

# **VOZ SOBRE FRAME RELAY**

Trabajo realizado por : Gustavo Salvucci [g\\_salvucci@ubbi.com.ar](mailto:g_salvucci@ubbi.com.ar)  
Luis Virues [l\\_virues@yahoo.com.ar](mailto:l_virues@yahoo.com.ar)

Cátedra : Arquitectura de redes

Año : 2003

## **INDICE**

Introducción	1
Características técnicas	1
Servicios de Voz y Datos en Frame Relay	2
Compartimiento de ancho de banda	3
Circuitos Virtuales	4
Posibles problemas de VoFR	4
Retardo en la comunicación	4
Priorización de las tramas	5
Tipos de información	6
Multiplexación	7
Subcanales y DLCIs	7
Formato de las tramas	8
Formato de la subtrama	9
Codificación de la voz	10
Ejemplo de subtramas	11
Transmisión de los dígitos telefónicos	13
Transmisión de FAX	13
Conclusión	14

## Introducción

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 área networks) y redes de área extensa (WANs, wide área 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 a 2.048 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 router 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 E1 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 routers asociados, para conectarse con cualquiera de los otros lugares, con un total de seis líneas dedicadas y 12 routers
- Método de Frame Relay: En este método de red pública, cada instalación requiere una única línea dedicada (alquilada) y un router 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.

## 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.

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 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 de Voz y Datos en Frame Relay**

Durante mucho tiempo, a la 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.

### **Compartimiento de ancho de banda**

La integración de servicios comporta una serie de beneficios, como la gestión única y el Compartimiento 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, el 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, el 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 requerimiento 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 quién lo necesite. Por ejemplo, durante las hora 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 llega 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 deferentes 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 nivel 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.

### **Posibles problemas de VoFR**

#### **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 extremo 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**

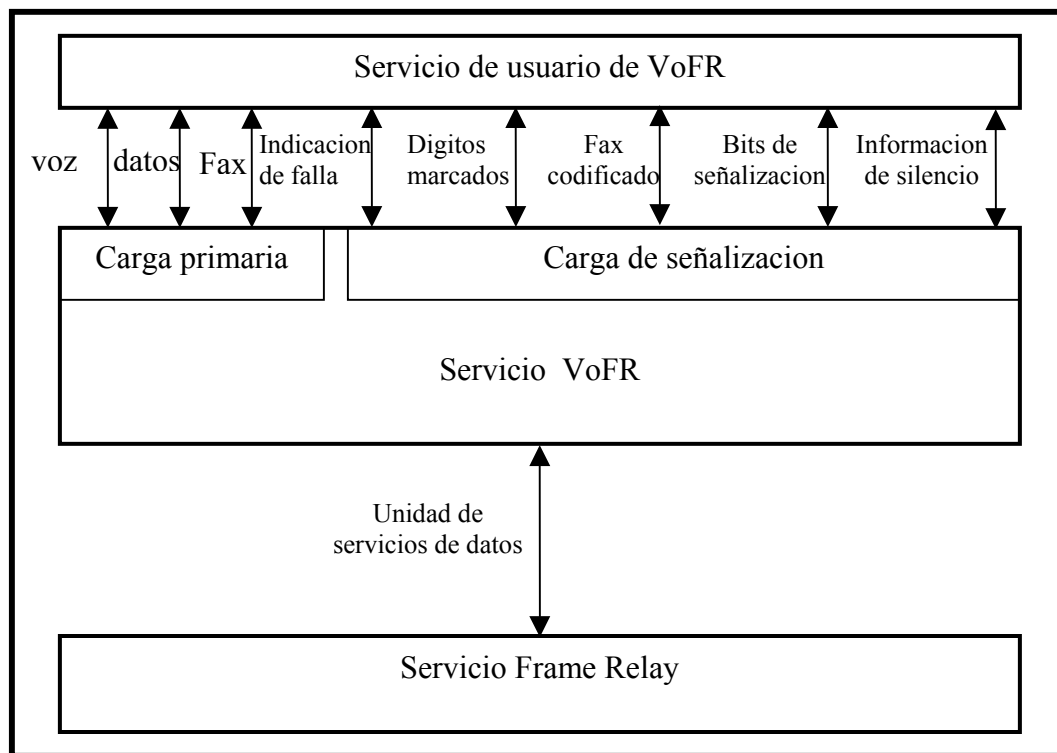
Para ayudar a minimizar el retardo de extremo a extremo y mitigar los efectos del retardo diferencial es preciso aplicar algún tipo de priorización a las tramas de voz y datos que entran en la red. Los fabricantes de FRAD implementan la priorización permitiendo a los usuarios la opción de definir niveles 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

### Tipos de información

Frame Relay permite el transporte de diversas fuentes de información (carga útil); fundamentalmente hay dos tipos, la carga primaria y la carga de señalización

- *Carga útil primaria* : Dentro de la carga útil primaria hay tres tipos , ellos son Voz codificada , FAX codificado o datos de MODEM en la banda de voz y tramas de datos.
- *Carga útil de señalización* : Los tipos de carga de señalización son , los dígitos marcados , bits de señalización (señalización asociada al canal) , indicación de falla , señalización orientada a mensaje (señalización de canal comun) , FAX codificado , y descriptor de información de silencio.

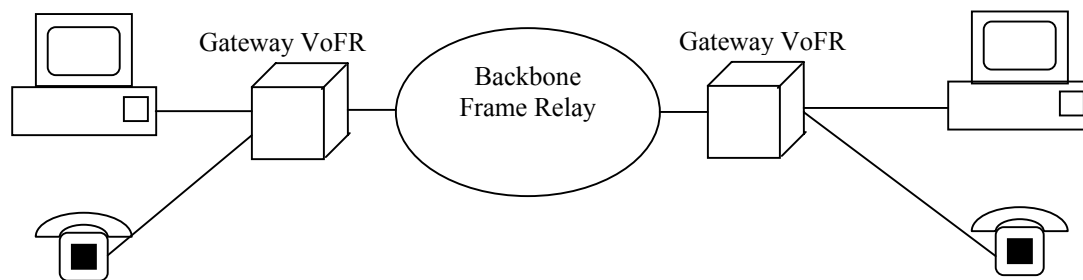




## Multiplexación

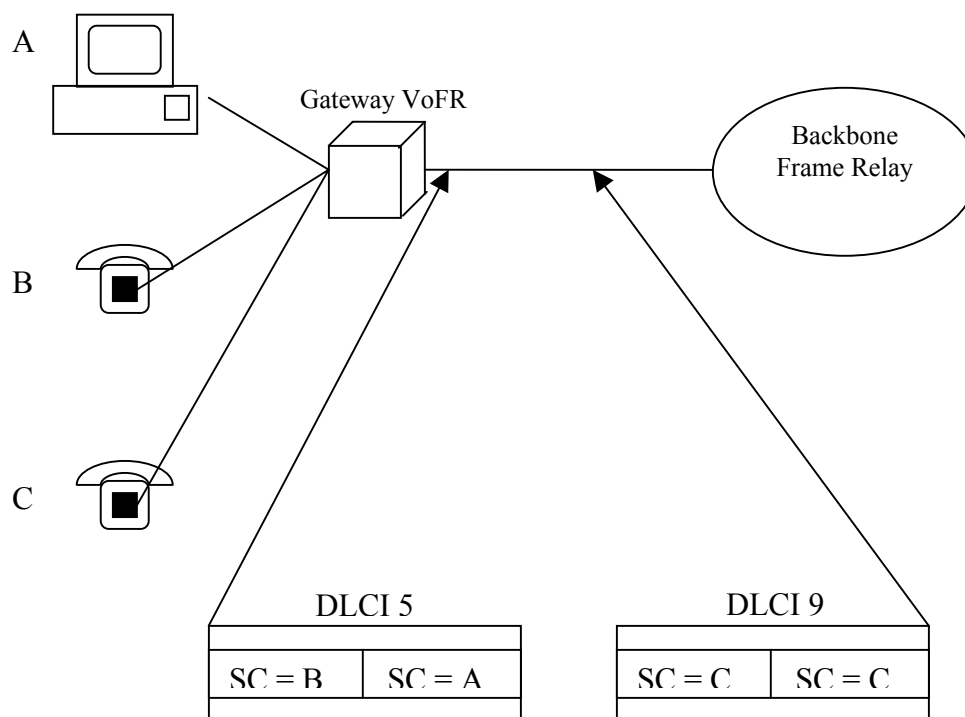
Uno de los componentes clave del transporte de voz sobre Frame Relay (VoFR) es el servicio de multiplexado , el cual soporta múltiples canales de voz y datos sobre una simple conexión Frame Relay. En la figura se puede observar como múltiples cadenas de tráfico de usuario ( llamados subcanales ) consistentes en diferentes flujos de transmisión de voz y de datos son multiplexados a través de un DLCI (identificador de conexión del enlace de datos) .

VoFr es el responsable de repartir las tramas en el receptor en el orden en que fueron enviadas por el transmisor.



## Subcanales y DLCIs

En la figura siguiente se muestra la relación de los subcanales y los DLCIs. Las aplicaciones de los usuarios A y B son multiplexadas en un circuito virtual , identificado con DLCI 5. La aplicación del usuario C es multiplexada en otro circuito virtual , identificado con DLCI 9. Es responsabilidad del Gateway VoFR ensamblar los subcanales en la trama VoFR.

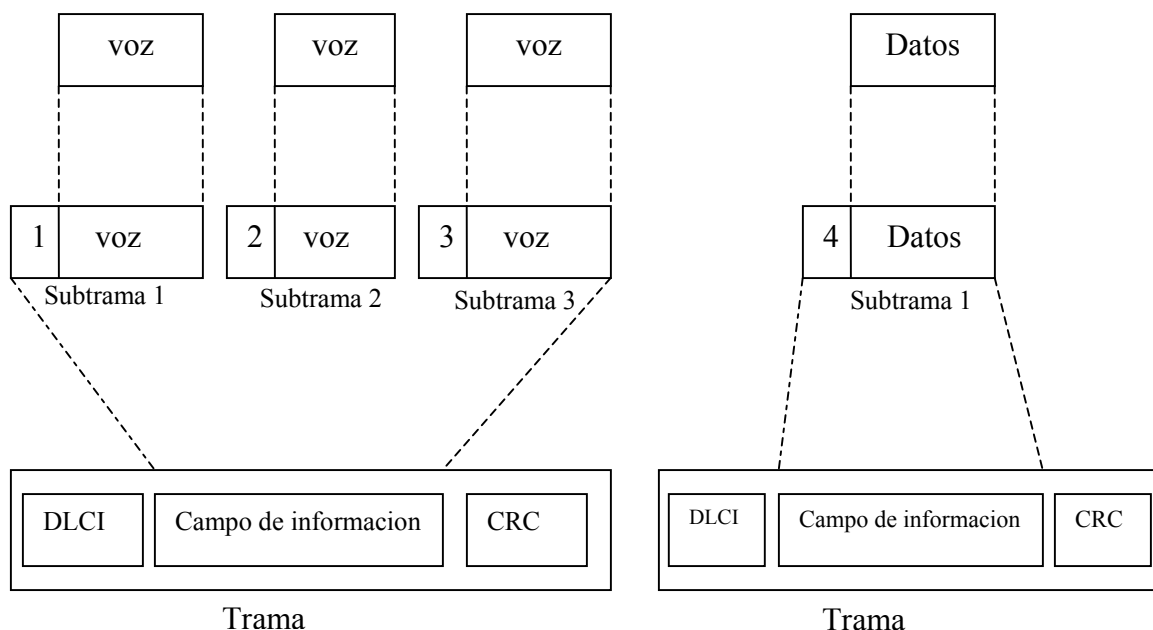


### Formato de las tramas

El tráfico de voz y de datos es multiplexado dentro de un enlace de conexión de datos VoFR. Cada carga útil es empaquetada en una subtrama dentro del campo de información de la trama. Las subtramas son combinadas dentro de una única trama para incrementar la eficiencia de procesamiento y de transporte.

Cada subtrama contiene un encabezado y una carga útil, el encabezado identifica el subcanal de voz/datos y cuando se requiere, el tipo de carga útil y el tamaño.

En la figura siguiente un único DLCI soporta tres canales de voz y un canal de datos, en donde los tres canales de voz son empaquetados en una trama y el canal de datos es empaquetado en la trama siguiente.



### Formato de la subtrama

Cada subtrama consiste de un encabezado de longitud variable y la carga útil. La mínima longitud del encabezado es de un octeto, este contiene los bits menos significativos del identificador del canal de voz/datos junto con los indicadores de extensión y longitud. Otro octeto contiene los bits mas significativos del canal de voz/datos y el tipo de carga útil esta presente cuando la indicación de Extensión esta seteada. Un octeto que indica la longitud de la carga útil esta presente cuando la indicación de Longitud esta activada.

8	7	6	5	4	3	2	1	Octetos
EI	LI	Identificación de subcanal (CID) (6 bits menos significativos)						1
CID (msb)		0 Reserva	0 Reserva	Tipo de carga util				1a
Longitud de la carga util								1b
Carga util								p

*Indicación de Extensión (octeto 1)* : El bit de indicación de Extensión (EI) es seteado para indicar la presencia del octeto 1a . Este bit debe ser seteado cuando el valor de identificación de subcanal es mayor a 63 o cuando se indica el tipo de carga útil.

*Indicación de Longitud (octeto 1)* : El bit de indicación de longitud (LI) es seteado para indicar la presencia del octeto 1b . El bit LI de la ultima subtrama contenido dentro de una trama es siempre borrado y el campo de longitud de trama no esta presente. Los bits LI son seteados para cada una de las subtramas precedentes a las ultimas subtramas.

*Indicación de subcanal (octetos 1 y 1a)* : Los seis bits menos significativos de la identificación de subcanal son codificados en el octeto 1. Los dos bits mas significativos de la identificación de subcanal son codificados en el octeto 1a. Un valor de cero en los dos bits mas significativos esta implícito cuando el octeto 1a no esta incluido en el encabezado VoFR .

*Tipo de carga útil (octeto 1a)* : Este campo indica el tipo de carga útil contenido en la subtrama .

Bits				Tipo de carga
4	3	2	1	
0	0	0	0	Sintaxis de transferencia de carga útil primaria
0	0	0	1	Sintaxis de transferencia de dígitos marcados
0	0	1	0	Sintaxis de transferencia de bits de señalización
0	0	1	1	Sintaxis de transferencia de FAX
0	1	0	0	Descriptor de información de silencio

*Longitud de la carga útil (octeto 1b)* : La longitud de la carga útil contiene el numero de octetos que siguen al encabezado . Este octeto indica la presencia de dos o mas subtramas en el campo de información de la trama.

*Carga útil* : La carga útil contiene alguno de los tipos de carga que fueron definidos en el octeto de tipo de carga útil.

## Codificación de la voz

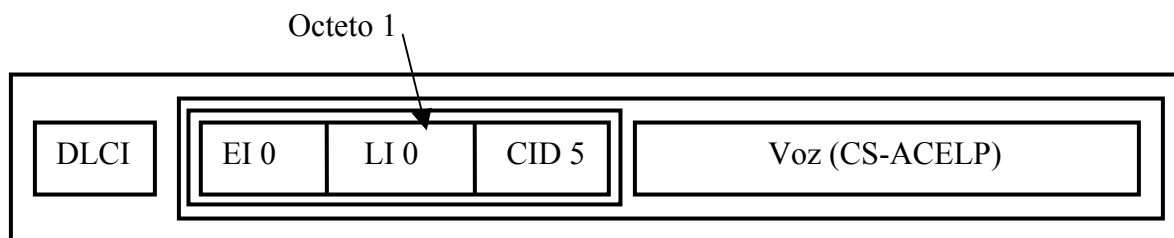
En el caso en que se este transmitiendo trafico de voz el VFRAD es el encargado de digitalizar la voz.

Usando la codificación PCM se obtiene una tasa de bits de 64 Kbps , la cual es muy alta para transmitir muchos flujos de voz simultáneos , es por eso que se usan otros codificadores de voz ( detallados en la tabla siguiente ) que permiten reducir la tasa de bits sin degradar la calidad de la voz.

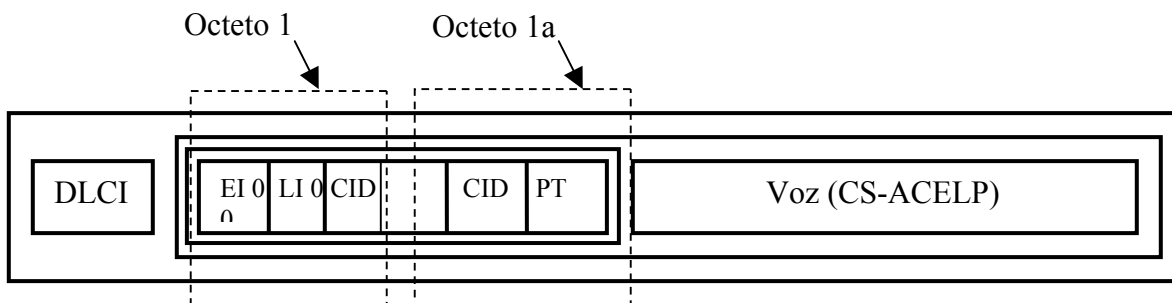
Documento de referencia	Descripción
ITU G.729	Codificación de voz a 8 Kbps usando codificación “estructura conjugada-codificación predictiva lineal exitada algebraica” (CS-ACELP)
ITU G.711	Modulación de pulso codificado
ITU G.726	Modulación de pulso codificado Adaptiva Diferencial a 40, 32, 24, 16 Kbps (ADPCM)
ITU G.727	Modulación de pulso codificado Adaptiva Diferencial de muestra enclavada de 5, 4, 3 y 2 bits
ITU G.764	Protocolo de voz paquetizada
ITU G.728	Codificación de voz a 16 Kbps usando codificación de predicción lineal exitada de bajo retardo
ITU G.723.1	Codificador de voz para comunicaciones multimedia de doble velocidad transmitiendo a 5.3 y 6.3 Kbps
ITU G.723.1 Anexo A	Esquema de compresión de silencio
ITU G.723.1 Anexo B	Especificación alternativa basada en aritmética de punto flotante
ITU G.723.1 Anexo C	Esquema de codificación de canal escalable para aplicaciones inalámbricas

### Ejemplo de subtramas

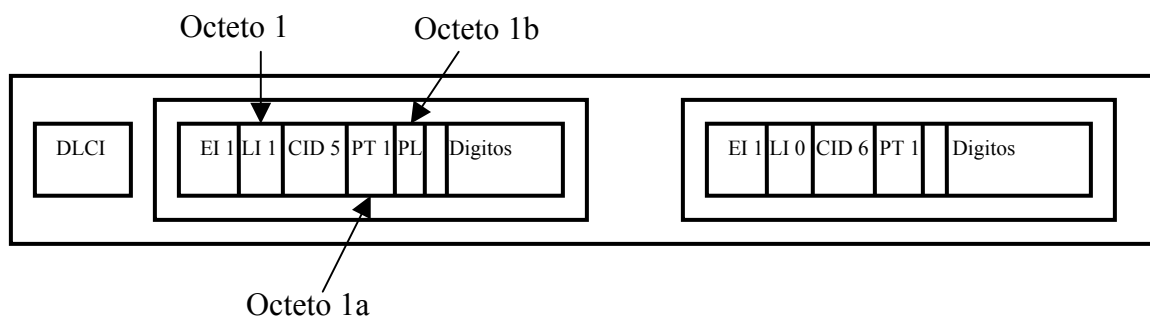
En la figura se muestra una trama que contiene una carga útil de voz con un bajo número de subcanales. Los octetos 1a y 1b no son requeridos. La carga útil, una muestra CS-ACELP, comienza después del octeto 1.



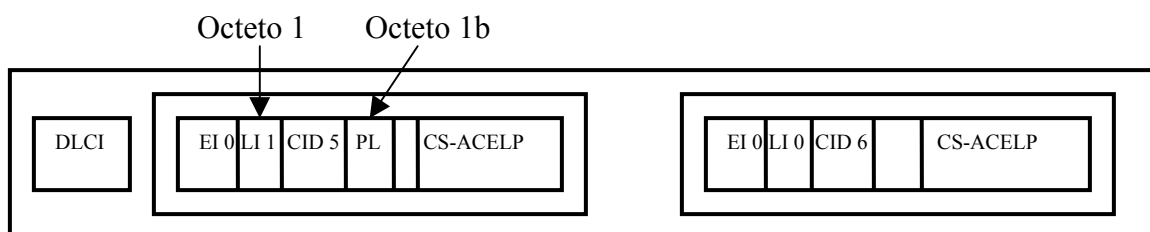
En la figura se muestra una trama que contiene una carga útil de voz con un alto número de subcanales (>63). El octeto 1a debe ser incluido. Note que el tipo de carga útil es cero, indicando la sintaxis de transferencia que fue configurada para este canal, en este caso CS-ACELP.



La figura siguiente muestra una trama que contiene múltiples subtramas para los canales 5 y 6. En este caso el tipo de carga útil es diferente de cero y el octeto 1a es requerido para codificar el tipo de carga útil. La primera de las dos subtramas incluye el octeto 1b con la longitud de la carga útil codificada.



La figura siguiente muestra una trama que contiene múltiples subtramas para los canales 5 y 6. En este caso el tipo de carga útil es cero y la longitud de la carga útil (octeto 1b) aparece en la primera de las dos subtramas.



### Transmisión de los dígitos telefónicos

Cuando usamos Frame Relay para transmitir señales de voz debemos transmitir también los dígitos telefónicos correspondientes al teléfono al cual queremos comunicarnos , a continuación explicamos como se realiza esta transmisión.

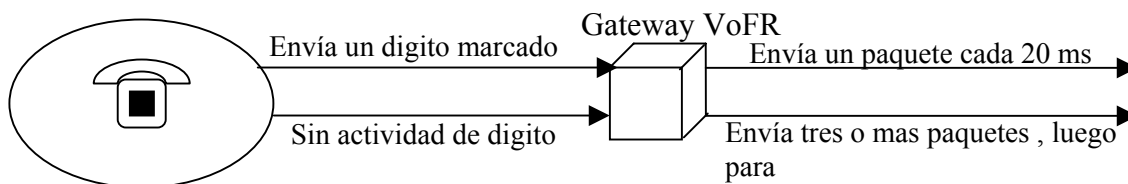
La carga útil de los dígitos marcados contiene los dígitos entrados por el usuario que realiza la llamada y otros parámetros de control. La transmisión ocurre sobre una red digital y las señales telefónicas son dual tono multi-frecuencia (DTMF) , es por ello que DTMF no esta permitido en las especificaciones VoFR y las señales analógicas son substituidas por representaciones binarias.

Se usa una ventana de 20 ms para codificar el flanco que ocurre cuando se pulsa o se suelta un dígito. Este es el tiempo delta ,0 a 19 ms ,desde el comienzo de la trama actual en ms.

Si no hay transición , la ubicación del flanco será seteada a 0 y el tipo de dígito de la ventana previa será repetido.

La figura siguiente muestra un ejemplo de cómo los dígitos marcados son puestos en la carga útil. Cuando el transmisor VoFR detecta un dígito marcado comienza a enviar la carga útil , la cual es repetida cada 20 ms. Cada carga cubre 60 ms de información de dígitos pulsados/soltados . Consecuentemente hay una redundancia de información. El receptor VoFR recibe la carga de dígitos marcados , este genera los dígitos marcados de acuerdo a la ubicación del flanco ascendente y descendente.

Después de un flanco descendente y antes de uno ascendente se aplica silencio y los dígitos son generados después de un flanco ascendente y antes de uno descendente.



### Transmisión de FAX

El trafico de FAX es transportado por VoFR usando los mismos conceptos empleados para los datos , dígitos marcados , o trafico de señalización. El trafico es encapsulado en la subtrama Frame Relay y permanece transparente a la red Frame Relay. El gateway VoFR es el responsable de manejar las operaciones específicas de FAX.

VoFR soporta el estándar mundial para el grupo 3 de sistema facsímil , el cual es definido en la ITU-T.4 . Además VoFR soporta varias ITU-T V series de modems , también como la especificación de fax V.17 para 7.2 , 9.6 , 12 y 14.4 Kbps.

Dado que Frame Relay debe transportar señales de control de fax y MODEM entre las maquinas de los usuarios , la subtrama VoFR es codificada para identificar los parámetros de operación que son necesarios entre los modems transmisores y receptores. Por ejemplo , la subtrama contiene información del tipo de modulación usado por el MODEM transmisor , el tipo de MODEM (V.17 , V.33 , etc) y la velocidad (14.4 Kbps ,etc).

Los bits de información del fax/MODEM son puestos en el octeto 2c de la carga útil de la subtrama . Este paquete de carga útil es llamado paquete modulador. Este paquete es enviado cuando el gateway VoFR detecta un tono de frecuencia. Los bits EI1 y EI2 son seteados a 1 y a 0 respectivamente y el numero de secuencia permanece en cero durante esta fase de handshake.

El tipo de modulación es seteado para identificar el tipo de MODEM que esta enviando esta información. Esta información es transportada en señales analógicas al gateway VoFR , el cual convierte las señales a códigos de 4 bits.

El gateway VoFR continua interpretando las señales analógicas del FAX/MODEM y las mapea en las subtramas Frame Relay. Después del handshake se colocan las imágenes del fax en las subtramas y se envían al gateway VoFR receptor. En este gateway VoFR los campos de datos en la subtrama son mapeados a señales analógicas para la interpretación y procesamiento en el FAX/MODEM receptor.

## Conclusión

Donde VOFR cobra un mayor sentido y resulta más fácilmente justificable es en aquellos entornos controlados donde pueda soportar todo el tráfico de voz intracorporativo entre distintas sedes y oficinas empleando las instalaciones ya desplegadas para cursar el tráfico de datos interno . Del mismo modo, también su uso es recomendable cuando se está conectado a las redes internas de algún proveedor de servicios de voz . En el caso del tráfico corporativo interno, los usuarios con anchos de banda Frame Relay inutilizados pueden ahorrar dinero haciendo llamadas de voz y fax aprovechando el uso de esos anchos de banda .

Algún día, la voz paquetizada –sea sobre Internet, Frame Relay o ATM– podrá volverse una alternativa razonable para hablar entre usuarios cualesquiera que sean, sin necesidad de que ambas partes estén usando el servicio de paquetes de que se trate . En este escenario, cualquiera de estas tres tecnologías podría proporcionar las mismas funciones esenciales que los servicios telefónicos convencionales .

En el presente, sin embargo, mientras se solucionan las cuestiones de interoperatividad y se avanza en una conectividad prácticamente universal, el campo de aplicación más inmediato de VOFR son las infraestructuras corporativas .