PAD que atiende el servicio es transparente para

ambos ETD, es decir, que los dos ETD "piensan" que existe una conexión virtual entre ellos. En esta situación, el ETD remoto debe

encargarse de algunas funciones PAD, como es la comprobación de errores. El perfil simple, por el contrario, atiende las solicitudes del

usuario mediante las opciones que proporciona la norma X.3 y las funciones de parámetros.

La versión 1984 de X.3 ofrece al usuario una gran flexibilidad porque le permite ajustar las características adicionales de cada modelo de

terminal. Para ello se emplea el comando PROF PAD. EL comando PROF proporciona a los fabricantes una mayor versatilidad, al

permitirles configurar cada PAD de modo que sirvan de interfaces para otros protocolos, como los controles de enlace BSC y SDLC.

Un ejemplo de comandos y señales de servicio X.28 sería el siguiente: SET 3:0,6:1. Esto significa que asignar el valor 0 al parámetro 3 y el

valor 1 al parámetro 6.

X.29. Este estandar indica al PAD y a la estación remota cómo deben intercambiar funciones de control dentro de una llamada X.25. X.29

permite que el intercambio de información tenga lugar en cualquier momento, ya sea en la fase de transporte

de datos o en cualquier otra

etapa de la llamada virtual.

La secuencia del bit Q gobierna algunas de las funciones de X.29. El bit Q(bit cualificador de datos) lo utiliza el ETD remoto para

distinguir los paquetes de información de usuario(Q=0) y paquetes que contienen información esencial del PAD(Q=1). X.29 resulta

especialmente útil cuando un ordenador central necesita modificar los parámetros de funcionamiento X.3 de los terminales conectados a él.

Para reconfigurar sus estaciones de trabajo, el ordenador central puede enviar un paquete de control X.29 a un PAD, con el bit Q puesto a

1.

En X.29 están definidos siete mensajes de control, llamados mensajes del PAD. En concreto:

Establecer (set): modifica un valor X.3

Leer (read): lee un valor X.3

Establecer y leer: modifica un valor X.3 y pide confirmación del hecho al PAD.

Indicación de parámetros: se devuelve en respuesta a los comandos anteriores.

Invitación a liberar la llamada: permite al ETD remoto liberar la llamada X.25; el PAD por su parte, libera el terminal local.

Indicación de interrupción (break): el PAD indica que el terminal ha transmitido una señal de interrupción(break).

Error: respuesta a un mensaje inválido del PAD.

11.2.PAD: formato de los paquetes y flujo de paquetes

El paquete PAD tiene un formato similar al del paquete X.25 convencional. Necesita una cabecera de tres octetos, seguida de un campo

de control de un octeto y por último los números y valores correspondientes al PAD.

En la figura 11 aparecen, a modo de resumen, los estados y las transiciones de estados que experimentan un ETD de usuario y un PAD. En

este caso se muestra un establecimiento de llamada con posibilidad de transferencia de datos, con el parámetro 6 puesto a 1. Estas son las

funciones que desempeñan los distintos estados:

1. Activo: el ETD y el ETCD intercambian un 1 por la interfaz.

2. Solicitud de servicio: se autoriza al PAD para detectar la velocidad de transmisión de los datos y el código que utiliza el ETD, y para seleccionar el perfil inicial.
3. ETD en espera: el interfaz queda en estado de espera.
4. Preparado para dar servicio: se entra en este estado una vez que el PAD ha transmitido su señal de identificación.
5. PAD en espera: el PAD queda a la espera de señales de control o de datos.
6. Comando del PAD: a este estado se llega desde diferentes estados de espera. Permite transmitir comandos al PAD.
7. Conexión en curso: en este estado se entra cuando el PAD inicia una conexión con la red.
8. Señales de servicio: autoriza todas las señales de servicio de este estado.
9. Transferencia de datos: permite la transferencia de datos a través de la interfaz.
10. En espera de un comando: en este estado se entra cuando el ETD debe recibir a un comando o dato del PAD.

11.3.El nivel de transporte

La cuarta capa del modelo de referencia ISA es el nivel de transporte. Se sitúa justo debajo del nivel de red. Su estructura fue aprobada

por el ISO el 25 de Junio de 1984, y en la actualidad son ya muchos los fabricantes que lo instalan. El desarrollo del nivel de transporte ha

durado varios años. Su importancia radica en las múltiples posibilidades de aprovechamiento de la red X.25 que ofrece al usuario.

El nivel de transporte exige que el usuario especifique a la red una determinada calidad de servicio. Ha de conocer los distintos tipos de

servicio que le ofrecen los niveles inferiores de la red. Una vez recibida la solicitud de calidad de servicio del usuario, el nivel de transporte

selecciona una clase de protocolo para hacer frente a tales exigencias. El nivel de transporte asegura al usuario un nivel de servicio

consistente incluso aunque sean varias las redes disponibles.

La calidad de los servicios de red depende del tipo de red del que dispongan el usuario final y el nivel de transporte. CCITT, ISO, y

ECMA han definido tres clases de redes:

Tipo A. Redes que ofrecen tasas aceptables de error y de señalización de fallos(calidad aceptable).

Tipo B. Redes que proporcionan tasas de error aceptables, pero tasas de señalización de fallos inaceptables(señalización de fallos inaceptables).

Tipo C. Redes cuyas tasas de errores son inaceptables para el usuario(no fiables).

Esta definición de tipos de redes intenta expresar que pueden existir distintas clases de redes, y que el usuario ha de obtener un servicio

consistente sea cual sea la clase de red empleada. El nivel de transporte ofrece además al usuario diversas opciones que le permiten

obtener de la red con un coste mínimo, servicios orientados a cada conexión.

Considerando las distintas clases de redes que pueden existir, el nivel de transporte permite al usuario establecer los siguientes parámetros

de calidad de servicio: caudal efectivo, precisión, fiabilidad, retardo de tránsito, prioridades, protección, multiplexado, control de flujo,

detección de errores y segmentación.

En la definición de un servicio del nivel de transporte se emplean primitivas para especificar cuales son los servicios a los que hay que

acceder a través de los niveles de transporte y de red. Los parámetros asociados a cada una de las primitivas indican las etapas y acciones

que deben emprender los distintos niveles. Durante la fase de establecimiento del enlace en la red, los usuarios finales negociarán con el

nivel de transporte las características de la conexión. Esta negociación se lleva a cabo mediante las primitivas y sus correspondientes

parámetros. Si la red o un usuario final no son capaces de ofrecer las condiciones exigidas, o no consiguen ponerse de acuerdo al respecto,

es posible que la conexión no tenga lugar.

Una vez aceptados los parámetros por ambas partes, una de ellas emprende la transferencia de datos desde el nivel de transporte

atravesando los tres niveles inferiores y el canal físico. En el nodo de destino, los datos atravesarán en orden inverso esos tres niveles y

llegarán al correspondiente nivel de transporte.

El nivel de transporte es el que se encarga de seleccionar el protocolo capaz de proporcionar la calidad de servicio especificada por el

usuario a través de los correspondientes parámetros. Puesto que el nivel de transporte conoce las

características de la red, puede escoger

entre cinco clases de procedimientos de protocolo para atender las necesidades de calidad de servicio especificadas por el usuario:

Clase 0: simple.

Clase 1: con recuperación de errores básicos.

Clase 2: con multiplexación.

Clase 3: con recuperación de errores.

Clase 4: con detección de errores y recuperación.

Los protocolos de clase 0 proporcionan un mecanismo muy sencillo de transporte para el establecimiento de la conexión, adecuado para

las redes de tipo A. Ofrecen un servicio orientado a la conexión, tanto en la fase de enlace con la red como en la fase de liberación. No

ofrecen ningún apoyo a la transferencia de datos del usuario durante el establecimiento de la conexión. Este protocolo es capaz de detectar

y señalar errores de protocolo. Si el nivel de red informa de algún error al nivel de transporte este libera la conexión con su nivel de red, y

el usuario final es informado de tal desconexión.

Los protocolos de clase 1 están asociados con redes como la red de paquetes X.25. Esta clase de protocolo se encarga de segmentar los

datos si es necesario; también se ocupa de retener datos y acusar recibo de los mismos; por último, si aparece algún paquete X.25 de

reinicialización(reset), lleva a cabo la resincronización de la red. Este protocolo es también necesario para efectuar la transferencia

acelerada de datos. Es capaz de responder a solicitudes de desconexión y a errores de protocolo. También es responsable de las

operaciones de resincronización y reasignación cuando tiene lugar un fallo en la red.

Dentro de una solicitud de conexión de clase 1 pueden transmitirse datos de usuario. Además, a cada Unidad de Datos del

Protocolo(PDU) se le asocia una secuencia para facilitar el asentimiento(ACK) y el rechazo de tramas(NACK), y como ayuda la

recuperación de errores. Cada ACK libera la copia que se guarda en el nodo emisor. Los protocolos de clase 1 permiten escoger entre

asentimiento por parte del usuario y por parte de la red. Conviene tener presente que los protocolos de clase 1 solo son capaces de

recuperar aquellos errores que hayan sido señalizados por la red. No emplean temporizadores que permitan retardos o paquetes

desaparecidos.

Los protocolos de clase 2 permiten multiplexar varias conexiones de transporte a través de una misma sesión de red X.25. También se

encargan de controlar el flujo y de evitar congestiones en los nodos ETD. No ofrecen detección ni recuperación de errores. Si se detecta

un paquete X.25 de reinicialización(reset) o de liberación, el protocolo desconecta la sesión e informa de ello al usuario. Los protocolos de

clase 2 están pensado para las redes tipo A de alta fiabilidad. El control de flujo que ofrecen se basa en la conocida idea de ventanas.

Permiten enviar datos de usuario dentro del paquete de solicitud de conexión.

Los protocolos de clase 3 proporcionan todos los servicios de la clase 2 y además son capaces de resolver errores de la red sin necesidad

de informar de ello al usuario. Los datos de usuario se retienen hasta que el nivel de transporte receptor asienta los datos. En esta clase de

protocolo existe un mecanismo de retransmisión de datos muy útil. Cada paquete en tránsito por la red tiene asignado un tiempo de vida

máximo gestionado mediante temporizadores. Todos los datos que exigen una respuesta están sometidos a este cronometraje. Si el plazo

del temporizador expira antes de que haya llegado el asentimiento, puede ordenarse una retransmisión o invocarse otros procedimientos de

recuperación. En este protocolo de clase 3 se supone que la red es de tipo B.

Los protocolos de la clase 4 se emplean cuando la red puede perder o deteriorar los datos. Incuyen varios mecanismos sofisticados de

comprobación de errores, de resolución de pérdidas de secuencia y de recuperación de paquetes perdidos. Es la única clase de transporte

que retransmite los datos una vez expirado el plazo del temporizador y se ocupa de reordenar los datos en el receptor. Es capaz de hacer

frente a un fallo de la red, ya que conserva una copia de los datos hasta que llegue al asentimiento.

12.Comunicación entre niveles

El nivel de transporte envía una solicitud de conexión al nivel de red. Este responde enviando una solicitud de conexión al nivel de enlace el

cual entrega al nivel físico una solicitud de activación. Todas las primitivas solicitan el establecimiento de un enlace para el diálogo entre los

usuarios y a medida que esta solicitud atraviesa los niveles de red y de enlace, entran del estado de conexión al estado pendiente.

La señal atraviesa la red, llega al nodo receptor B, y el nivel físico activa el circuito I de X.21. El nivel físico crea una indicación de

activación física, y el nivel de enlace la convierte en una respuesta de activación física. A continuación, la X.21 del nodo B activa su circuito

C y envía la señal a la red. El nodo A recibe esta señal y activa su circuito I del nivel físico mediante una confirmación de la activación

física.

Es posible establecer un enlace físico sin el concurso de las señales procedentes de los niveles superiores.

Lo primero que se activa es el nivel físico, después el nivel de enlace, a continuación el nivel de red y por último el nivel de transporte. La

lógica de LAPB situada en el nivel de enlace inicia un proceso enviando a la red un comando SABM(establecer modo asíncrono

equilibrado). El nivel físico acepta este comando y lo transporta a través del canal T del nivel físico. Los dos viajan por la red y llegan al

nodo receptor B; atraviesan el nivel físico por el circuito R. El comando SABM se entrega al nivel de enlace del nodo B, el cual asiente

este comando mediante un Asentimiento No Numerado(UA). Esta respuesta recorre en sentido inverso los niveles sucesivos de la red

hasta ser recibidapor el LAPB del nivel de enlace en el nodo A, el cual por su parte, iniciará una señal de confirmación del establecimiento

de enlace.

El procedimiento de arranque del enlace de datos puede formar parte de un procedimiento operacional entre el nodo de usuario y el nodo

de la red. El enlace se establece una vez que el nivel físico es operativo. De ahí en adelante, existirá una vía de comunicaciones disponible

para la transmisión de paquetes y datos de usuario. No es necesario un comando SABM para cada paquete que se deba enviar.

Una vez activados los niveles de enlace entre los dos nodos, la confirmación del establecimiento de enlace

enviada al nivel de paquetes

permite al nivel de paquetes iniciar un paquete de petición de llamada desde la lógica X.25. La petición de llamada se envía con un número

de canal lógico(LCN) de valor 75 en la cabecera del paquete. El paquete se transmite al nivel de enlace LAPB, etapa en la cual el paquete

se coloca en el campo I de la trama LAPB. Los números de secuencia de envío y recepción LAPB se establecen de la siguiente forma: el

número de secuencia de envío toma valor 0 cuando se trata de la primera trama que se envía por el enlace. La trama es transportada a

través de los niveles del nodo A, y recorre la red hasta llegar al nodo receptor B. A continuación, se entrega al nivel de enlace, en el cual

tiene lugar una comprobación de errores.

El paquete se entrega al nivel de red, el cual lo recibe como un paquete de llamada entrante, con un 106 como número de canal lógico. El

nivel de red envía al nivel de transporte una señal de indicación de conexión con la red, y responde con un paquete de aceptación de

llamada generado desde X.25. Este paquete se entrega al nivel de enlace el cual lo coloca dentro de una trama de información. El nivel de

enlace pone a uno el campo de secuencia de recepción para sentir la trama que le ha sido enviada desde A. La trama atraviesa los niveles

físicos de la red y es recibida por el nivel de enlace del nodo A, en el cual se efectúa una comprobación de errores. La verificación indica

que la transmisión ha transcurrido sin problemas. Acto seguido, el paquete se entrega al nivel de red, el cual lo recibe como un paquete de

conexión de llamada según la lógica de X.25.

Ahora todos los niveles se encuentran en estado activo y preparados para aceptar datos. El paquete transmitido desde la red al nodo

A contiene números de secuencia. Estos números se denotan como P(S) y P(R), para distinguirlos de los números de secuencia del nivel de

enlace, denotados como N(S) y N(R). Ambos niveles tienen la capacidad de establecer secuenciamientos, ya que estos son necesarios

para llevar la cuenta de los paquetes intercambiados entre dos niveles gemelos.

El paquete se entrega al LAPB del nivel de enlace. Los números de secuencia LAPB del nodo A están coordinados con los del nodo B.

La trama se envía al nodo B; LAPB comprueba si hay errores y transmite el paquete de datos al nivel de red. De modo similar, el nivel de

red añade los números de secuencia adecuados y transporta los datos hacia el nivel de red del nodo B.

Los números de secuencia del nivel de red solo son significativos para el propio nivel de red, al igual que los números de secuencia del nivel

de enlace solo conciernen al nivel de enlace. Puesto que se puede multiplexar varias sesiones X.25 en un mismo enlace físico, es totalmente

posible que un enlace de datos pueda transportar los canales lógicos (usuarios distintos).

Lo único que hace el enlace de datos LAPB es "depositar" dentro del campo I cada paquete de la sesión lógica que le ha sido asignada, y

solicitar al nodo receptor que compruebe si hay errores y envíe un asentimiento.

Podría presentarse algún problema en el nivel de paquetes y en tal caso ello ha de pasar inadvertido al nivel de enlace.

13. Facilidades X.25 1984

La versión X.25 de 1984 incluye varias facilidades adicionales. De ellas nos ocuparemos a continuación. Algunas de

estas funciones no son obligatorias para poder considerar una red como "compatible X.25", aunque son bastante útiles,

y algunas en concreto pueden calificarse como "esenciales" para una red. Las facilidades se invocan mediante instrucciones concretas dentro del paquete de solicitud de llamada. Se clasifican en:

1. Facilidades internacionales (en la recomendación X.2)
2. Facilidades de ETD especificadas por el CCITT
3. Facilidades ofrecidas por la red pública de datos de origen
4. Facilidades ofrecidas por la red pública de datos de destino.

Notificación de la facilidad en línea. Esta facilidad permite al ETD, en cualquier momento, solicitar facilidades u obtener

los parámetros (valores) de las facilidades, tal y como los entiende el ETCD. Para el diálogo entre el ETD y el ETCD se

emplean los paquetes de notificación que aparecen en la Tabla 2. Estos mismos paquetes indican si puede gestionarse

el valor de la facilidad.

Numeración de paquetes extendida. Esta facilidad proporciona el esquema de numeración de secuencias Módulo 128.

En su ausencia, lo que se emplea es el módulo 7. En 1984 se consideró importante añadir esta facilidad, para hacer

frente a los grandes retardos de propagación que aparecen en la comunicación vía satélite o en los enlaces por radio

con unidades marítimas.

Modificación del bit D. Esta facilidad está pensada para usarse con equipos ETD desarrollados con anterioridad a la

introducción del procedimiento del bit D. Permite trabajar con asentimiento de extremo a extremo.

Retransmisión de paquetes. Un ETD puede solicitar al ETCD la retransmisión de uno o varios paquetes de datos. Para

ello, el ETD especifica, dentro de un paquete de rechazo, el número de canal lógico y un valor de $P(R)$. El ETCD deberá

retransmitir todos los paquetes comprendidos entre el número $P(R)$ y el siguiente que tuviera que enviar por primera vez.

Esta facilidad es similar a la técnica de rechazo no selectivo que utilizaban los protocolos de línea en el segundo nivel del

modelo ISA.

Obstrucción de las llamadas entrantes. Obstrucción de las llamadas salientes. Estas facilidades impiden que el ETCD

presente llamadas entrantes al ETD, o que el ETCD acepte llamadas salientes del ETD.

Canal lógico unidireccional entrante. Canal lógico unidireccional saliente. Estas dos facilidades sólo permiten al canal

lógico aceptar (en el primero caso) o enviar llamadas (en el segundo), pero no ambas cosas. Su función es similar a la

de las facilidades de obstrucción, salvo en que ahora la restricción afecta sólo a canales individuales.

Tamaño de paquetes por omisión no estándar. Permite seleccionar el tamaño de paquetes que la red admitirá por

omisión. Para gestionar el tamaño de los paquetes pueden emplearse paquetes de notificación.

Tamaño de ventanas por omisión no estándar. Permite ampliar el tamaño de las ventanas $P(R)$, $P(S)$ por encima del valor

por defecto, 2, para todas las llamadas.

Asignación de clases de velocidad de transmisión por defecto. Esta facilidad permite seleccionar una de las siguientes

velocidades de transmisión (en bits por segundo): 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 48000. Pueden

gestionarse también otros valores.

Negociación de los parámetros de control de flujo. Esta facilidad permite variar el tamaño de la ventana P(R), P(S) de

una llamada a otra. A veces un ETD sugiere el tamaño de la ventana durante el establecimiento de la llamada. En

algunas redes estos parámetros deben ser los mismos para ambos ETD.

Negociación de la clase de velocidad de transmisión. Permite modificar la velocidad de transmisión de una llamada a

otra.

Grupo cerrado de usuarios (CUG). Conjunto de funciones que permite a los usuarios formar grupos de ETD de acceso

restringido. Esta facilidad proporciona a la red pública un nuevo grado de seguridad y privacidad. Incluye diversas

opciones, como el acceso en un solo sentido, entrante o saliente. Por lo general, la estación que llama especifica el

grupo cerrado de usuarios que desea mediante los campos de facilidad incluidos en el paquete de solicitud de llamada.

Si la estación solicitada no es miembro de ese grupo, la red rechaza la llamada.

Grupo cerrado de usuarios bilateral. Esta facilidad es similar a la anterior, pero permite establecer restricciones de

acceso entre pares de ETD.

Selección rápida. Aceptación rápida de la selección.

Cobro revertido. Aceptación del cobro revertido. Estas facilidades permiten cargar el coste de la llamada al ETD

receptor. Pueden usarse con llamadas virtuales y con selecciones rápidas.

Prevención de cobros locales. Esta facilidad autoriza al ETCD a rechazar las llamadas que tenga que pagar su ETD. Por

ejemplo, un ETD puede no estar autorizado a aceptar cobros revertidos de ningún ETD que llame.

Identificación del usuario de la red. Esta facilidad permite que el ETD que llama entregue a su ETCD la información de

tarificación, seguridad o gestión, llamada por llamada. Si no es válida esta información, la llamada no se cursa.

Información de tarificación. Esta facilidad permite que el ETCD informe a su ETD sobre las condiciones de tarificación

de la sesión de paquetes en curso.

Selección de compañía. Permite que el ETD que llama escoja una o varias compañías telefónicas para gestionar su

sesión de paquetes.

Grupo local. Esta facilidad se encarga de distribuir las llamadas que lleguen entre un grupo preestablecido de interfaces

ETD/ETCD. Esta mejora de la versión 1984 permite a los usuarios seleccionar múltiples puertos de un ordenador o

procesador frontal, o escoger entre varios de estos sistemas dentro de un mismo nodo de usuario. Se trata de una

posibilidad muy útil en aquellas organizaciones equipadas con grandes sistemas informáticos que necesiten flexibilidad

para asignar tareas a los distintos recursos. La idea es similar al selector de puertos que puede verse en muchas instalaciones.

Redireccionamiento de la llamada. Esta facilidad, también fruto de la revisión de 1984, redirige la llamada cuando el

ETD de destino está averiado, comunica, o cuando ha solicitado expresamente que se reoriente la llamada. Permite

orientar las comunicaciones entrantes hacia algún ETD de apoyo, que se encargará de solucionar los posibles problemas y de mantener al usuario final aislado de los fallos. El redireccionamiento de llamadas permite también

redirigir la llamada a distintas zonas de un país o continente por cuestiones relacionadas con los husos horarios.

Notificación del cambio en la dirección de la llamada. En caso de que se haya producido la redirección de la llamada,

esta facilidad explica al ETD que llama por qué la dirección de destino de la llamada conectada o del paquete indicador

de liberación es distinta de la dirección del paquete de petición de llamada del ETD.

Notificación de redireccionamiento de llamada. Cuando se produce un redireccionamiento de llamada, esta facilidad

informa del hecho al ETD alternativo, indicándole además por qué ha cambiado la dirección del ETD original.

Indicación y selección del retardo de tránsito. Esta última facilidad permite al ETD seleccionar un determinado tiempo de

tránsito por la red de paquetes. Esta función puede ser de gran utilidad para el usuario final, pues le confiere un cierto

control sobre la velocidad de respuesta de la red.

14.Conclusión

La norma X.25 y sus estándares asociados se están utilizando actualmente de forma extensiva. Casi todos los países de Europa y el lejano

Oriente poseen una red pública de paquetes. Por ejemplo, TRANSPAC fue la primera red europea que utilizó X.25. Actualmente dispone

de 22 centros de conmutación, con unos 13000 abonados directos y por llamada.

Aunque los fabricantes, compañías telefónicas y Ministerios de Correos y Telecomunicaciones puedan estar empleando las mismas

recomendaciones para diseñar sus sistemas, lo cierto es que tales sistemas no son necesariamente compatibles entre sí.

GLOSARIO

DCE: Equipo terminal de circuito de datos. Es el equipo que gestiona el operador.

DTE: Equipo terminal de datos. Es el equipo que gestiona el usuario de X.25.

DTE-DCE: Con la definición clara de esta interfaz se logra, separar lo que es responsabilidad del operador y lo que incumbe al

cliente. De este modo, todo operador sabe que es lo que deben cumplir sus equipos en el acceso a los clientes, como deben ser sus

"enchufes". El cliente eligirá un equipo DTE, el cual debe cumplir también sus especificaciones, de modo que la conexión a X.25 sea

tan fácil como "enchufar" dos cables. Los fabricantes de los equipos saben a qué atenerse y propondrán diferentes soluciones con

una interfaz final única.

CONEXION: Una conexión es la asociación de dos SAP's (Service Access Point) del mismo nivel, que

permite intercambiar datos.

LLAMADA: X.25 es un protocolo orientado a conexión en el que, un usuario desde un DTE, comunica a su DCE que quiere

comunicarse con un DTE remoto. Para ello el DCE local envía un paquete petición de llamada, que llegará al DCE remoto el cual

indicará al DTE remoto la solicitud de la llamada, mediante el correspondiente paquete de llamada entrante.

FRAGMENTACIÓN EN X.25: El mecanismo es muy sencillo. El bit M de los paquetes de datos indica, si $M=1$, que la SDU

(Service Data Unit) aún no ha sido completada, y que los sucesivos paquetes de datos que lleguen pertenecerán a la misma SDU,

hasta que la llegada de un paquete de datos con $M=0$ marca el final de la SDU. La fragmentación que se observe a la entrada del

DCE local, nada tiene que ver con la que se observe a la salida del DCE remoto. Esto depende de la MTU de las redes que

atraviese el paquete.

CONTROL DE FLUJO: Se logra mediante la utilización en los paquetes de datos de números de secuencia. Los números de

secuencias fijarán un tamaño de ventana. Si la ventana se llena, habrá que esperar antes de poder transmitir más, a que llegue

algún asentimiento. El receptor mandará los asentimientos, en el momento que ya tenga recursos para seguir recibiendo más

paquetes. Para dotar de mayor flexibilidad al mecanismo se permiten dos longitudes de números de secuencia diferentes, para que el

tamaño de la ventana se pueda elegir libremente. Un mayor tamaño de ventana implica un mayor coste de la línea, ya que se utilizan

más recursos de la red.

LONGITUD DE LOS DATOS: El protocolo X.25 obliga a que todos los proveedores ofrezcan como mínimo 128 bytes de datos,

es decir, que el campo de datos del paquete de datos puede llegar a ocupar 128 bytes. Pero la norma también permite longitudes

del campo de datos de 16,32,64,128,256,512,1024,2048 y 4096 bytes. En Iberpac, por defecto, la longitud del campo de datos es de

128 bytes.

REINICIO (Reset): El reinicio es una situación en la que se ha producido un error, que obliga a la conexión afectada a ser reiniciada.

Solo afecta a la conexión del error. Ojo a la nomenclatura: en "inglés" este caso es reset, y el de error más grave, rearranque, es

restart, que cualquiera traduciría como reinicio.

REARRANQUE(Restart): Ocurre ante errores graves y que han producido la pérdida del estado del equipo. Provoca el reinicio de

todos los circuitos permanentes y la desconexión de los conmutados.

DATOS FUERA DE BANDA: Son paquetes que se envían fuera de secuencia, y de los que no se asegura que lleguen en orden.

Son una especie de conexión especial, por la que se pueden transmitir, por ejemplo, datos urgentes. Estos paquetes se saltan la cola

normal de paquetes en espera de transmisión, y dotan a las comunicaciones de mayor flexibilidad.

INTERRUPCIÓN: Son paquetes acelerados, con control de flujo. Hasta que no se asiente uno, no se puede mandar el siguiente.

MULTIENLACE EN X.25: El multienlace consiste en dividir una conexión de un nivel superior en varias, en algún nivel inferior de

la arquitectura del protocolo. En cierto modo, es lo complementario a la multiplexación. En X.25 se puede lograr, o bien con un

multiplexor hardware síncrono, solución muy costosa, poco eficiente pero eficaz, o bien introduciendo un nuevo nivel entre el de

PLP y el LAP-B, llamado "Protocolo de microenlace", una solución modular y más flexible y económica.

BIBLIOGRAFIA

"Redes de ordenadores . Protocolos, normas e interfaces" . Ed ra-ma . Autor: Uyles Black. " Redes de telecomunicaciones . Protocolo, modelado y análisis" . Addison-Wesley Iberoamericana . Autor: Mischa Schwartz.