



CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS

VIRIATO, 52	28010 MADRID	914 44 49 20
PONZANO, 15	28010 MADRID	914 44 49 20
G. DE GRÀCIA, 171	08012 BARCELONA	934 15 09 88
ALBORAYA, 23	46010 VALENCIA	963 61 41 99

www.cef.es

info@cef.es

Índice Tema 7

1. Conmutación. Conmutación de circuitos y paquetes. X25, Frame Relay.
2. ATM.
3. Integración voz-datos sobre FR, IP, ATM.
4. Protocolos de encaminamiento.



CENTRO DE ESTUDIOS FINANCIEROS

VIRIATO, 52	28010 MADRID	914 44 49 20
PONZANO, 15	28010 MADRID	914 44 49 20
G. DE GRÀCIA, 171	08012 BARCELONA	934 15 09 88
ALBORAYA, 23	46010 VALENCIA	963 61 41 99

www.cef.es

info@cef.es

TEMA 7

Conmutación. Conmutación de circuitos y paquetes. X25, Frame Relay, ATM. Integración voz-datos sobre FR, IP, ATM. Protocolos de encaminamiento.

1. CONMUTACIÓN. CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS Y PAQUETES. X25, FRAME RELAY.

Por transmisión de datos se entiende el movimiento de información que ha sido o va a ser procesada, codificada generalmente en forma binaria, sobre algún sistema de transmisión eléctrica. Las técnicas y medios empleados para llevar a cabo esta transmisión varían en función de la distancia, existiendo una clara frontera cuando dicha distancia supera los límites de un edificio o de un campus, debiéndose recurrir a medios de telecomunicación públicos o privados.

La elección entre utilizar una red pública o proceder a la implantación de una red privada depende de muchos factores, debiéndose considerar también la alternativa de construir una red privada mediante la utilización de medios públicos (red privada virtual). Los principales puntos fuertes y débiles de ambas alternativas son:

- Red privada.
 - Puntos fuertes: diseño a medida, capacidad total de explotación; gastos fijos independientes del tráfico.
 - Puntos débiles: coste elevado por mantenimiento de equipos, operación y explotación de red, el envejecimiento de equipos produce una desactivación de la red, la evolución garantizada.
- Red pública.
 - Puntos fuertes: economía de escala, baja repercusión de gastos por gestión y mantenimiento, evolución tecnológica garantizada.
 - Puntos débiles: diseño de red no personalizado, sin control ni supervisión de red.

Como ya se ha indicado anteriormente, las redes privadas virtuales constituyen una alternativa a la elección entre las opciones anteriores puesto que mediante la asignación de recursos de la red pública consiguen ofrecer la funcionalidad de una red privada y proporcionan unas herramientas de gestión que permiten conocer el grado de utilización, los incidentes y los problemas en el funcionamiento de la red. Entre sus puntos fuertes se pueden incluir: diseño a medida, capacidad de control y supervisión de la red, tarifa plana según las velocidades de conexión y el tipo de facilidades contratadas, economía de escala; baja repercusión de gastos por gestión y mantenimiento, evolución tecnológica garantizada.

Con la finalidad de disponer de una nomenclatura que permita avanzar por los distintos tipos de redes que se comentarán sin ambigüedades de lenguaje, se citan a continuación los elementos que constituyen un sistema de transmisión de datos entre dos puntos A y B:

- ETD: Equipo Terminal de Datos.

Cumple dos funciones básicas: ser fuente o destino final de los datos y controlar la comunicación. Este concepto engloba tanto los terminales no inteligentes como los ordenadores personales o el más complejo ordenador.

- ETCD: Equipo de Terminación del Circuito de Datos.

Su misión consiste en transformar las señales portadoras de la información transmitida utilizadas por los ETD en otras que, conteniendo aquella misma información más alguna adicional de uso exclusivo entre ambos ETCD, sean susceptibles de ser enviadas hasta el ETD distante, mediante los medios de telecomunicación clásicos.

- LÍNEA.

Conjunto de medios de transmisión que unen los dos ETCD, cuya constitución dependerá de la distancia, velocidad, etc., y que deben cumplir unas determinadas especificaciones.

- ED: Enlace de Datos. Unión entre la fuente y el colector de datos, formado por los controladores de comunicaciones. ETCD's y línea.
- CD: Circuito de Datos. Conjunto formado por los ETCD's y la LÍNEA, cuya misión será entregar en el interfase con el ETD colector o destino las señales bajo la misma forma y con idéntica información que los recibió en el interfase con el ETD fuente.

Básicamente las redes de comunicación de datos pueden clasificarse en dos tipos distintos según la técnica de conmutación que empleen:

- Conmutación de circuitos. Se basa en la asignación de circuitos dedicados de forma permanente a la comunicación de que se trate. Como características presentan una multiplexación rígida, que no aprovecha el tiempo muerto resultante de los silencios de la señal a transmitir y una asignación fija de los recursos.
- Conmutación de paquetes. Se basa en la utilización compartida de los medios de transmisión. Como características presenta una multiplexación estadística, que puede simultanear en la misma línea comunicaciones de distintos usuarios y una asignación de recurso por utilización y además, compartida. En las redes de comunicación de datos que utilizan la conmutación de paquetes se pueden distinguir las siguientes fases en la comunicación:

1. El ETD transmite a través del ETCD, el paquete de datos hacia la línea y la red.
2. La red procesa el paquete recibido y lo almacena en memoria hasta su transmisión hasta el siguiente nodo de la red (almacenamiento y reenvío).
3. El último nodo de la red transmite el paquete por la línea hacia el ETD de destino.

A) El protocolo X.25.

En 1971 Telefónica de España, S.A. (entonces CTNE) puso en servicio la primera red pública de conmutación de paquetes del mundo. Dado que en aquel momento no existía ningún estándar internacional para este tipo de comunicaciones, se desarrolló un protocolo orientado especialmente a cubrir las necesidades del principal cliente: el sector bancario. Esta red se denominó originalmente RETD (Red Especial de Transmisión de Datos).

Posteriormente, en 1976 el entonces CCITT elaboró un protocolo para redes de comunicación de datos basado en la conmutación de paquetes al que denominó X.25 a partir del cual, Telefónica desarrolló su nueva red de datos que entró en servicio hacia 1978 bajo el nombre de red Iberpac.

Los servicios de comunicaciones de datos basados en el protocolo X.25 proporcionan los medios necesarios para el intercambio de información entre ETDs que accedan a dicho servicio bien sea por medio de un enlace directo X.25 o a través de la red telefónica conmutada, mediante las interfaces correspondientes a cada caso. También se facilita la interconexión con redes X.25 de otros países a través de los procedimientos establecidos en la recomendación X.75.

Así pues, el protocolo X.25 es una recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-T, antes CCIT) que define las conexiones de terminales y ordenadores a las redes de conmutación de paquetes. Permite multiplexar las señales de múltiples usuarios a través de una única interfase X.25 en la red de conmutación de paquetes y distribuir las a diferentes lugares remotos. La norma define los niveles 1, 2 y 3 del modelo OSI:

a) Nivel físico.

Interfaz X.21 define la interfase física/eléctrica desde el DTE al nodo de unión de la red de conmutación de paquetes X.25.

Existen dos posibilidades:

- X.21: se utiliza para el acceso a redes de conmutación digital.
- X.21bis: se emplea para el acceso a través de un enlace analógico tipo V.24.

b) Nivel de enlace.

Define las transmisiones de datos como una secuencia de tramas. Se utiliza el protocolo LAP-B (Link Access Procedure – Balanced) que forma parte del protocolo orientado a bit HDLC (High-Level Data Link Control). Proporciona la estructura de trama, mecanismos de control de errores y flujo para sesiones en modo asíncrono balanceado.

c) Nivel de red.

Define los circuitos virtuales a través de la red de paquetes. Un circuito virtual establece un canal lógico de comunicaciones, temporal o permanente entre dos puntos extremos a través de la red de paquetes, garantizando que los paquetes lleguen a su destino en orden aunque hayan seguido caminos físicos distintos (a través de nodos de la red diferentes).

El intercambio de paquetes entre el ETD y el ETCD se realiza a través de un canal lógico, de forma que entre ellos pueden existir varios canales lógicos con la posibilidad de ser utilizados independientemente unos de otros. El número de canales lógicos de cada enlace se solicita al contratar el servicio X.25 con el operador de conmutación de datos de que se trate.

El intercambio de información se inicia con el establecimiento de un circuito virtual entre los dos ETD que intervienen en la comunicación, lo cual implica la utilización de dos canales lógicos, uno por el que accede a la red el ETD de origen y otro por el que recibe la información el ETD de destino.

• CIRCUITOS VIRTUALES CONMUTADOS Y PERMANENTES.

Como ya se ha indicado anteriormente, un circuito virtual establece un canal lógico de comunicaciones, temporal o permanente, entre dos puntos extremos a través de la red de paquetes, garantizando que los paquetes lleguen a su destino en orden aunque hayan seguido caminos físicos distintos (a través de nodos de la red diferentes). Se podría definir como la conexión lógica bidireccional establecida por la red entre dos usuarios conectados a ella. Las principales características de esta conexión son:

- Conserva el orden de secuencia de los paquetes enviados, aunque hayan seguido trayectorias distintas a través de la red para llegar a su destino.
- Controla el flujo de extremo a extremo, estableciendo mecanismos para contener la aceptación de paquetes adicionales hasta que no se pueda asegurar que pueden progresar hasta sus destinos correspondientes.
- Permite la multiplexación estadística mediante la comparación de una misma línea física por parte de varios circuitos virtuales (tanto conmutados como permanentes), aprovechando los silencios de la comunicación propios de las transmisiones de datos.

Dependiendo del grado de permanencia que vayan a tener las comunicaciones entre dos usuarios de la red y de la incidencia que pueda tener el tiempo necesario para el establecimiento del circuito virtual, se pueden distinguir los siguientes tipos de circuitos virtuales:

- Circuitos Virtuales Permanentes (CVP), una vez iniciada la conexión lógica entre dos usuarios se mantiene indefinidamente sin posibilidad de concluirla por diálogo entre usuario y red.
- Circuitos Virtuales Conmutados (CVC), las conexiones lógicas entre los usuarios pueden establecerse temporalmente de forma que a lo largo de una sesión de comunicaciones, pueden establecerse y cancelarse a través del diálogo usuario-red conexiones con varios usuarios a través de distintos circuitos virtuales que comparten el mismo circuito físico.

• **FORMATO Y TIPOS DE TRAMAS Y PAQUETES DEL PROTOCOLO X.25.**

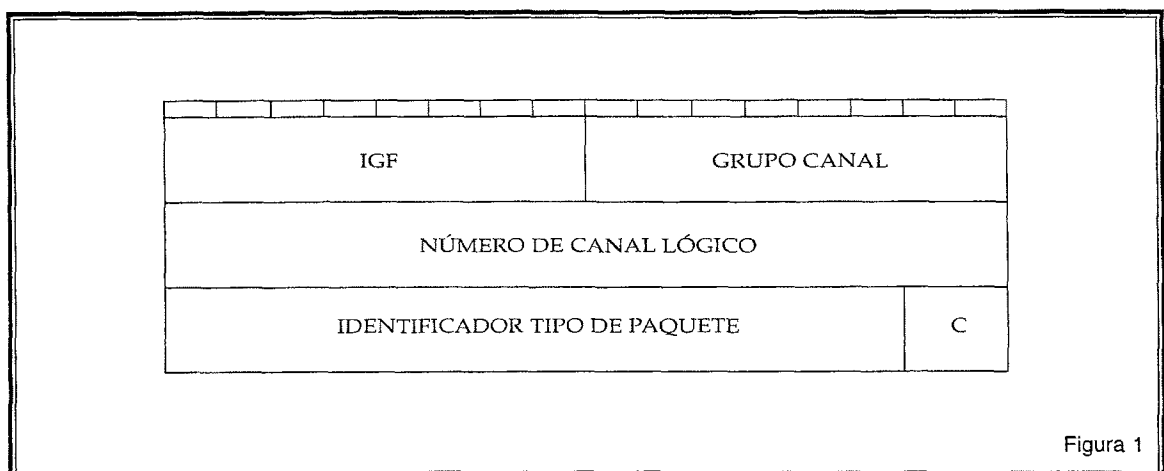
En el nivel de enlace de datos de X.25, se utiliza una versión del protocolo orientado a bit HDLC denominado LAP-B (procedimiento equilibrado de acceso al enlace), cuya estructura de trama contiene los siguientes campos:

- Campos inicial y final: la trama está delimitada por una secuencia de indicación o flag compuesta por el octeto 01111110.
- Campo de dirección: se usa en las líneas con múltiples terminales para identificar uno de ellos.
- Campo de control: se utiliza para números de secuencia, acuses de recibo y otros propósitos (por ejemplo el bit P/F se usa, entre otras cosas, por la estación emisora para sondear, mediante polling, el estado de la receptora).
- Campo de datos: contiene la información a transmitir.
- Campo de checksum: es una variación del código de redundancia cíclica.

Hay tres tipos de tramas: de información, de supervisión y no numeradas.

Por lo que respecta al nivel de red, la información se envía en forma de paquetes que tienen un formato distinto para cada tipo de paquete de que se trate. No obstante, todos los paquetes tienen el mismo formato de cabecera (3 primeros octetos):

- IGF: Identificador general de formato (4 bits más significativos del primer octeto). Indica el módulo de numeración escogido para secuenciar los paquetes de datos.
- Número de grupo de canal lógico (4 bits menos significativos del primer octeto).
- Número de canal lógico (segundo octeto). Junto con el anterior forman el número de canal lógico, identificando la comunicación virtual a la que pertenece el paquete.
- Identificador del tipo de paquete (tercer octeto). Indica el propósito específico del paquete.
- Control (C): 1 para los paquetes de control y 0 para los de datos.



La recomendación X.25 define los distintos tipos de paquetes posibles, de los cuales los más destacables son:

- Paquete de Establecimiento y Liberación de la comunicación. Se usan para establecer o liberar una comunicación entre dos usuarios.
- Paquetes de Datos. Se utilizan para intercambiar información entre los niveles superiores de los ETDS.
- Paquete de Control de Flujo.
- Paquete de Preparado Para Recibir (RR), se utiliza para confirmar la recepción de paquetes de datos y para indicar que se pueden recibir más.
- Paquete de No Preparado Para Recibir (RNR), se utiliza para indicar que no se pueden recibir más datos por ese circuito virtual.
- Paquete de Reiniciación. Se usan para producir una reiniciación en un circuito virtual, lo cual implica poner todos los contadores a cero.
- Paquete de Rearranque. Se utilizan para pedir una liberación de todos los circuitos virtuales conmutados y para reiniciar todos los permanentes asociados a una interfaz concreta.

• FACILIDADES X.25.

Se trata de prestaciones especiales que se pueden solicitar al contratar el servicio o que se pueden solicitar al establecer cada llamada virtual. Las principales son:

- Numeración de paquetes.
- Retransmisión de paquetes.
- Negociación de control de flujo.
- Prohibición de llamadas entrantes.
- Prohibición de llamadas salientes.
- Grupo cerrado de usuarios.
- Cobro revertido.
- Identificación de usuario en red, etc.

B) Frame Relay.

Frame Relay es una técnica de conmutación de paquetes (tramas) que requiere menos proceso que X.25, lo que se traduce en velocidades de acceso mayores y un coste de implementación menor. Se describe en las recomendaciones UIT-T.430/31 y Q.922, que añaden funciones de relay (repetición) y routing (encaminamiento) al nivel de enlace del modelo de referencia OSI.

El objetivo de diseño fue conseguir un servicio multiplexado que transportara tramas, minimizando los tiempos muertos y el overhead (sobrecarga) normalmente asociados a X.25, para lo cual se eliminaron funcionalidades del tipo control de errores, de flujo, etc. Frame Relay nació en el seno de los comités encargados de la formulación de la RDSI con el objetivo de sacar el mayor provecho posible de los accesos primarios (2 Mbps) para servicios portadores de paquetes. Actualmente la especificación permite alcanzar hasta 45 Mbps.

A diferencia de su predecesor X.25, Frame Relay no incluye corrección de errores cada vez que se envía un paquete de un nodo al siguiente; el control de errores se realiza solamente entre el equipo terminal del usuario y el nodo de conmutación. Con esta técnica, la detección de posibles errores reside en las aplicaciones que se ejecutan en los equipos terminales.

Frame Relay es una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales que opera en la capa 2 del modelo OSI y que puede utilizarse como protocolo de transporte y como protocolo de acceso a redes públicas o privadas para la prestación de servicios de comunicaciones.

El estándar Frame Relay se basa en tres principios básicos:

- Protocolo desarrollado en base al uso de líneas digitales.
- Existe menos carga de la red al asegurar que los datos se transportan de una forma fiable. De forma que se desechan datos erróneos a la espera que los protocolos superiores transportados sobre FR proporcionarán la detección de errores.
- Existe una gestión limitada dentro de la red. Frame Relay supone que existe una cantidad ilimitada de ancho de banda disponible. Si se produce una congestión, el protocolo desecha los datos e incluye mecanismos para «notificar explícitamente» al usuario final la presencia de congestión, y confía en que reaccionará antes estas notificaciones explícitas.

Como ya se ha indicado anteriormente, Frame Relay es una técnica que comparte con X.25 determinados aspectos pero que también presenta las siguientes diferencias:

- X.25 es un estándar que debido a su complejidad, supone un overhead o exceso de proceso grande. Como consecuencia de ello el rango de velocidades de acceso habituales en X.25 cubre desde 1.2 Kbps hasta 64 Kbps. De hecho, la limitación no viene impuesta por los equipos de acceso, sino por la capacidad de procesamiento de los equipos intermedios de la red (nodos). Disponer de nodos que pudieran efectuar el complejo proceso de cada paquete exigiría unas inversiones muy costosas por parte del operador de la red.

Es evidente que las velocidades habitualmente ofrecidas por X.25 no son suficientes para satisfacer los requerimientos de interconexión de las redes de área local, ni las exigencias que plantean los actuales servicios de acceso a información.

- Frame Relay y X.25 se diferencian también en la separación que hace la primera de las arquitecturas de protocolos para los datos de usuario y los de control, lo cual permite superar determinados problemas que se producían en X.25 en situaciones de congestión de red por el hecho de que compartieran los mismos medios tanto los procedimientos de control como los datos de usuario.

- Por último, señalar como diferencia a favor de Frame Relay que, bajo ciertas condiciones, el operador de red puede ofrecer garantías sobre el caudal mínimo que puede soportar una determinada conexión, por lo que, es factible hacer previsiones sobre el retardo de transmisión y el flujo efectivo.

Frame Relay se caracteriza por ofrecer un servicio orientado a conexión, no fiable y con garantías de caudal mínimo.

Por servicio «no fiable» debe entenderse que la red no se responsabiliza de corregir los errores que puedan existir en las tramas, ni tan siquiera de advertir sobre ellos. Los nodos de la red se limitan simplemente a eliminar o descartar las tramas que presenten errores. Dada la calidad y fiabilidad de transmisión de las actuales redes digitales, la probabilidad de que ocurran los errores citados es muy pequeña y, en consecuencia, resulta más conveniente desde el punto de vista de la eficiencia de la transmisión admitir el retardo adicional introducido por la eventual y poco probable retransmisión de las tramas descartadas que someter a cada trama a sofisticados y complejos mecanismos de detección y subsanación de errores (que consumen más tiempo y recursos de proceso).

De forma similar a X.25, Frame Relay también utiliza el concepto de circuito virtual. Se pueden distinguir:

a) Circuitos Virtuales Permanentes (PVC).

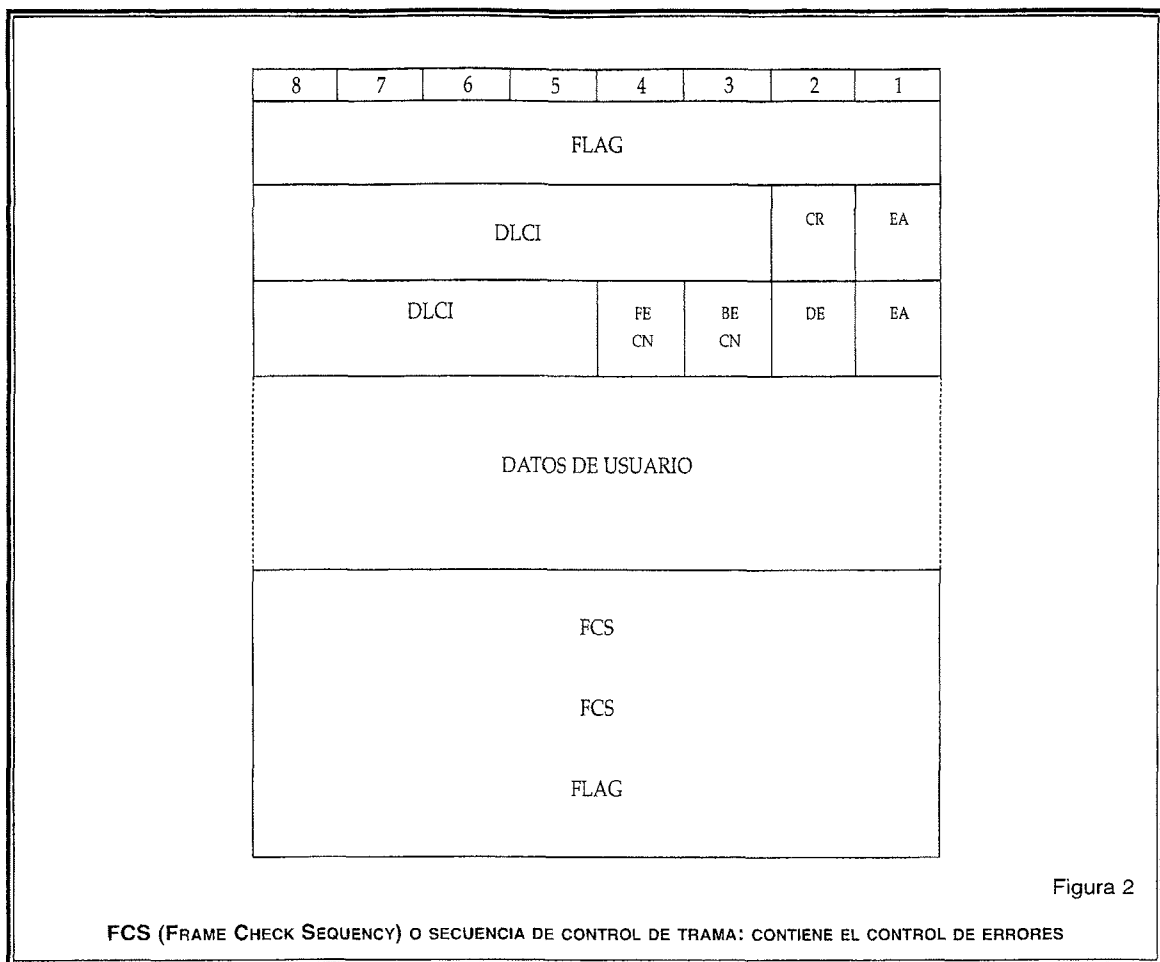
Responden a la filosofía de establecer un circuito o conexión estable que no puede alterarse durante todo el tiempo de la comunicación. Están definidos tanto en el estándar de la UIT-T como en el estándar de facto adoptado por la industria.

b) Circuitos Virtuales Conmutados (CVC).

Permiten establecer destinos distintos para la conexión. Sólo han sido definidos en el estándar propuesto por la UIT-T, pero no en el estándar de facto adoptado por la industria. Habitualmente, los operadores de redes frame relay únicamente ofrecen el servicio de circuitos virtuales permanentes.

- Formato de las tramas en Frame Relay:

- Flag: Tiene el mismo formato que en el protocolo LAP-B de X.25 (01111110) y también se utiliza para separar tramas.
- Control. Cada uno de los bits tiene un determinado significado: Extended Address (EA: indica la presencia de más de dos octetos en este campo), comando/respuesta (CR: no utilizado), Discard Eligibility (DE: indica que la trama puede ser descartada en caso de congestión), notificaciones de congestión bien en el mismo sentido de la transmisión o en el contrario (FECN, BECN), identificador de la conexión de enlace de datos (DLCI: 10 bits que permiten identificar hasta 1024 circuitos virtuales).
- Datos de Usuario: la longitud máxima del campo de datos no está definida en el estándar de facto, aunque normalmente los operadores de redes frame relay emplean tramas de 1600 bytes.



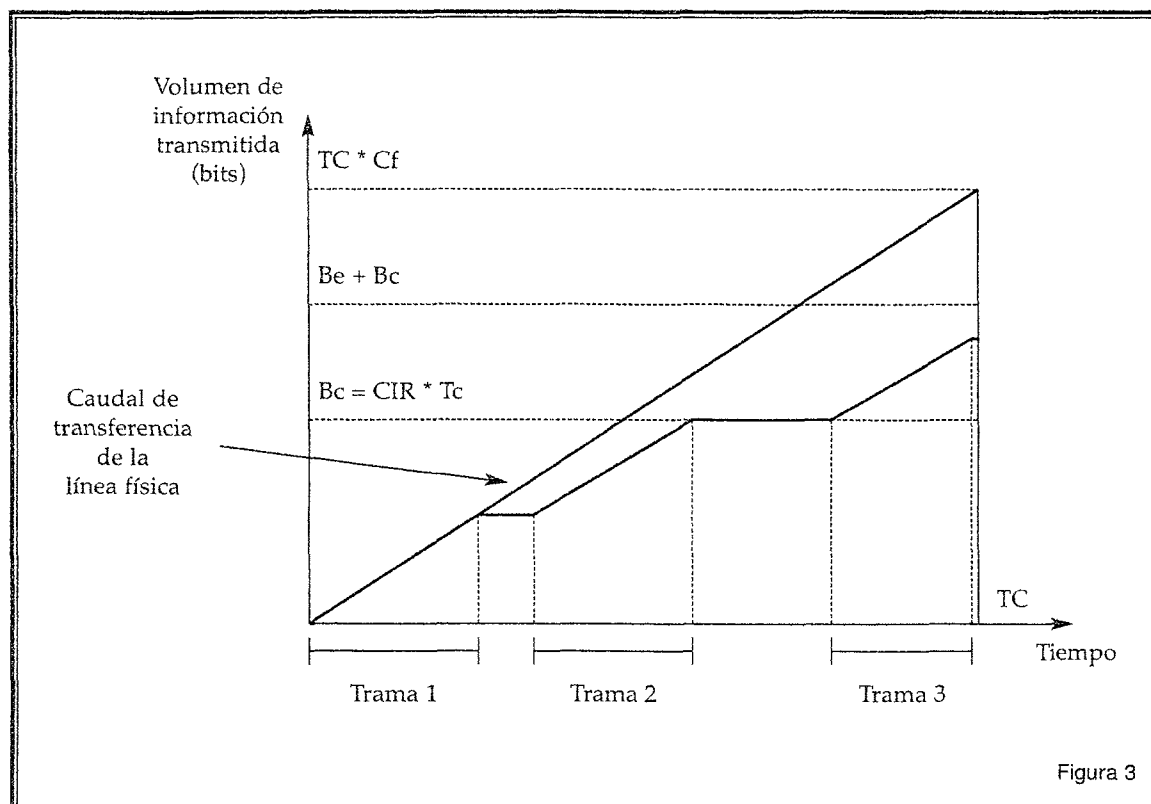
• **CONTROL DE CONGESTIÓN Y CAUDAL MÍNIMO GARANTIZADO.**

Frame relay permite la contratación de además del caudal físico (C1) de la línea, una calidad de servicio determinada para cada conexión. Para ello, dicha calidad se define mediante los siguientes parámetros medibles:

- Committed information rate. (CIR) (Tasa de información comprometida).
- Caudal medio garantizado que la red se compromete a dar en una conexión.
- Committed burst size (Bc). (Volumen de información comprometida). Es la máxima cantidad de datos (bits) que la red se compromete a emitir durante un intervalo de tiempo definido (Tc). $Bc = CIR * Tc$.
- Excess burst size (Be). (Volumen de información en exceso). La máxima cantidad permitida de datos que pueden exceder Bc durante el intervalo de tiempo Tc. La distribución de estos datos (Be) no está garantizada. Aquellos datos que superen Bc + Be se descartan incondicionalmente.
- Committed rate measurement interval (Tc). Intervalo de tiempo durante el cual al usuario sólo se le permite transmitir Bc + Be.

En la interfaz usuario-red se controla, para cada circuito virtual, que los usuarios se ajusten a los parámetros B_c , y B_e que han negociado. Si la red está bien diseñada no debe perder datos que no superen el tráfico comprometido.

Existe un bit en la trama (bit DE) que es activado por la red en tramas que superen B_e (es decir aquellas que pertenecen a B_e) para indicar que esas tramas deberían ser descartadas en preferencia a otras si es necesario. Un usuario también puede marcar este bit para indicar la importancia relativa de una trama respecto a otras. En la figura siguiente se puede entender más claramente el significado de los parámetros antes mencionados.



Se puede observar que el volumen de información (bits) generado por las tramas 1 y 2 se encuentra por debajo del máximo garantizado B_e y por tanto se garantiza que estas dos tramas serán cursadas por la red sin ningún problema. Con la trama 3, sin embargo, se excede el límite B_e pero sin llegar a la cantidad $B_e + B_c$. La red marca esta trama poniendo su bit DE a «1» lo que indica que si hay que descartar tramas por congestión esta trama se descartará en preferencia al resto.

Si se diera el caso de transmitir durante todo T_c de forma que con una cuarta trama se sobrepasara $B_e + B_c$, esta trama sería incondicionalmente descartada en el nodo que está conectado al sistema que la ha enviado.

Ante esta posibilidad de contratar la calidad de servicio para cada conexión, surgen una serie de aspectos relacionados con la selección de la opción más conveniente:

Al usuario le resulta atractivo que T_c sea muy grande porque B_c también lo será y aunque en media se deba mantener la velocidad CIR, está capacitado para enviar ráfagas de datos mayores, pues el límite de datos máximo (B_c) ha aumentado.

Para el operador es conveniente que T_c baje. Con T_c grande si todos los usuarios deciden mandar simultáneamente ráfagas de tráfico de longitud máxima B_c podría encontrar problemas para cursar todo el tráfico por la red.

Generalmente cuando se envía una trama se desconoce el estado de la red. Tramas por encima de B_c son susceptibles de ser descartadas cuando la congestión de la red aumenta en las rutas que atraviesan dichas tramas. Por ello la red notifica este aumento de la probabilidad de descarte de tramas mediante los bits FECN y BECN. Se requiere que los terminales actúen de forma coherente y reduzcan el tráfico enviado a la red porque de lo contrario las tramas de usuario que superen B_c están en peligro de ser descartadas en nodos de red congestionados.

Hay que señalar que la congestión es unidireccional, pues puede haber caminos distintos para los dos sentidos de la transmisión y mientras uno puede estar sufriendo problemas de tráfico, el otro puede no tenerlos. Los bits FECN y BECN notifican congestión a los dos extremos de una conexión de la siguiente forma: A una trama que atraviesa una zona congestionada se le pone su bit FECN a «1». La red identifica las tramas de esa conexión que circulan en sentido contrario y en ellas marca el bit BECN también a «1».

• CONCLUSIONES SOBRE FRAME RELAY.

Frame Relay no es un protocolo especialmente diseñado para soportar tráfico multimedia, audio y vídeo en tiempo real. No hay garantías sobre el retardo de tránsito, pero en la práctica las redes suelen estar bien dimensionadas y el retardo de tránsito es pequeño y no varía apreciablemente. Además la disponibilidad de estas redes es muy alta, y por todo ello muchas compañías usan redes FR para cursar este tipo de tráfico. En general se considera que son suficientemente buenas para cursar tráfico telefónico, en el que lo más importante (más que la probabilidad de error) es tener una elevada disponibilidad.

2. ATM.

Se define como Red ATM (Modo de Transferencia Síncrono) el servicio de transferencia de datos multimedia mediante conmutación estadística de tramas según describen las recomendaciones de la UIT-T I.121.

El servicio Red ATM fue concebido como el servicio de transporte de la RDSI-BA (Banda Ancha), con capacidad de transferencia de información de 155,52 Mb/s y 622,08 Mb/s idóneo para la transmisión de información multimedia, soportando incluso servicios de Televisión de Alta Definición.

ATM se soporta sobre tecnologías de multiplexación estadística y está caracterizado por la conmutación de tramas de tamaño constante a alta velocidad y comunicaciones orientadas a la conexión. Se distingue de Frame Relay principalmente en que el tamaño de trama no es variable.

El ancho de banda de transferencia es flexible hasta el total del ancho de banda de conexión, en base a la capacidad de generación de tramas de los equipos de acceso a la red.

La transmisión por la red ATM debe ser simple para minimizar la latencia de la red y suficientemente sofisticada para conmutar por un mismo enlace gran cantidad de aplicaciones. La reducción del tiempo de conmutación en la red se obtiene mediante la conmutación hardware.

Se pueden definir en ATM los siguientes tipos de circuitos:

- Circuito Virtual Permanente (CVP) donde cualquier información transferida a la red será enviada a un específico y predefinido punto de red.
- Circuito Virtual Conmutado (CVC) se establece una comunicación con destinos no predefinidos.

Los precios del servicio red ATM constan de una cuota inicial, que se paga al contratar el servicio, y de una cuota mensual, ambas en función del ancho de banda contratado y de la distancia del edificio del cliente al punto de presencia de red más próximo. Éste es un servicio de tarifa plana, es decir, la cuota mensual es independiente del uso.

ATM ofrece un escenario adecuado a la constitución de Redes de Privadas Virtuales para el transporte de servicios multimedia y la prestación de servicios de telefonía en GCU. Para el establecimiento o explotación de redes públicas ATM será necesario disponer de una licencia individual siendo de aplicación las obligaciones descritas en los artículos 11 y 16 de la Ley General de Telecomunicaciones.

3. INTEGRACIÓN VOZ-DATOS SOBRE FR, IP, ATM.

Se define el servicio de Integración de Voz y Datos como un servicio de valor añadido por el cual se posibilita la conectividad de escenarios de telecomunicaciones remotos para la transmisión de voz y datos sobre las mismas líneas, haciendo uso de las infraestructuras de las redes de los operadores de comunicaciones.

El servicio aplica la funcionalidad del servicio de telefonía en GCU y la de interconexión de redes de área local en un mismo entorno de red privada virtual de forma que el usuario accede a las prestaciones proporcionadas habitualmente por redes de telecomunicación privadas, utilizando, como sistema soporte, total o parcialmente, recursos de la red pública. Así se combinan la disponibilidad de las redes públicas y la funcionalidad de las redes privadas.

El servicio de Integración de Voz y Datos podrá ser contratado por particulares y empresas a proveedores del servicio en los márgenes establecidos por la LGT.

El servicio consiste en el transporte de voz y datos a través de las redes de datos del operador del servicio desde cada uno de los puntos establecidos por el usuario del servicio. Adicionalmente se seguirá manteniendo, si es necesario, el acceso a las redes de telefonía conmutadas para aquellas comunicaciones con usuarios no pertenecientes al servicio.

El operador asegurará la interconectividad de todos los puntos de acceso definiendo ciertos recursos de su infraestructura de red y la no intromisión en el sistema del abonado por parte de otros usuarios de la red del operador.

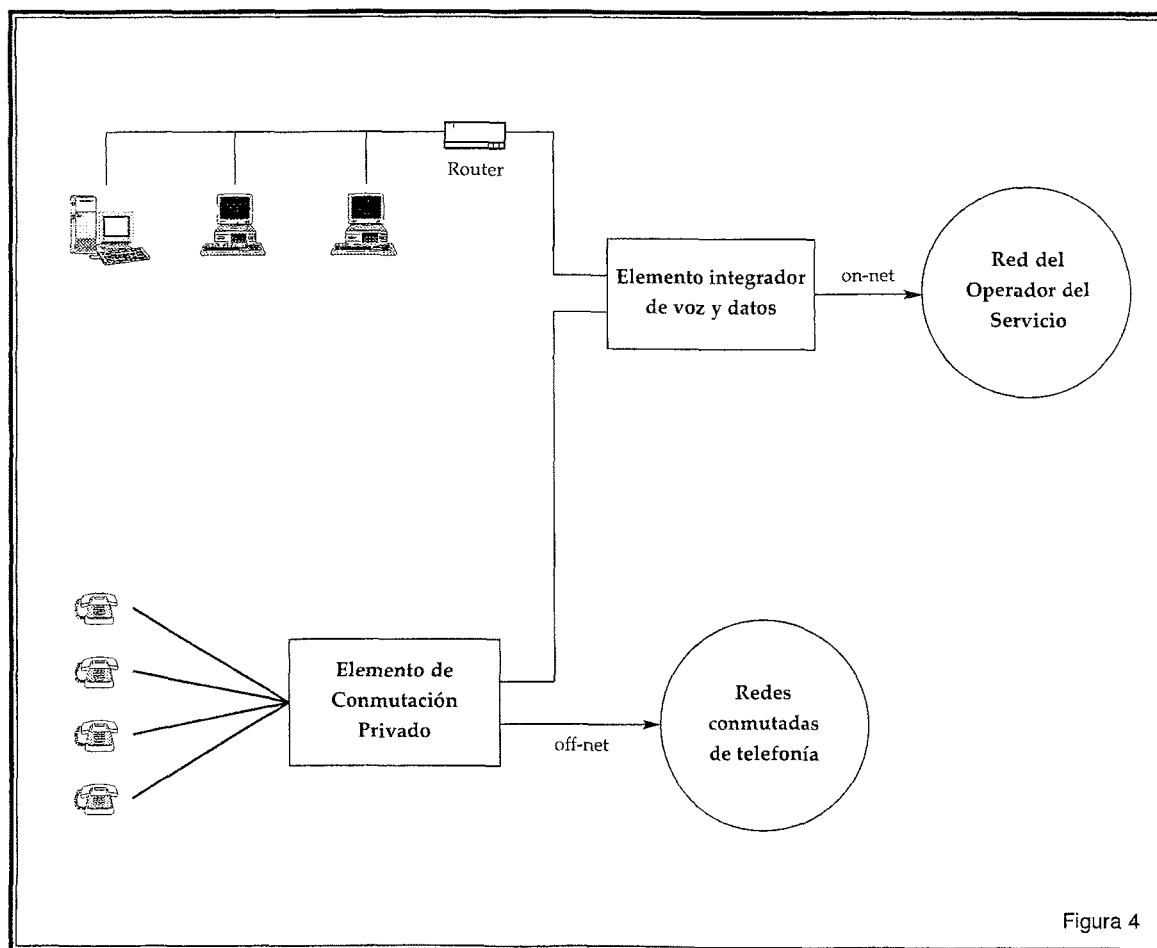
• ARQUITECTURA.

El usuario accederá a la red del operador del servicio mediante líneas dedicadas o haciendo uso de alguna red de comunicaciones. Una vez en la red de transporte del operador se realizará la conexión al punto o puntos de red deseados del usuario del servicio.

La tecnología de red del operador deberá ser adecuada para la transmisión de tráfico de red de área local (caracterizado por ser un tráfico a ráfagas, es decir, requiere de anchos de banda elevados de forma intermitente) y además del tráfico de voz (que necesita de un ancho de banda dedicado durante las comunicaciones establecidas y un retardo de red mínimo y constante para asegurar cierta calidad subjetiva del servicio de voz). Las tecnologías basadas en multiplexación estadística como Frame Relay y ATM son idóneas para la prestación de este servicio.

En la siguiente figura se observa la arquitectura del sistema en un punto de acceso al servicio. El entorno de área local y el entorno de comunicaciones de voz accederá a la red del operador del servicio gracias a un elemento integrador.

El elemento de conmutación del usuario podrá estar igualmente conectado a una red de conmutación de voz para soportar las comunicaciones con usuarios no pertenecientes al servicio. El acceso a la red conmutada no será necesario que se realice en cada uno de los puntos de red, ya que es suficiente con disponer de un punto de acceso al igual que los servicios de telefonía en GCU.



El operador de telecomunicaciones ofrecerá la posibilidad de contratar funcionalidades tales como ancho de banda gestionado como de respaldo o backup de línea de acceso al servicio.

En este caso debe entenderse el Tipo de usuario final como Grupos de usuarios finales, dado que es un servicio al que podrían acceder de forma conjunta distintos tipos de usuarios individuales que convivan en una misma organización.

La tarificación del servicio de interconexión de redes normalmente se realiza mediante un pago mensual (tarifa plana) siendo necesaria el alta e instalación del servicio:

A) Cuota inicial:

- Alta de líneas e instalación.

B) Cuota fija mensual:

- En función del ancho de banda de los recursos utilizados.

En caso de que el servicio se soporte en una red conmutada (RDSI), se tarificará de acuerdo a las características de la red (llamada telefónica).

Para el acceso y transmisión de información bajo redes Frame Relay es necesario definir los siguientes parámetros:

- Velocidad de acceso a Frame Relay se realiza mediante velocidades normalizadas de «n» por x 64Kb/s, 128Kb/s, 256Kb/s, 512Kb/s y 1948Kb/s (accesos bidireccionales).
- Circuitos Virtuales Permanentes (CVP), se definirá un circuito virtual para el establecimiento de comunicaciones entre dos puntos de terminación de red.
- Caudal Comprometido (CIR), se definirá para cada CVP en cada sentido el ancho de banda que deberá asegurar la red en caso de saturación.

Para un mismo acceso Frame Relay se pueden definir diferentes CVPs para los cuales será necesario definir sus correspondientes CIRs, de forma que la suma del ancho de banda de todos los CIRs que salgan o accedan al punto terminal de red supere en dos veces el ancho de banda de acceso. Sin embargo, para asegurar comunicaciones instantáneas por cada CVP definido, la suma de los CIRs no podrá superar el ancho de banda de acceso. La configuración de CVP con su CIR permite separar diferentes tipos de tráfico garantizando para cada uno de ellos un caudal mínimo.

Independientemente del caudal comprometido definido, la red podrá transportar por un CVP hasta el ancho de banda de acceso siempre que la situación de la misma lo permita.

Frame Relay ofrecerá próximamente la posibilidad de definir Circuitos Virtuales Conmutados (CVC) en lugar de CVP dada la explotación de esta tecnología como medio portador de voz. De es-

ta forma se eliminaría la necesidad de realizar conmutaciones en los equipos o en las centralitas ya que se establecería un circuito virtual entre los destinos con un caudal fijo durante la conversación telefónica.

Los equipos de acceso a Frame Relay son capaces de discriminar y priorizar tipos de tráfico sobre los CVPs definidos, de forma que se pueda asegurar el tipo de tráfico deseado bajo el CIR contratado.

En este contexto, Frame Relay permite la integración del tráfico de voz con el tráfico de datos debido a la implantación de CVP prioritarios, que reducen el retardo de transmisión, manejan eficazmente las colas de transmisión de los nodos de la red y permiten una calidad excelente de comunicaciones de voz.

El Frame Relay es un servicio de tarifa plana, esto es, se factura en cuotas mensuales fijas, independientemente del tráfico cursado. Son facturables los siguientes conceptos:

- La conexión de acceso al servicio que dependerá del ancho de banda contratado y de la distancia del edificio del cliente hasta un nodo de la red, tarificando de forma parecida al servicio de alquiler de circuitos.
 - CVPs y clase de caudal contratado. Ambos serán dependientes del ámbito de actuación o distancia entre puntos terminales de red interconectados.
 - El acceso de backup o respaldo por RDSI, en caso de que se haya contratado.
- **VOZ SOBRE IP (VoIP).**

IP (Internet Protocol) es un protocolo sin conexión en el cual los paquetes pueden seguir varios caminos y todos los caminos son compartidos por paquetes de diferentes transmisiones. Ello permite una eficiente asignación de los recursos de la red. La información de cabeceras asegura que los paquetes alcancen sus destinos y aseguren la reconstrucción final del mensaje. Las cabeceras de IP (20 bytes) son más grandes que las cabeceras Frame Relay (2 bytes) y ATM (5 bytes) lo cual incrementa el overhead del tráfico IP. IP emplea las mismas técnicas de ahorro de anchura de banda que Frame Relay como son fragmentación, priorización (aunque las técnicas empleadas son distintas), compresión de voz, supresión de silencios y cancelación de ecos.

La compresión de voz es vital utilizando voz sobre IP así como la cancelación de ecos ya que en la transmisión de voz vía IP hay largos retardos en el circuito.

4. PROTOCOLOS DE ENCAMINAMIENTO.

En el campo de las redes informáticas, los protocolos se pueden dividir en varias categorías, una de las clasificaciones más estudiadas es la OSI.

Según la clasificación OSI, la comunicación de varios dispositivos ETD se puede estudiar dividiéndola en 7 niveles, que son expuestos desde su nivel más alto hasta el más bajo:

NIVEL	NOMBRE
CAPA 7	Nivel de aplicación.
CAPA 6	Nivel de presentación.
CAPA 5	Nivel de sesión.
CAPA 4	Nivel de transporte.
CAPA 3	Nivel de red.
CAPA 2	Nivel de enlace de datos.
CAPA 1	Nivel físico.

Otra clasificación, más práctica y la apropiada para TCP IP, podría ser ésta:

NIVEL
Capa de Aplicación
Capa de Transporte
Capa de Red
Capa de Enlace de Datos
Capa Física

Los protocolos de cada capa tienen una interfaz bien definida y sólo poseen conocimiento de las capas directamente inferiores. Esta división de los protocolos ofrece abstracción tanto de los mecanismos de bajo nivel responsables por la transmisión de datos sobre de las informaciones intercambiadas. Así, por ejemplo, un navegador web (HTTP, capa 7) puede utilizar una conexión Ethernet o PPP (capa 2) para acceder a Internet, sin que sea necesario cualquier tratamiento para los protocolos de este nivel más bajo. De la misma forma, un router sólo necesita de las informaciones del nivel de red para enrutar paquetes, sin que importe si los datos en tránsito pertenecen a una imagen para un navegador web, un archivo transferido vía FTP o un mensaje de correo electrónico.

Ejemplos de Protocolos:

- Capa 1: nivel físico:
 - Cable_coaxial.
 - Cable_de_fibra_óptica.
 - Cable_de_par_trenzado.
 - Microondas.
 - Radio.
 - RS-232.

- Capa 2: nivel de enlace de datos:
Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet.
Token Ring.
FDDI.
ATM.
HDLC.
- Capa 3: nivel de red:
ARP, RARP.
IP (IPv4, IPv6).
X.25.
ICMP.
IGMP.
NetBEUI.
IPX.
Appletalk.
- Capa 4: nivel de transporte:
TCP.
UDP
SPX
- Capa 5: nivel de sesión:
NetBIOS.
RPC.
SSL.
- Capa 6: nivel de presentación:
ASN.1.
- Capa 7: nivel de aplicación:
SNMP.
SMTP.
FTP.
SSH.

HTTP.

SMB/CIFS.

NFS.

Telnet.

IRC.

ICQ.

POP3.

IMAP.

Ahora una vez situados dentro de la relación de protocolos vamos a ver específicamente los protocolos de encaminamiento es decir Nivel de red:

- ARP, o Address Resolution Protocol, es un protocolo de nivel de red responsable por el mapeo de direcciones IP para direcciones Ethernet (direcciones hardware MAC). ARP es documentado en el rfc 826. El protocolo RARP realiza la operación inversa.

- IP:

Se han desarrollado diferentes familias de protocolos para comunicación por red de datos para los sistemas UNIX. El más ampliamente utilizado es el Internet Protocol Suite, comúnmente conocido como TCP/IP. Es un protocolo DARPA que proporciona transmisión fiable de paquetes de datos sobre redes. El nombre TCP/IP proviene de dos protocolos importantes de la familia, el Transmission Control Protocol (TCP) y el Internet Protocol (IP). Todos juntos llegan a ser más de 100 protocolos diferentes definidos en este conjunto. El TCP/IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa. TCP/IP fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el departamento de defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en el ARPANET una red de área extensa del departamento de defensa.

- IPv4 es la versión 4 del Protocolo IP (Internet Protocol). Ésta fue la primer versión del protocolo que se implementó extensamente, y forma las bases para la actual (hoy año 2003) Internet IPv4 usa direcciones de 32 bits, limitándola a 4.294.967.296 direcciones únicas, muchas de las cuales están dedicadas a redes locales (LANs). Esta limitación ayudó a estimular el impulso hacia IPv6, que esta actualmente en las primeras fases de implementación, y se espera que eventualmente remplace a IPv4.

- Norma X.25:

Los servicios públicos de conmutación de paquetes admiten numerosos tipos de estaciones de distintos fabricantes. Por lo tanto, es de la mayor importancia definir la interfaz entre el equipo del usuario final y la red.

La Recomendación X.25 es la norma mundialmente aceptada que define esta interfaz, emitida originalmente por el CCITT de la UIT en 1976 y especifica la interfaz entre una terminal de datos (DTE en modo de paquetes) y una red de paquetes (DCE) para el acceso a una red de paquetes, privada o pública. Los protocolos definidos en X.25 corresponden a los tres niveles inferiores OSI.

- ICMP (Internet Control Message Protocol) es un protocolo de control usado en el nivel de red. Este protocolo se usa principalmente por los routers de Internet, para informar de sucesos inesperados, errores, etc. También se usa para hacer pruebas sobre la red (local o Internet), por ejemplo enviando un comando de petición de eco a un ordenador, y esperar que responda.

- IPX:

Siglas de Internet Packet Exchange (Intercambio de paquetes Internet). Protocolo de red de Netware. Se utiliza para transferir datos entre el servidor y los programas de las estaciones de trabajo. Los datos se transmiten en datagramas.

- Appletalk:

Protocolo propietario que se utiliza para conectar ordenadores Macintosh de Apple en redes locales. Admite las tecnologías Ethernet y Token Ring.



