

Redes FRAME RELAY

- [Introducción](#)
- [La era Frame Relay](#)
- [El problema de la congestión](#)
- [Interoperatividad Frame Relay / ATM](#)
- [Servicios de voz y datos sobre Frame Relay](#)
- [Voz sobre redes Frame Relay Publicas](#)
- [Integración en Frame Relay](#)
- [Glosario](#)

Introducción

Frame Relay

Frame Relay constituye un método de comunicación orientado a paquetes para la conexión de sistemas informáticos. Se utiliza principalmente para la interconexión de redes de área local (LANs, local area networks) y redes de área extensa (WANs, wide area networks) sobre redes públicas o privadas. La mayoría de compañías públicas de telecomunicaciones ofrecen los servicios Frame Relay como una forma de establecer conexiones virtuales de área extensa que ofrezcan unas prestaciones relativamente altas. Frame Relay es una interfaz de usuario dentro de una red de conmutación de paquetes de área extensa, que típicamente ofrece un ancho de banda comprendida en el rango de 56 Kbps y 1.544 Mbps. Frame Relay se originó a partir de las interfaces ISDN y se propuso como estándar al Comité consultivo internacional para telegrafía y telefonía (CCITT) en 1984. El comité de normalización T1S1 de los Estados Unidos, acreditado por el Instituto americano de normalización (ANSI), realizó parte del trabajo preliminar sobre Frame Relay.

La mayoría de las principales compañías de telecomunicaciones, como AT&AT, MCI, US Sprint y las compañías de operaciones regionales BELL (RBOCs, regional Bell operating companies) ofrecen Frame Relay. Las conexiones a una red Frame Relay requieren un encaminador y una línea desde las instalaciones del cliente hasta el puerto de entrada a Frame Relay en la compañía de telecomunicaciones. Esta línea consiste a menudo en una línea digital alquilada como T1 aunque esto depende del tráfico.

A continuación se muestran dos posibles métodos de conexión en área extensa.

Método de red privada: En este método, cada instalación necesita tres líneas dedicadas (alquiladas) y encaminadores asociados, para conectarse con cualquiera de los otros lugares, con un total de seis líneas dedicadas y 12 encaminadores.

Método de Frame Relay: En este método de red pública, cada instalación requiere una única línea dedicada (alquilada) y un encaminador asociado dentro de la red Frame Relay. Los paquetes recibidos de múltiples usuarios se multiplexan sobre la línea y se envían a través de la red Frame Relay a sus destinos.

Un circuito virtual permanente (PVC, permanent virtual circuit) consiste en un trayecto predefinido a través de la red Frame Relay que conecta dos puntos finales. El servicio Frame Relay proporciona PVCs situados donde hayan especificado los clientes, entre los emplazamientos designados. Estos canales permanecen activos continuamente y están garantizados, con objeto de proporcionar un nivel específico de servicio, que se ha negociado con el cliente. Los circuitos virtuales conmutados se añadieron al estándar Frame Relay a finales de 1993. Así, Frame Relay se ha convertido en una auténtica red de conmutación "rápida" de paquetes.

La Era Frame Relay

Introducción

Considerado por muchos una "americanada" hace tan sólo unos tres años, Frame Relay se encuentra hoy ya en el corazón de las ofertas europeas de servicios de telecomunicación. En la actualidad, esta nueva tecnología libra una dura - y previsiblemente larga - batalla con la tradicional X.25 por hacerse con las mayores cuotas del mercado de servicios de conmutación de datos, al menos en aplicaciones como interconexión de redes locales, área específica a la que aporta ventajas competitivas indiscutibles. Sin embargo, el viejo mundo X.25 seguirá cosechando los mejores resultados todavía durante muchos años. Así lo pronostican diversos estudios y así lo confirman las expectativas de fabricantes y operadores de telecomunicación.

Sin embargo, su idoneidad para determinadas soluciones corporativas, como interconexión de LANs y transporte de tráficos SNA, está representando un importante muro de contención a la tan anunciada - y ahora parece que postergada - eclosión ATM. Pero como el futuro hay que atarlo corto, los equipos de desarrollo de normas Frame Relay ya están asegurando la convivencia de ambos entornos.

Peldaño intermedio o definitivo, ninguna organización que esté planeando la modernización de sus comunicaciones debería ignorar, al menos como opción a evaluar, esta nueva tecnología de transmisión de datos a alta velocidad. Su incorporación reciente como soporte al "milagro" Internet puede contribuir en gran medida a popularizar sus ventajosas prestaciones.

Todas las proyecciones de mercado auguran para los servicios de datos basados en Frame Relay importantes ratios de crecimiento. Su aplicación progresiva, especialmente en aplicaciones de interconexión de LANs, está proporcionando a las empresas prestaciones de ancho de banda dedicado, bajos tiempos de tránsito y un camino de apertura a ATM, muy por encima de los ofrecidas por X.25. En España, operadores como BT, Telefónica, France Telecom, TMI, Cable & Wireless, Sprint o IGR ya ofrecen servicios de este tipo.

Competiendo con X.25 y RDSI

Con cierto retraso sobre el mercado norteamericano, los usuarios de Europa empiezan a descubrir las superiores ventajas de Frame Relay frente a los servicios tradicionales de conmutación de datos basados en X.25, que, sin embargo, seguirán acaparando las mayores cuotas de mercado durante muchos años.

Concretamente, estos flamantes servicios están compitiendo con X.25 y RDSI con resultados alentadores en determinadas aplicaciones específicas, como la interconexión de redes locales, de hecho, según Ovum, los servicios Frame Relay europeos pasarán de una participación de mercado apenas prácticamente insignificante en 1994, a un volumen de ingresos de alrededor de 1.500 millones de ecus en el año 2000.

Como las redes locales generan flujos esporádicos, el consumo de ancho de banda debe adaptarse a sus necesidades particulares. Y aquí reside precisamente la ventaja esencial de Frame Relay sobre X.25: Frame Relay ajusta el ancho de banda a las aplicaciones con pequeños tiempos de tránsito Pero, además, cuenta con otras ventajas técnicas, como su velocidad de transmisión (hoy a 64bps y 2Mbps, y a 35/45 Mbps en el futuro), flexibilidad de utilización y apertura hacia el mundo ATM.

Un tiempo de tránsito muy corto en redes de larga distancia, junto a la calidad de las infraestructuras digitales actuales, le garantiza velocidades muy altas. Conviene no olvidar al respecto que el rendimiento final de una red también se determina en función de los tiempos de tránsito o tiempo empleado en la transferencia de datos entre dos nodos. Además, las tramas no son reordenadas más que en la salida de la red. Al adaptarse a las necesidades de transmisión, se adecua perfectamente al tráfico intermitente o en ráfagas de las LANs, que requiere la disponibilidad de un gran ancho de banda en un instante dado.

Frame Relay frente a otras tecnologías

	TDM	X.25	FRAME RELAY	ATM
Facilidades	Muy pocas	Muchas	Pocas	Pocas
Velocidad	Alta	Media	Alta	Muy Alta
Retardo	Muy bajo	Alto	Bajo	Muy bajo
Throughput	Alto	Bajo	Alto	Muy alto
Coste CPE	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Overhead	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Puerto Comp.	No	Sí	Sí	Sí
Tipo tráfico	Cualquiera	Datos	Datos/voz	Multimedia

Pero Frame Relay representa asimismo una tecnología muy adecuada para otros tipos de tráfico, como el transporte del tradicional SDLC o para conexiones de host que requieran una interfaz multiplexada económica, como FEP IBM 3745.

Características técnicas

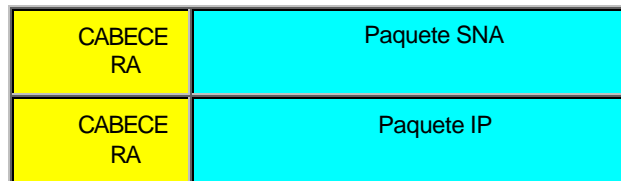
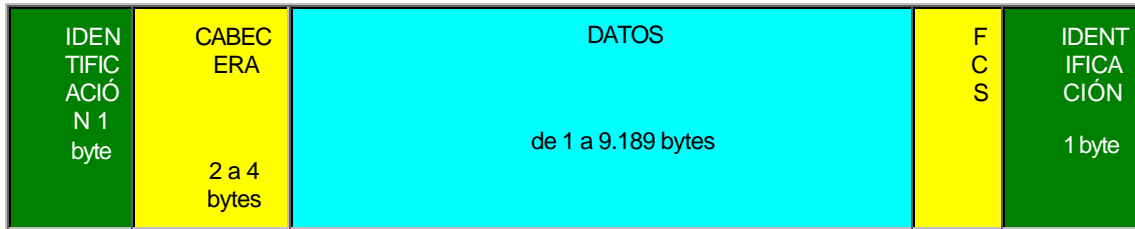
Al haber sido desarrollado mucho después que la tecnología X.25, Frame Relay se adapta mejor a las características de las infraestructuras de telecomunicaciones actuales. La norma está descrita sólo sobre las dos primeras capas o niveles del modelo OSI, a diferencia de X.25, que llega hasta el Nivel 3 de red, en el cual se consignan las funciones de control del flujo y la integridad de los datos. Por tanto, al estar liberado de estos cometidos, Frame Relay resulta mucho más rápido que X.25, que como fue concebida inicialmente para operar con circuitos analógicos, utiliza procedimientos de control de errores, frecuentemente pesados, lentos y complejos.

La evolución tecnológica ha logrado mejorar la calidad de las líneas, permitiendo desplazar el control de los errores a los propios equipos situados en los extremos de la comunicación, que pueden interpretar las señales de control de flujos generadas por la red.

En todos estos aspectos técnicos reside la fuerza de Frame Relay, que, además, permite al usuario pagar sólo por la velocidad media contratada y no sobre el tráfico cursado.

CIR (Committed Information Rate) es un parámetro de dimensión de red específico de Frame Relay que permite a cada usuario elegir una velocidad media garantizada en los dos sentidos de la comunicación para cada circuito virtual (CV). Como no todos los CVs utilizan en un mismo momento dado su ancho de banda reservado, un determinado CV puede emitir parte de su carga hacia los otros. Es obvio que esta gestión dinámica del ancho de banda interesa particularmente a los responsables de telecomunicaciones de las empresas, sobre todo a la hora de tratar el tráfico en ráfagas propia de la interconexión de redes locales. En resumen, Frame Relay permite dividir estadísticamente el ancho de banda entre diferentes circuitos virtuales.

Estructura de trama



Puntos fuertes

Los beneficios aportados por Frame Relay pueden ser analizados desde tres criterios básicos: tarificación, multiplexación y tráfico en ráfagas. Por lo que se refiere a la tarificación, hay que decir que buena parte del éxito de Frame Relay en los Estados Unidos se explica por la

independencia de su coste respecto a la distancia. En este punto, este tipos de servicios obedece a una lógica inversa a la de las líneas alquiladas, donde el factor distancia es fundamental a la hora de fijar los costes.

En Frame Relay, se pueden poner en servicio varios circuitos virtuales sobre una misma interfaz física. Esta forma de multiplexación favorece el mallado completo de una red sin provocar los gastos elevados inherentes a la instalación de múltiples líneas especializadas y de sus respectivos interfaces. También es este sentido se explica la amenaza real que representan los servicios Frame Relay para el negocio de líneas alquiladas. Así, por ejemplo, gracias al CIR una empresa que disponga de varios centros puede optar por instalar una red mallada basada en Frame Relay con velocidades de 32 ó 64 Kbps desde la oficina central hacia dichos centros y de 16kbps en el sentido inverso.

Por último, Frame Relay se adapta perfectamente al tráfico en ráfagas, propio de las aplicaciones cliente/servidor o de interconexión de redes locales. Según un estudio de Vertical System Group, el ratio coste/rendimiento ofrecido por esta tecnología resulta la más ventajosa en configuraciones de red en las que el tráfico-punta medio es igual o superior a tras y cuya utilización del ancho de banda total es del 35%

Servicios

Entre los servicios Frame Relay ofrecidos por operadores de telecomunicaciones existen muchos elementos comunes. Una de las tendencias que rigen este mercado es la provisión actual o futura de servicios de extremo a extremo; es decir, el transporte de los datos de un usuario a otro queda asegurado, administrando además si llega el caso de los routers de acceso situados en las instalaciones de los clientes.

La "ventanilla única" es otra importante ventaja a tener en cuenta cuando se dispone de una red internacional. Gracias a esta modalidad, los operadores ofrecen un sólo interlocutor al usuario no sólo para cuestiones de tarificación sino también de diseño, puesta en servicio y soporte. Muchas ofertas proporcionan igualmente la gestión y administración de la red, y muy especialmente del plan de seguridad, incluyendo conexiones de seguridad vía RDSI. Todos, asimismo, ofrecen servicios de ingeniería, así como servicios de estadísticas.

Parece, pues, difícil distinguir las diferencias, pero, sin embargo, existen. El usuario deberá evaluar y comparar las prestaciones, precios y condiciones de cada servicio y actuar en consecuencia.

Por lo que afecta a la industria de equipamiento, todos los fabricantes coinciden en señalar la

importancia creciente del mundo Frame Relay, y a él están destinando importantes inversiones en tareas de I + D y comercialización. En este sentido, Frame Relay está afectando a dos mercados distintos: el de los conmutadores y el de los equipos de acceso o de conexión. Pero donde coinciden los intereses de todos es en ATM y en proporcionar equipos que permitan migrar fácilmente de una tecnología a otra protegiendo las inversiones realizadas por los usuarios.

En cualquier caso, los usuarios deberán conocer el estado de las normas Frame Relay, a fin de saber a qué atenerse y no defraudar expectativas irreales. Cómo convivirán realmente esta tecnología y ATM o cuándo será posible acceder a un servicio de este tipo a través de accesos telefónicos o RDSI son cuestiones sobre las que penden grandes dudas. No obstante, el Forum Frame Relay trabaja para despejar estas y otras incógnitas. Hasta el momento, el Forum ha aprobado acuerdos de implementación sobre las interfaces UNI (User-to-Network Interface) y NNI (Network-to-Network Interface) para circuitos permanentes (CVP), así como encapsulado multiprotocolo, circuitos virtuales conmutados

En la actualidad, el Forum se ocupa de aspectos de interoperatividad en multicasting (multidifusión), soporte de alta velocidad (35/45 Mbps), ampliación del espacio de direcciones y soporte de voz.

El problema de la Congestión

Introducción

Una de las características de Frame Relay reside en su gran sensibilidad respecto a las situaciones de congestión, motivo por el que conviene conocer en profundidad cómo se comporta esta tecnológica al operar con grandes volúmenes de tráfico.

Como, a diferencia de la conmutación de datos X.25, Frame Relay no posee mecanismos de control local del flujo, cuando la congestión aumenta hasta alcanzar niveles considerables, el retraso de la red se incrementa en gran medida. Este inconveniente conlleva, sin embargo, una de las principales ventajas de esta tecnología, ya que agiliza y simplifica la transferencia de las tramas Frame Relay: las tramas desechables son descartadas y las válidas sólo son procesadas en orden a asegurar que el destino consiste en un identificador DLCI (Data Link Connection Identifier).

El análisis de las transmisiones y el establecimiento de líneas básicas de actividad contribuyen en gran medida a mantener la integridad de los circuitos Frame Relay. Si los datos han de ser transmitidos de nuevo, la velocidad de proceso (throughput) del circuito sufre considerablemente, puesto que la retransmisión se producirá de un extremo a otro de la red.

Notificación

Para identificar la congestión de los circuitos Frame Relay se emplean dos métodos diferentes. El primero conlleva una notificación específica de congestión a través de las tramas BECN (Backward Explicit Congestion Notificación), FECN (Forward Explicit

Congestion Notification) CLLM (Consolidated Link Layer Management). El segundo método consiste en el análisis de los protocolo de nivel superior para identificar la retransmisión durante la carga de grandes tráficos.

Mediante las tramas de bits FECN y BECN, Frame Relay notifica la congestión al administrador de la red, quien, así, puede informar al usuario de la situación creada a fin de que reduzca temporalmente la transmisión de datos. FECN indica la existencia de congestión de tráfico en la misma dirección que la notificación, mientras que BECN lo hace en la dirección opuesta.

Aunque los bits de notificación de congestión son indicadores importantes, la respuesta a la notificación es opcional y raramente implementada. Si los datos son continuamente transmitidos en grandes cantidades durante los períodos de congestión, algunos de ellos serán descartados.

La idea que subyace en FECN y BECN consiste en que los dispositivos que se encuentran a lo largo de la ruta congestionada podrían tomar medidas para reducir el nivel de congestión. Como las notificaciones se producen tan sólo en datos de usuario, cuando los datos están siendo emitidos en una sola dirección BECN no podría ser enviado a la fuente. Por esta razón, los dispositivos finales transmiten mensajes CLLM que indican la existencia de situaciones de congestión.

Aunque la mayoría de las redes experimentan temporalmente situaciones de congestión que dan lugar a tramas FECN y BECN, es importante definir una línea básica de comportamiento que establezca porcentajes de esas tramas en relación a los niveles de tráfico. De este modo, el administrador de la red estará sufriendo una congestión superior a la normal

Líneas de acción

Cuando la red entra en una situación de congestión, es necesario tomar medidas que reduzcan el tráfico, como desembarazarse de ciertas tramas mediante los bits DE (Discard Eligibility). En este sentido, el establecimiento de una línea básica de acción respecto al porcentaje de tramas DE en función de la carga de tráfico puede indicar el nivel de congestión de la red, cuantificando el número potencial de tramas que deberían ser retransmitidas en cada situación semejante.

Como Frame Relay no puede retransmitir tramas, esta tarea corre a cargo de los protocolos de nivel superior, lo que incrementa la carga de la red y reduce la velocidad de proceso. Ante esta evidencia, la monitorización de la notificación de congestión de la red puede contribuir en gran medida a minimizar la retransmisión de tramas.

Asimismo, al no contar con control local de flujo ni ningún otro método para restringir a los usuarios las transmisiones de datos a los usuarios resulta especialmente indicado para trabajar con aplicaciones que precisan manejar grandes volúmenes de datos: los usuarios pueden enviar tantos datos como sea posible en cualquier momento dado aprovechando en su totalidad el ancho de banda de un circuito.

Esta característica, aunque supone una gran ventaja para los usuarios, representa, sin embargo, un importante inconveniente para los operadores de circuitos Frame Relay.

Por esta razón, es estándar Frame Relay permite establecer CIRs (Committed Information Rate) y Bc (Committed Burst Size).

El CIR, que fija una velocidad estática al servicio del usuario para transmitir datos por la red, se mide en bits por segundo y es independiente del transporte físico del ancho de banda. La red garantiza la entrega de los datos transmitidos a una velocidad inferior a la del CIR. Bc, por su parte, expresa, también en bits por segundo, la velocidad máxima que puede exceder el CIR en un intervalo de tiempo dado.

Es esencial medir y establecer una línea base para el CIR y el Bc, porque cuando la velocidad de datos excede el CIR, la información puede ser descartada con independencia de su importancia. Para obtener una idea segura de cómo se está utilizando el circuito, los gestores de red deberían usar analizadores de protocolos a fin de administrar la información CIR de un circuito Frame Relay.

Analizando la red mediante el establecimiento de líneas básicas respecto a las tramas FECN, BECN Y CLLM, y a la utilización del CIR, es posible saber si se producen situaciones de congestión, para, posteriormente, determinar su fuente y su causa. Para ello, el primer paso consiste en analizar los DLCIs, a fin de saber si la responsabilidad de la congestión recae en uno o un grupo de ellos.

Como Frame Relay se utiliza en muchos casos para interconectar redes de área local, el análisis de los datos transmitidos sobre el DLCI arrojará ciertas sobre la causa de la congestión. Así, por ejemplo, la comprobación del uso de los protocolos puede revelar la existencia de una cantidad excesiva de tráfico FTP (File Transfer Protocol) en la red y qué usuario lo está generando. En consecuencia, el gestor de la red puede pedir a dicho usuario que la transferencia de FTP se realice durante los períodos de más baja utilización de la red.

Prevención del descontrol

Así como X.25 utiliza mecanismos de control de flujo para evitar las situaciones de saturación, Frame Relay no posee otro procedimiento para restablecer el equilibrio de la red que abandonar o descartar tramas. Esta técnica genera un efecto perverso inmediato, puesto que, al tener que repetir las transmisiones de extremo a extremo, aumentan las posibilidades de congestionar el tráfico.

Para mitigar estos inconvenientes propios de Frame Relay, esta tecnología ofrece algunos medios de prevención. El más trivial consiste en pasar tramas en el conmutador para forzar a los bits ECN (Explicit congestion Notificación) localizados en las cabeceras de las mismas a comandar la ralentización de la transmisión a los equipos de los extremos. En la práctica, dos campos albergan este indicador. La zona FECN (Forward ECN), que opera cuando la trama es enviada, y el campo BECN (Backward ECN), que interviene cuando la trama es transmitida en sentido contrario.

En cualquier caso, si una trama no se dirige hacia la fuente de congestión, Frame Relay se encuentra desarmada. Pero, por suerte, dispone de un mecanismo alternativo de señalización o CLLM (Consolidation Link Layer Management), que toma prestado el circuito virtual DLCI 1023. El mensaje CLLM impone a los equipos de acceso la restricción del tráfico de los circuitos virtuales susceptibles de congestión. Con todo, estos dos métodos resultan insuficientes, y, por tanto, la sangría de tramas, inevitable.

Interoperatividad Frame Relay / ATM

Introducción

Los usuarios llevan demasiado tiempo oyendo hablar de interoperatividad entre las tecnologías Frame Relay y ATM como para que esta posibilidad les sea del todo desconocida. Sin embargo, lo cierto es que, pese a los mensajes de marketing, hasta hace muy poco esa prometida combinación de ambos entornos se ha movido más en el terreno de los futuribles que en de las realidades. Afortunadamente hoy, sin embargo, las cosas son diferentes, y, poco a poco, el muro entre ambos mundos está empezando a desmoronarse.

Con todo, y pese a que los operadores más adelantados ya ofrecen o piensan hacerlo a corto plazo servicios de interconexión Frame Relay/ATM, muchas plataformas de conmutación no estarán preparadas para ello hasta bien entrado 1996.

La solución a este problema, una vez más, están llegando de la mano de los estándares. Los Forums Frame Relay y ATM han ratificado ya algunas normas cuya importancia no sólo reside en ayudar a proteger las inversiones realizadas en equipos Frame Relay actuales, sino también en proporcionar un método adecuado de migración a ATM. Dichos estándares también facilitan accesos de bajo coste a usuarios de Frame Relay remotos a las redes troncales corporativas basadas en ATM.

Hay dos tipos de interoperatividad: de red y de servicio. Ambas son el campo respectivo de atención de los estándares Frame Relay/ATM Network interworking y Frame Relay/ATM Service Interworking, ratificados en diciembre de 1994 y abril de 1995, también respectivamente. Más reciente, la norma Frame UNI (FUNI) representa una tercera alternativa.

Interoperatividad de red y servicio

Frame Relay/ATM Network Interworking permite a los usuarios finales de dispositivos o redes Frame Relay comunicar entre sí a través de una red ATM sin necesidad de efectuar ningún cambio de equipamiento. La interoperatividad de red se produce cuando se utiliza un protocolo en cada extremo de la transmisión y otro distinto en el camino entre ambos puntos. En un punto de la red, y de forma totalmente transparente para el usuario, los paquetes Frame Relay son segmentados en celdas ATM, que, a su vez, serán reagrupadas

en paquetes Frame Relay antes de alcanzar su destino.

La interoperatividad de servicio, por su parte, permite establecer comunicación directa entre dispositivos y usuarios Frame Relay, y dispositivos y usuarios ATM, mediante la conversión de los respectivos protocolos. Así, por ejemplo, Frame Relay/ATM Service Internetworking permite que los dispositivos Frame e Relay situados en oficinas remotas accedan a aplicaciones basadas en ATM residentes en las oficinas centrales. Como es lógico, para que ello sea posible es preciso compensar las diferencias entre ambas tecnologías, operación que corre a cargo de Interworking Function (IWF), localizada generalmente en los conmutadores situados en las fronteras de los servicios Frame Relay y ATM.

IWF se encarga de la conversión de diferentes parámetros entre redes Frame Relay y ATM, determinando, entre otras cosas, la forma y delimitación de tramas o celdas en el modo apropiado, la especificación de la "elección de descartes" (discard eligibility) y prioridad de pérdida de celdas, así como el envío o recepción de indicaciones de congestión y conversión de los Data Link Connection Identifier (DLCI) de Frame Relay a los Virtual Path Identifier/virtual Circuit Identifier (VPI / VCI) de ATM.

IWF, además, se encarga de la gestión de tráfico, del soporte de interoperatividad de gestión de circuito virtuales permanentes mediante indicadores de estado, y de encapsular el protocolo de usuario de nivel superior. En general, en un entorno Frame Relay/ATM Service Interworking, IWF afronta todas las tareas asociadas con la traducción del mensaje basado en UNI (User-to-Network Interface) Q.922 Core de Frame Relay al mensaje basado UNI AAL5 Class C de la red ATM. Este modo de mensaje es usado para la conexión ATM porque rinde algunas funciones básicas similares al servicio Q.922 DL Core de Frame Relay.

La ventaja que proporciona la interoperatividad de servicio consiste en permitir la elección de la tecnología más apropiada para cada entorno de la organización, evitando la, a veces innecesaria, homogeneización de las redes. Asimismo, facilita el proceso de migración hacia ATM, que, de este modo, puede emprenderse localización a localización.

ATM FRAME UNI

Un camino alternativo a las opciones expuestas lo constituye el estándar de interfaz de red de usuario basada en tramas, FUNI (ATM Frame User Network Interface), especificado por el ATM Forum para extender el alcance de las redes troncales ATM a lugares más pequeños. FUNI despliega un servicio ATM para datos a velocidades de 64 Kbps a 2 Mbps siguiendo un concepto bastante simple. A través de FUNI, los datos de baja velocidad entran en la red ATM en forma de tramas, que son convertidas en celdas y enviadas a través de la red hacia la UNI de destino. Por supuesto, el proceso puede ser el inverso; un circuito virtual puede originarse en una celda UNI y terminar en una trama UNI.

El ATM Forum podría haber elegido otras alternativas, como la especificación de una capa física de baja velocidad para la UNI basada en celda. El resultado podría haber interoperado con ATM de banda ancha, pero no hubiera resultado muy eficaz.

Como las celdas ATM sólo tienen 53 bytes de longitud, sus cabeceras (5 bytes) representan casi el 10% del total, tasa que en velocidades de banda estrecha resulta demasiado elevada. Por contra, las tramas Frame Relay e IP pueden tener miles de bytes de longitud y sus cabeceras no suelen superar el 1% del total. Por tanto, Frame Relay se convierte en la solución idónea para trabajar en ATM de banda estrecha.

El Frame Relay Forum, con el consejo y consentimiento del ATM Forum, ya había definido las dos formas de interoperatividad descritas anteriormente. De hecho. La interoperatividad de servicio, que especifica cómo empalmar circuitos virtuales ATM y Frame Relay, parece solucionar el problema de acceso ATM de baja velocidad. Sin embargo, esta norma carece de ciertas importantes características, como soporte de circuitos virtuales conmutados SVCs (Switched Virtual Circuits), negociación de clase de servicio, o tráfico de mantenimiento y operaciones de extremo a extremo OAM (Operaciones-And-Maintenance).

Conscientes del problema, el ATM Forum estableció un grupo técnico encargado de especificar una UNI ATM basada en trama. Sus trabajos partieron de la interfaz de intercambio de datos ATM DXI (Data eXchange Interface), que especifica los formatos de trama ATM, la traducción de trama a celda y la señalización de extremo a extremo para conexiones locales de extremo a extremo para conexiones locales de alta velocidad.

El grupo de trabajo adecuó los parámetros de DXI a operaciones de banda estrecha y añadió una capa física apropiada para área amplia y con soporte OAM. El resultado de todo ello es FUNI.

En definitiva, FUNI soporta señalización ATM y las cabeceras de trama incluyen información sobre la prioridad de pérdida de celdas, notificación de congestión y presencia de tráfico OAM. Además, la especificación detalla la traducción entre las cabeceras de trama y las cabeceras de celda. Las capas de adaptación ATM 3,4 ó 5 se emplean para la segmentación y reconstrucción de datos de usuario. Asimismo, FUNI soporta Interim Local Management Interface, que proporciona a los dispositivos del usuario acceso a información de configuración y estado de conexión.

Una trama FUNI incluye una cabecera de 2 bytes, una secuencia de análisis de trama también de 2 bytes, otros 2 bytes de información sobre prioridad de pérdida de celdas, notificación de congestión y presencia de tráfico OAM, y una carga útil de hasta 4.096 bytes. Las cargas útiles de hasta 65 KB y una secuencia de análisis de trama de 4 bytes son opcionales. Así, el total de la cabecera de FUNI supone generalmente menos de un 1% similar a Frame Relay, y una drástica mejora sobre el 10% del total de las celdas ATM.

Usando FUNI, los emplazamientos remotos pueden participar en redes troncales ATM mediante conexiones de banda estrecha asequibles y eficientes. Además, FUNI está

diseñado para ser llevado como parte de una conexión de mayor velocidad, de manera que los datos ATM de baja velocidad pueden compartir una línea de acceso con llamadas de voz o vídeo.

La mayor parte de los fabricantes de equipamiento ya han prometido soportar FUNI hacia mediados de 1996, aunque todavía continúa el debate respecto a en qué casos debe ser elegido FUNI y en cuáles Frame Relay/ATM Service Interworking. Cuando se dispone de un gran número de emplazamientos Frame Relay, no parece tener mucho sentido actualizar los routers a FUNI, pero en redes que proporcionan funcionalidad plena ATM a bajas velocidades para transportar datos, puede ser una opción obligada. Es muy probable, sin embargo, que a corto plazo las redes ATM soporten ambas alternativas. A largo plazo, incluso podrían fusionarse las funcionalidades Frame Relay y ATM, eliminando las diferencias hoy existentes.

Enfoques de interoperatividad

Los operadores de telecomunicación utilizan básicamente dos enfoques para ofrecer interoperatividad de servicio Frame Relay/ATM . Uno de ellos se basa en una arquitectura dual que descansa sobre una plataforma para Frame Relay y otra para ATM. El otro método consiste en utilizar una sola plataforma multifunción para soportar ambos servicios. En los dos casos, la función de interoperatividad recae normalmente en la tarjeta de puerto Frame Relay, aunque algunas plataformas de conmutación ofrecen conversión de protocolo de un modo distribuido. Desde una perspectiva tecnológica, el resultado final es el mismo, pero existentes diferencias en cuanto a escalabilidad y número de usuarios soportados en favor del primero, aunque a un mayor coste. El segundo, por su parte, proporciona al operador un mayor control sobre la red.

Servicios de Voz y Datos en Frame Relay

Introducción

Durante mucho tiempo, al vez que los servicios Frame Relay comenzaban a captar el interés de los usuarios europeos en aplicaciones específicas, como la interconexión de redes locales, los operadores se han visto obligados a desaconsejar su uso para soportar comunicaciones de voz. Por razones de tipo tecnológico y de tipo normativo, éstas eran las reglas del juego a las que las necesidades de los usuarios se han venido plegando. Sin embargo, desde hace apenas unos meses, el mensaje es otro muy distinto: no sólo los operadores están ya en condiciones de proporcionar servicios Frame Relay capaces de cursar tráfico de voz y datos gracias a los avances técnicos, sino que , además, la legislación que regula el uso corporativo de la telefonía ha clarificado y ampliado el concepto de Grupo Cerrado de Usuarios, liberalizándolo de hecho en el ámbito interno de las empresas.

En consecuencia, una nueva ola de ofertas Frame Relay están apareciendo que intentan explotar el indudable atractivo que supone soportar sobre una misma línea las

transmisiones de voz, fax y datos de las corporaciones con las consiguientes ventajas económicas (mayor aprovechamiento del ancho de banda, tarifa plana...) y de control (un sólo operador y gestor de todos los servicios). Y si las circunstancias lo aconsejan, siempre queda la posibilidad de que las organizaciones instalen, operen y gestionen por sí mismas sus propias redes Frame Relay.

Este es el nuevo mensaje y las nuevas oportunidades que brinda una tecnología que ya enseña los dientes a la tradicional X.25 en toda Europa.

Primer paso hacia las redes multimedia

La integración de voz y datos no agota ni mucho menos todas las posibilidades pero sí representa una primera fase hacia las redes multimedia. Las ofertas ya están en el escaparate.

Están surgiendo servicios que permiten la integración de voz, fax y datos, y su transmisión a través de redes de datos Frame Relay. Estos servicios tienen tarifa mensual fija, independiente del tráfico y del número y duración de las llamadas, lo que permite obtener importantes ahorros en los costes globales en telecomunicaciones.

La nueva oferta nace al amparo de dos factores: la desregulación del sector de las telecomunicaciones y la rápida evolución tecnológica. El pasado 22 de diciembre el Gobierno promulgó el Real Decreto 2031/1995, que regula el servicio de valor añadido de telefonía vocal en grupo cerrado de usuarios. Este cambio legislativo permite por primera vez el transporte de voz fuera de la red telefónica pública explotada por Telefónica. Sin embargo, como se mantiene la restricción de que las comunicaciones deben ser en grupo cerrado de usuarios, los servicios de voz y datos sobre Frame Relay van enfocados a resolver las comunicaciones internas entre las distintas dependencias de las empresas.

Por otro lado, la evolución tecnológica proporciona nodos de conmutación cada vez más rápidos y potentes, capaces de encaminar cualquier tipo de tráfico con un retardo pequeño y poco variable. Si estos nodos se unen con enlaces de alta capacidad, 34 Mbps en las troncales de las redes de los operadores de telecomunicaciones, se dispondrá de una red de datos capaz de transportar voz.

Compartición de ancho de banda

La integración de servicios comporta una serie de beneficios, como la gestión única y la compartición de ancho de banda entre servicios. El hecho de integrar en una sola red servicios que antes eran proporcionados por redes diferentes posibilita gestionar una única red en lugar de varias. Y esta reducción del número de redes reduce los costes de gestión

Mientras servicios distintos se transmiten por redes distintas, al ancho de banda contratado en una red, aunque no se use, no está disponible a los servicios de otras redes. Con la integración de servicios, al ancho de banda contratado se pone en cada momento a

disposición de quien lo necesite. Por ejemplo, en los momentos en que no haya conversaciones vocales todo el ancho de banda contratado puede ser usado para la transmisión de datos. De esta forma el cliente siempre obtiene el máximo rendimiento de la capacidad que paga.

Los servicios Frame Relay de voz y datos se componen de cuatro elementos: equipo multiplexor instalado en el domicilio del cliente, línea de acceso a la red de datos, facilidades de transporte dentro de la red Frame Relay y servicio de gestión. El multiplexor es un equipo tipo FRAD (Frame Relay Access Device) con capacidad para el tratamiento de voz.

El cliente conecta sus equipos de voz (centralitas, equipos multilínea o teléfonos) y datos (terminales, routers, ordenadores host...) al equipo multiplexor. El multiplexor envuelve (encapsula) todo ese tráfico en tramas Frame Relay para hacer posible su transmisión a través de la red de datos. Voz y datos se mantienen en tramas distintas.

En el caso de la voz, previamente se digitaliza si el dispositivo conectado es analógico, y a continuación se comprime. La compresión permite reducir los 64 Kbps de la voz digitalizada a 8 Kbps gracias al uso de algoritmos de predicción lineal (CELP). Además, se dispone de la facilidad de supresión de silencios, que consiste en transmitir sólo cuando el usuario habla. Mientras un usuario permanece en silencio escuchando a su interlocutor no se transmite nada a través de la red, pero sí se genera un ruido confortable en el extremo distante para evitar que el interlocutor remoto tenga la sensación de que se ha cortado la comunicación.

Por la línea de acceso a la red, única para cada oficina del cliente, viajan las tramas Frame Relay de voz y datos. El equipo multiplexor resulta imprescindible para insertar tráfico de diferentes servicios en una sola línea física. La velocidad de esta línea se dimensiona de acuerdo con los requerimientos de canales de voz y velocidades de datos del cliente.

Pero no es necesario reservar una parte de esa capacidad para la voz; todo el ancho de banda está a disposición de quien lo necesite. Por ejemplo, durante las horas de oficina en que normalmente son frecuentes las comunicaciones de telefonía, los datos dispondrán de la pequeña capacidad no usada por la voz. Sin embargo, durante la noche, período que es previsible que no hay llamadas telefónicas, todo el ancho de banda podrá ser usado por los datos.

Circuitos Virtuales

Una vez las tramas llegan a la red de datos, son transportadas a su destino a través de circuitos virtuales definidos en el momento de la contratación del servicio. Para asegurar la calidad de la voz las tramas de voz viajan por circuitos virtuales diferentes a los de las tramas de datos. De esta forma es posible configurar la red de modo que se dé el tratamiento más adecuado a cada tipo de tráfico.

El tráfico de voz es muy sensible a los retardos, por lo que los circuitos virtuales de voz se configuran como prioritarios y sensibles al retardo. Por contra, el tráfico de datos no es

tan sensible al retardo pero es mucho más impulsivo, es decir, requiere altas velocidades durante cortos intervalos de tiempo. Por esta razón los circuitos virtuales de datos se configuran como no prioritarios y con maximización del caudal.

El último componente del servicio es la gestión, que es uno de los aspectos que proporciona un mayor valor añadido al servicio. El operador puede encargarse de instalar, mantener, supervisar y reparar el servicio extremo a extremo, es decir, desde los puntos donde el cliente conecta sus equipos al multiplexor.

Además, lo conveniente es que los operadores dispongan de centros de control a nivel nacional con un equipo de profesionales cualificados supervisa y controla las redes de los clientes, gracias a la ayuda de equipos de gestión de la más avanzada tecnología. Esto permite detectar cualquier fallo incluso antes de que el cliente se dé cuenta. Ante cualquier problema el cliente dispone de un punto de contacto único, donde en un plazo mínimo de tiempo se le diagnosticará la avería y se desencadenarán las actuaciones necesarias para subsanarlas. Dentro de la gestión se incluyen cambios de configuración y actualización de versiones de software, que se realizan de forma remota desde el centro

Integración de edificios

Como el principal objetivo de estos servicios es ofrecer la solución mejor adaptada en costes a las necesidades del cliente, es conveniente ofrecer alternativas para la incorporación a su cobertura de edificios que estén próximos geográficamente. Cuando dos edificios están en la misma ciudad, o se encuentran en la misma provincia separados por unos pocos kilómetros, es más económico conectarlos directamente con un circuito punto a punto. De esta forma se ofrecen redes mixtas, con las conexiones entre edificios distantes a través de la red de datos, y conexiones entre edificios próximos a través de circuitos punto a punto.

Este servicio ha sido especialmente concebido para pequeñas y medianas empresas que quieran reducir sus costes globales de telecomunicaciones a través de la integración de servicios. Resulta especialmente adecuado para configuraciones de estrella, con una oficina central y varias delegaciones remotas que tengan un número reducido de oficinas. Las empresas que obtienen los mayores ahorros serán aquellas que cuentan con edificios en varias provincias cuyas conversaciones de voz se tarifican en ámbito nacional. Esto, en horario de oficina, supone un coste superior a 2.500 pesetas por hora, que en servicios de operador de voz y datos sobre Frame Relay se transforma en tarifa plana para las comunicaciones en grupo cerrado.

Este tipo de ofertas suponen además un paso decidido hacia la integración de servicios ATM se va consolidando en el mercado, con la promesa de voz, datos e imágenes, es conveniente disponer de servicios, quizás no tan ambiciosos, pero capaces de cubrir las necesidades actuales y , al mismo tiempo, permitir abrir el camino del futuro.

Voz Sobre redes Frame Relay Públicas

Introducción

La implementación de voz sobre Frame Relay ha supuesto un largo y arduo reto para fabricantes y operadores en el que se ha visto implicados una gran variedad de factores tecnológicos y sólo recientemente se ha visto culminado. Antes de describir las cuestiones que atañen al transporte de VoFR en una red pública, es necesario revisar brevemente el concepto de Frame Relay, ya que muchos de los obstáculos para el transporte de llamadas de voz en una red pública son inherentes a esa tecnología.

A diferencia de la multiplexación por división de tiempo sobre líneas dedicadas - caracterizada por un retraso bajo y fijo, intervalos de tiempo específicos para canales de voz y datos, y una conexión física directa entre dos puntos -, Frame Relay representa una red compartida basada en asignación de ancho de banda bajo demanda sobre circuitos "virtuales" lógicos. Para acceder a la red Frame Relay, el abonado selecciona una velocidad de puerto en el FRAD (Frame Relay Access Device) localizado en las instalaciones del cliente, velocidad a la que entrarán los datos en la red.

El caudal o velocidad de procesamiento real (throuput) se basa en el CIR (Committed Information Rate). Los usuarios aprovechan el carácter estadístico de Frame Relay para acceder a la red a velocidades inferiores a la agregada requerida por su aplicación. Pero, aunque esto suponga para los usuarios ahorros de dinero (las tarifas de Frame Relay se basan en parte en el Cir), han de seguir pagando un cierto precio por sus accesos de voz bloqueados y estáticos. Así, por ejemplo, cuando un router transmite un alto volumen de tráfico LAN puede llegar a acaparar el acceso a la WAN, bloqueando en la práctica los tráficos de voz. Como, por definición, Frame Relay no ofrece una transmisión garantizada de paquetes de información al receptor deseado, esto puede convertirse en un problema crítico en períodos de congestión de la red.

Descarte de paquetes

La red se enfrenta a la congestión descartando o retardando paquetes mediante DE (Discard Eligibility), bit de "equidad" del campo de cabecera de las tramas Frame Relay que se utiliza para asegurar que los usuarios que precisan un ancho de banda intensivo no bloqueen al resto. Puede ser establecido tanto por el equipo de usuario como por el de red. DE situado en 1 indica baja prioridad, a descartar si es necesario; por el contrario, DE situado en 0 indica alta prioridad. En cualquier caso, la red puede cambiar automáticamente un DE fijado en 0 por el equipamiento de usuario a 1 en función del caudal o CIR garantizado.

Cuando la red está descartando tramas de voz, resulta muy adecuado utilizar un FRAD con robustos algoritmos de compresión de voz como MPMLQ (Multipulse Maximum Likelihood Quantization), que es capaz de mantener un rendimiento fiable a pesar de una alta cuota de error de bit.

La ausencia de mecanismos que compensen las limitaciones de ancho de banda y la congestión da lugar a retardo largos o variables o, en el peor caso, a pérdidas de paquetes de voz, provocando una conversación ininteligible. Esto nos conduce a las cuestiones tecnológicas que se refieren al transporte de voz sobre Frame Relay pública.

Por razones obvias, la calidad de voz es una de la principales cuestiones para el operador del servicio Frame Relay, especialmente si el contrato incluye el suministro del equipamiento del cliente y, por tanto, la responsabilidad total del transporte de voz. En cualquier caso, los operadores de Frame Relay deben competir con las redes de voz tradicionales basadas en circuitos conmutado: el atractivo de las "comunicaciones de voz gratuitas" se evapora rápidamente si el receptor no puede distinguir fácilmente lo que se dice. El reto no es fácil porque, si en una red privada los compromisos sobre calidad de voz pueden ser aceptables, los operadores de redes públicas deben aplicar un único estándar para muchos usuarios corporativos diferentes.

La claridad de la voz, el reconocimiento del hablante y el retardo en la comunicación (que provoca frases entrecortadas) son los parámetros que el operador de Frame Relay debe evaluar cuando analiza los componentes de los equipos de usuario.

Compresión de voz

PCM es el estándar de codificación de 64 Kbps aceptado internacionalmente para la transmisión de voz de calidad. Existen además otros estándares de compresión de voz, como ADPCM (G.726) a 32 Kbps, LDCELP (G.728) a 16 Kbps, ACELP (G.729) a 8 Kbps y MPMLQ (G.723.1) a 6,4 Kbps.

Ya que la mayor parte de redes Frame Relay tienen accesos a 64 Kbps, es esencial que el estándar VoFr para redes públicas soporte un algoritmo de compresión de voz de baja cuota de bits, como MPMLQ, que permita la mayor cantidad de llamadas múltiples al mismo tiempo sin comprometer la calidad de la voz. El Frame Relay Forum está actualmente debatiendo el asunto de los estándares de algoritmos de compresión por defecto y, aunque ADPCM es bueno, existe una corriente de opinión en favor de MPMLQ para facilitar el establecimiento del mayor número de llamadas simultáneas.

Retardo en la comunicación

La calidad de la voz es extremadamente susceptible a los retardos. Estos, a su vez, se ven influidos por varios factores, como el número de saltos entre conmutadores (cuatro se considera como el número óptimo antes de que la calidad de la voz se deteriore), el tipo de troncal desplegada (Frame Relay, ATM), distancia (regional, nacional, internacional), actividad de red y congestión (pocos usuarios, muchos usuarios, tipo de tráfico) y compresión de voz (la codificación/decodificación incrementa el retraso).

El retardo de extrema a extremo, caracterizado por que los paquetes de voz llegan tras largas interrupciones fijas, provoca conversaciones interrumpidas parecidas a las experimentadas en las comunicaciones por satélite. En casos extremos conduce además al fenómeno conocido como "hablar doble". Por su parte, el retardo diferencial, en el que el

retardo entre paquetes de voz es variable, produce conversaciones entrecortadas y un deterioro perceptible de la calidad de la voz.

El retardo es menos problemático en las redes privadas. Cuando los FRADs están conectados por líneas alquiladas en una red mallada, sin conmutadores en medio, el retardo es causado por el mecanismo de prioridad de acceso y la codificación/decodificación de la compresión de voz de los FRADs. Todo ello crea un retardo aceptable de extremo a extremo.

Asimismo, si la topología de la red incluye conmutadores centrales, el gestor de red puede priorizar la voz en el conmutador. Como las variables de saltos entre conmutadores, distancia y congestión son conocidas y controlables, el retardo es más o menos constante y deja de suponer un factor crítico.

Las redes Frame Relay públicas tienen sus propias características. Dependiendo de las variables ya mencionadas, los retardos de extremo a extremo pueden ser de entre 25 y 250 milisegundos. Y a medida que el tráfico de la red se incrementa y aparecen situaciones de congestión, el retraso diferencial puede llegar a suponer un verdadero problema. Por esas razones, los operadores no quieren comprometerse en garantizar un retardo constante como parte de su contrato de calidad de servicio.

Para compensar los efectos del retraso fijo de extremo a extremo, los fabricantes incorporan canceladores de eco a sus FRAD. El retraso diferencial es tratado por la memoria intermedia (buffer) de fluctuación de fase (jitter) del FRAD, y se puede establecer manualmente a través de pruebas y errores, o automáticamente, basándose en la medida del retraso diferencial actual.

Priorización de tramas

Para ayudar a minimizar el retardo de extremo a extremo y mitigar los efectos del retardo diferencial es preciso aplicar algún tipo de priorización a las tramas de voz y datos que entran en la red. Los fabricantes de FRAD implementan la priorización permitiendo a los usuarios la opción de definir niveles de prioridad (de 1 a 4 ó de 1 a 8) por DLCI (Data Link Connection Identifier). Pero esto puede no ser suficiente. Como la longitud de las tramas de voz y de datos no son iguales (las tramas LAN son generalmente de 1.500 bytes y las de voz de 30 a 40 bytes), es necesario contar con un mecanismo de nivelación capaz de asegurar que las tramas de voz tienen las mismas oportunidades de entrar en la red.

Una solución sencilla sería asignar un DLCI por cada puerto del FRAD y fijar diferentes niveles de prioridad para los puertos de voz y los de datos. Pero, aunque económicamente factible en una red privada, esta solución resulta cara en una red pública, ya que a los usuarios se les factura según el número de PVCs (DLCIs). Por tanto, los usuarios deben encontrar una manera de reducir el número de PVCs (DLCIs) y además asegurar la prioridad de accesos.

Idealmente, lo mejor sería combinar todo el tráfico de voz y datos en un sólo PVC (DLCI), pero los conmutadores de red sólo priorizan por PVC (DLCI). Los usuarios

pueden evitar esta limitación enviando el tráfico de voz y otros tráficos sensibles al tiempo, como SNA, por un PVC (DLCI) y el tráfico LAN por otro. Esto es posible implementando una técnica de sub-direccionamiento basada en la doble encapsulación del paquete Frame Relay. Los canales de voz o datos reciben su propio DLCI, pero permanecen invisibles a la red Frame Relay, en un modo similar al mundo ATM, donde cada puerto físico tiene un Identificador de Canal Virtual (Virtual Channel Identifier), si bien sólo existe un Identificador de Camino Virtual (Virtual Path Identifier) por conexión WAN por destino. La ventaja de este enfoque es que permite ahorrar dinero a los usuarios; asimismo, en caso necesario, cada sub-DLCI puede ser un número de teléfono distinto.

Con todo, es muy posible que los proveedores de servicios públicos Frame Relay rechacen la adopción de técnicas de subdireccionamiento, ya que, al reducir el número de PVCs (DLSs) por abonado, sus ingresos se verían mermados. Además, no están preparados para ofrecer una fórmula de Calidad de Servicio (Quality of Service) similar a CBR, ABR y VBR de ATM.

Actualmente, los fabricantes de conmutadores de red troncal (backbone), que soportan varios niveles de prioridad por PVC (DLCI), están presionando al Frame Relay Forum para que establezca un servicio de prioridad PVC para el tráfico SNA. Si esto se aprueba finalmente, es posible que también se adopte una solución similar para la voz que pueda ser implementada por los operadores.

De malla a estrella

La implementación de voz sobre Frame Relay pública obliga a los usuarios a modificar la forma en que conciben y construyen sus redes. En una red Frame Relay privada es factible desplegar una topología mallada completamente virtual proque el usuario puede teóricamente definir un DLCI por cada número telefónico y establecer conectividad de cualquiera-a-cualquiera sin pagar sobrecargas. Pero implementar este tipos de interconectividad en una red Frame Relay pública equivale a construir una red mallada de líneas alquiladas, algo que acarrea un coste prohibitivo.

La topología óptima para soportar voz sobre una Frame Relay pública es punto a multipunto, siempre sobre la base de la presunción de que la mayoría del tráfico de voz y datos se produce entre la central de una empresa y sus sucursales. Y en lugar de construir una red que fije PVCs (DLCIs) de sucursal a sucursal, es más económico designar PVCs (DLCIs) únicos entre las sucursales individuales y la central. El multiplexor corporativo situado en la central actúa como un conmutador; las comunicaciones de voz de sucursal a su sucursal obvia la PABX corporativa externa y se encaminan digitalmente hacia el destino DLCI.

En la central, el acceso a la red se produce típicamente a velocidades de 2 Mbps, y a 64 Kbps en las oficinas remotas (o velocidades fraccionales de 2 Mbps en las sucursales más grandes). Lo ideal sería que el multiplexor de la central fuera modular para estar en condiciones de soportar la combinación de aplicaciones de datos, voz, fax y LAN. En la oficina remota serán necesarias soluciones autónomas que ofrezcan facilidad de

instalación, utilización y mantenimiento.

Los costes de los FRAD de voz de usuario final parecen estar estabilizándose en el mercado internacional en una banda de entre 10.000 y 20.000 dólares para el multiplexor central y de 5.000 a 10.000 dólares para los equipos de las oficinas remotas. Es de destacar que, como muchos fabricantes ofrecen soluciones adaptadas de sus bastidores centrales y no en productos autónomos a medida de dichas oficinas, los precios suelen estar por encima de lo necesario.

De malla a estrella

Parece claro que los servicios de voz sobre Frame Relay pública nunca supondrán un reto frontal a las actuales infraestructuras de conmutación de circuitos, que representan el principal medio portador de las comunicaciones de voz, pero conviene precipitarse en los pronósticos. Un creciente número de proveedores de servicios alternativos de Estados Unidos, Europa y otras zonas desarrolladas están apostando fuertemente por el éxito tecnológico y comercial de estas soluciones, conscientes de que representan una oportunidad para quitar cuota de mercado a los operadores tradicionales.

En Estados Unidos concretamente, firmas como ICI, EMI y UUNET, entre otras, planean aprovechar los servicios de voz sobre Frame Relay para penetrar en los mercados de telefonía y servicios de datos dirigidos a los segmentos de oficinas remotas y SOHO. No obstante, el éxito de sus ofertas sólo será posible si son capaces de proporcionar una calidad de voz excelente, asegurar la fiabilidad del servicio, y reducir sus costes operativos para mantener los márgenes.

En cualquier caso, los usuarios y proveedores de servicios deben ser conscientes de que VoFr, lejos de ser una ciencia exacta, requiere efectuar pruebas de errores y ajustes de la red. Paciencia y cooperación entre fabricantes, operadores y usuarios beneficiarán a todos.

Integración en Frame Relay

Introducción

Durante mucho tiempo los usuarios han venido oyendo hablar de la práctica imposibilidad de transmitir voz sobre Frame Relay, dadas las propias características de esta tecnología. Sin embargo, hoy ya es una realidad la integración de telefonía, fax y datos en redes Frame Relay públicas o privadas con una calidad mínima garantizada, especialmente en lo que se refiere a los retardos en las comunicaciones de voz.

Pero de poco hubiera servicio este esfuerzo tecnológico de operadores y fabricantes si el "muro" normativo que imposibilitaba este tipo de prácticas no se hubiera ido resquebrajando poco a poco durante los últimos tiempos hasta llegar a la situación actual. El Real Decreto de diciembre de 1995 redefinía el concepto de Grupo Cerrado de Usuarios, marcando un nuevo escenario de servicios de voz corporativa en régimen de autoprestación o a través de terceros y ampliando las expectativas comerciales de las

nuevas posibilidades de Frame Relay para integrar telefonía, fax y datos. Sin embargo, de momento, su uso continúa restringido al ámbito corporativo delimitado en el citado Real Decreto.

Como era de esperar, los operadores de servicios de telecomunicación no han dejado escapar la ocasión que les brindaba esta conjunción de oportunidades tecnológicas y normativas. En la actualidad, existen en España al menos cuatro ofertas en diferentes estadios de desarrollo: BT Telecomunicaciones, Telefónica Transmisión de Datos (TTD), Telemedia International y Global One. Cable & Wireless, pese a disponer de un consolidado servicio internacional de Frame Relay, todavía no proporciona la integración de voz y datos sobre esta tecnología; tampoco IGR, que se encuentra a la espera de los planes de EDS, su nuevo propietario, para aliarse con algún operador internacional.

BT Telecomunicaciones

Lanzado comercialmente el pasado mes de febrero, el servicio de voz y datos sobre Frame Relay de BT Telecomunicaciones ofrece cobertura nacional y va dirigido por limitaciones normativas a Grupos Cerrados de Usuarios y especialmente a aquellos con tráficos de datos en estrella entre central y sucursales, y con pocas conversaciones simultáneas entre sucursales, de modo que sea suficiente un acceso de 64 Kbps o de 128 Kbps.

El servicio, que integra el tráfico de voz a las prestaciones convencionales del Servicio Concert Frame Relay de la firma, se apoya tecnológicamente en la implementación de circuitos virtuales permanentes (CVP) de alta prioridad para el transporte de voz y en los equipos IFRAD (Integrated Frame Relay Access Device), que, a diferencia de los tradicionales FRAD, integran tráfico de voz, fax y datos. El servicio incluye el alquiler opcional de IFRADs y centralitas, tiene tarifa plana y su conectividad es total, con interfaces de voz analógicos y digitales. Se pueden definir planes de numeración privados y la función de operadora centralizada.

BT trabaja con los IFRAD Motorola 6520, que utilizan tecnología DSP y los algoritmos CVSELP, que comprimen la voz a 8 Kbps. El CIR de CVP prioritario de voz es igual a 12 Kbps por el número de canales de voz. EL fax se soporta a 4,8 y 9,6 Kbps.

Una de las opciones del servicio consiste en el suministro (alquiler o compra) y gestión de los equipos de acceso (routers, IFRADs y centralitas). También opcionalmente se proporciona backup RDSI. La gestión del servicio recae en el Centro de Gestión y control de Red, operativo las 24 horas del día, que incluye el Centro de Atención al Cliente, servicio de asistencia telefónica para todos los aspectos relacionados con el servicio.

TTD

La estructura de precios del servicio DataVoz de Telefónica Transmisión de Datos (TTD), operativo desde el pasado mes de mayo con cobertura nacional, consta de una cuota inicial, que se paga al contratar el servicio, y de una cuota mensual basada en el concepto de tarifa plana. En todos los casos el precio del servicio incluye la instalación,

configuración, supervisión y tratamiento de incidencias, así como helpdesk, gestión y mantenimiento.

Existen tres modalidades de contratación. En la modalidad estándar, que contempla un contrato a tres años, los equipos son propiedad de Telefónica y el cliente no paga el alta inicial de los circuitos. La modalidad con pago inicial del alta de los circuitos es similar a la anterior, salvo en lo que se refiere a la duración del contrato. Finalmente, la tercera modalidad, la de cuota mensual más reducida, se dirige a aquellos usuarios que tienen en propiedad los equipos. Por lo que respecta a los parámetros de calidad, la disponibilidad asociada a la red de cliente del servicio, cuando se utiliza backup en las líneas de acceso, será superior al 99,80%. Sin backup de líneas de acceso, desciende al 99,50%. El valor del retardo en la red de cliente objetivo es para el 90% de los casos de 80 ms sobre una configuración de referencia.

TTD monitoriza, supervisa y configura de extremo a extremo el servicio, incluyendo la red de transporte, las líneas de acceso y los equipos en el domicilio del cliente. El tiempo de duración de averías en capitales de provincia y ciudades con más de 100.000 habitantes es para el 90% de los casos inferior a 4 horas.

La supervisión, gestión y control del servicio y los equipos se realizan desde el Centro Nacional de Control (CNC). El HelpDesk del servicio está disponible 24 horas al día todos los días del año y está equipado con un sistema de diagnóstico de averías que cubre la red de cliente completa.

La voz se comprime con el algoritmo CELP a 8 ó 16 Kbps. Como la calidad de la voz tiene un fuerte componente de subjetividad se permite que el cliente elija la razón de compresión de la voz, que podrá ser diferente al valor recomendado de 8 Kbps. El efecto de estos cambios, que se pueden hacer de forma centralizada desde el Centro de control, es que en el ancho de banda contratado por el cliente quepan más o menos canales de voz, o que quede más o menos ancho de banda disponible para datos. Como se reservan 11 Kbps para un canal de voz comprimido a 8 Kbps, se pueden obtener hasta 5 canales en 64 Kbps.

Global One

Aunque también Global One ofrece servicios de voz y datos sobre Frame Relay, en la compañía existe el convencimiento de que esta tecnología no es la más adecuada para soportar comunicaciones telefónicas. Por ello, Gonzalo Castro, responsable del Departamento de Ingeniería de Sistemas de la filial española de Global One, destaca los planes de la firma para construir su propia red de voz a nivel nacional. Como un paso más para seguir un servicio de voz empresarial comparable a la Red Telefónica Conmutada, Global One está desarrollando a nivel nacional mediante otras técnicas su propia red de voz, Global VPN. Global VPN es una red de voz de última tecnología que proporciona importantes ahorros en costes, aporta servicios sin fallos y ofrece una amplia gama de características de servicios.

Por lo que se refiere concretamente a voz sobre Frame Relay, será en el último trimestre

del presente año cuando Global One integre esta posibilidad a su actual oferta. No obstante, en este momento ya se realizan soluciones personalizadas a medida según la problemática individual de cada cliente.

Para el responsable de Ingeniería de sistemas de Global One, este servicio no encierra complejidad alguna a nivel de gestión, puesto que los equipos utilizados son gestionables por cualquier plataforma estándar. Además, el nivel de servicio se controla según los parámetros de configuración iniciales, lo que determina el ancho de banda a utilizar por los canales de voz, el número de dichos canales y los tamaños de trama para ajustarlos a niveles que no perjudiquen a la transmisión de datos (tamaños de trama excesivamente pequeños) o a la transmisión de voz (tamaños de trama demasiado grandes).

Telemedia Internacional

En TMI (Telemedia international), el compromiso con Frame Relay parece claro, tanto por razones tecnológicas como de costes. Frame Relay constituye el medio de soporte idóneo para la integración de las comunicaciones de empresas, permitiendo aunar voz, fax, datos de alta y baja velocidad y multimedia, a través de redes públicas o privadas. Dicha integración permite a los usuarios eliminar la necesidad de redes paralelas de voz y datos, ahorrando a las organizaciones costes innecesarios de acceso a diferentes redes. La flexibilidad de esta tecnología en cuanto a fácil configuración y compatibilidad con todo tipo de protocolos, le convierte además en el medio idóneo para la conversión a la tecnología de vanguardia por excelencia : ATM.

Las características del servicio TMI se atienen a lo que el usuario puede esperar de este tipo de ofertas: alta velocidad de conexión, desde 64 Kbps a 2 Mbps, establecimiento de circuitos virtuales permanentes entre los diferentes puntos a conectar, definición de los CIR de forma que permitan la optimización de uso de circuitos frente al coste asociado a los mismos y de modo que permita la optimización de uso de circuitos frente al coste asociado a los mismos, definición de CIR unidireccionales, bidireccionales, simétricos o asimétricos, acceso mediante circuitos punto a punto o a través de la RDSI y backup mediante RDSI.

Además de la operación del servicio, TMI proporciona estudios de asesoramiento, diseño y dimensionamiento de la capacidad de los enlaces, según los tipos de aplicaciones y criticidad de las mismas.

TMI ofrece servicio de ventanilla única en cualquier país del mundo, y gestiona las conexiones de extremo a extremo y los equipos y dispositivos necesarios para la operación del servicio, permitiendo los cambios de configuración de usuario dentro de un período de 24 horas.

Glosario

- **Bc (Committed Burst Size).**

Volumen máximo de datos que puede ser transferido por un circuito virtual

permanente durante un intervalo de tiempo T.

- **Be (Excess Burst Size)**

Volumen de superación autorizado por encima del umbral Bc

- **BECN (Backward Explicit Congestion Notification)**

Esta información se añade a las tramas que viajan en sentido contrario a las tramas que encontraron congestión. Esta información se ha diseñado para ayudar a los protocolos de alto nivel a emprender la acción adecuada respecto al control de flujo.

- **CBS (Committed Burst Size)**

Máxima cantidad de datos (en bits) que el proveedor de la red acuerda transferir bajo condiciones normales de trabajo de la red durante un intervalo de tiempo.

- **CIR (Committed Information Rate)**

Tasa de transferencia autorizada en condiciones normales de operación. Parámetro que permite elegir a cada usuario una velocidad media garantizada en los dos sentidos de comunicación para circuito virtual.

- **CLLM (Consolidated Link Layer Management)**

Mecanismo alternativo de señalización que indica la existencia de situaciones de congestión.

- **DE (Discard Eligibility)**

Bit de "equidad" del campo de cabecera de las tramas que se utiliza para asegurar que los usuarios que precisan un ancho de banda intensivo no bloqueen al resto. DE situado en 1 indica baja prioridad, a descartar si es necesario; por el contrario, DE situado en 0 indica alta prioridad.

- **DLCI (Data Link Connection Identifier)**

Número de identificación de pertenencia de una trama a un circuito virtual, conexión lógica dentro del canal.

- **EBS (Excess Burst Size)**

Máxima cantidad de datos no validados (en bits) en exceso de CBS que la red intentará enviar durante un intervalo de tiempo. EBS recibe un tratamiento de descarte selectivo por parte de la red.

- **EIR (Excess Information Rate)**

Velocidad máxima autorizada

- **FCS (Frame Check Secuence)**

Código de detección de errores ajustado a una trama

- **FECN (Forward Explicit Congestion Notification)**

Informa al encaminador que recibe la trama qque se ha experimentado congestión en el trayecto que ha atravesado ésta.

- **Frame Relay / ATM Network Internetworking**

Permite a los usuarios finales de dispositivos o redes Frame Relay comunicar entre sí a través de una red ATM.

- **Frame Relay Forum**

Asociación de usuarios y fabricantes de Frame Relay, con base en Mountain View, California. La organización se compone de comités que crean acuerdos de realización con el propósito de desarrollar normas basadas en Frame Relay. Los acuerdos se crean mediante la información y sugerencias de los miembros de la comunidad. El Forum dispone de material técnico e información de marketing sobre Frame Relay.

- **FUNI (ATM Frame User Network Interface)**

Especificación del ATM Forum que despliega un servicio ATM de 64 Kbps a 2 Mbps mediante la conversión de tramas Frame Relay en ATM y viceversa.