



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO**

ESCUELA SUPERIOR DE TIZAYUCA

**“Comparativa en la tecnologías de transmisión de voz sobre Frame
Relay e IP”**

Monografía

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES**

PRESENTA:

GUSTAVO ORTEGA OSORIO

ASESOR: M. en C. ANA SILVIA DÍAZ FERGADIZ ROLDÁN

TIZAYUCA, HIDALGO. JULIO 2009.

Índice general

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Justificación	9
Objetivos	10
Objetivos Específicos	10
Planteamiento del Problema	11
Estructura de la Tesis	12
1. Antecedentes Frame Relay.	13
1.1. Antecedentes Frame Relay.	13
1.1.1. Definición Frame Relay	13
1.1.2. Protocolos y arquitectura (Modelo Frame Relay)	15
1.1.3. Extensión LMI	18
1.1.4. Formato de Mensajes LMI	18
1.2. Procedimientos Frame Relay.	21
1.2.1. Velocidad de la información y clase de servicios	21
1.2.2. Congestión en una red Frame Relay.	22
1.2.3. Servicio multicast	23
1.3. Productos Frame Relay.	23
1.3.1. FRADs (Dispositivo de Acceso Frame Relay)	24
1.3.2. Bridges and Routers.	25
1.3.3. Switches.	25
1.3.4. Interface Pc anfitrión.	25
1.3.5. Analizadores de protocolo.	26
1.3.6. Software de Aplicación	26
1.4. Servicios Frame Relay	26
1.4.1. Proveedores de servicio.	27

1.5.	Proveedores de servicios de Internet con soporte de acceso Frame Relay. . . .	28
1.6.	Conclusiones	28
2.	Introducción a Voz sobre IP y Conceptos.	29
2.1.	Antecedentes	29
2.1.1.	VoIP	29
2.1.2.	Protocolo IP Y VoIP.	30
2.1.3.	Estándares y protocolos el estándar h.323	32
2.1.4.	Ancho de Banda Necesario.	34
2.1.5.	Calidad en la Transmisión de la Voz	35
2.2.	Equipos Para Voip	35
2.2.1.	Terminales	35
2.2.2.	Gateways.	36
2.2.3.	Gatekeepers	38
2.2.4.	Multipoint Control Units (Unidad de Control Multipunto)	40
2.3.	Aplicaciones	41
2.3.1.	Centros de llamadas (Call centers):	41
2.3.2.	Redes Privadas virtuales de Voz.	41
2.3.3.	Centros de llamadas por el WEB	41
2.3.4.	Aplicaciones de FAX.	42
2.3.5.	Multiconferencia.	42
2.4.	Conclusiones.	42
3.	Comparación entre VoFR Y VoIP	43
3.1.	Comparación.	43
3.2.	Redes de paquetes de datos.	43
3.2.1.	Integración de voz y datos en una red corporativa	45
3.2.2.	Voz digitalizada y fax.	45
3.3.	Determinación de los troncales requeridos.	46
3.4.	Llamando sobre las redes de voz y datos.	47
3.4.1.	Importancia de la transparencia en la Interoperabilidad telefónica. . .	48
3.4.2.	Funcionalidad de la Integración.	49
3.5.	Comparando VoFR Y VoIP de acuerdo a la tecnología de paquetes.	51
3.6.	Comparación en consumo de ancho de banda	52
3.7.	Comparando capacidades del troncal telefónico (con integración de datos). .	53
3.8.	Integración voz/fax en background y tiempo real.	54
3.9.	Comparación de capacidad de troncales VoFR y VoIP (sin integración de datos). 55	
3.10.	Retardo y jitter en las redes.	56
3.11.	Comparando priorizaciones entre VoFR y VoIP.	57
3.12.	Comparación de las segmentaciones.	58
3.13.	Comparación de servicios WAN.	59
3.14.	Conclusión	62

Conclusiones	66
Apéndices	70
Glosario	72

Índice de figuras

1.1.	Gráfica que muestra el futuro de Frame Relay.	15
1.2.	Conexiones Frame Relay y circuitos virtuales.	17
1.3.	Formato de Mensaje LMI.	19
1.4.	Protocolo de transporte.	20
1.5.	Muestra gráficamente el problema de congestión.	23
1.6.	FRAD Data Comm for Business Inc.	24
2.1.	Conexión de una red de datos por el protocolo IP.	30
2.2.	Esquema de codificación de voz para ser enviado a Internet.	31
2.3.	Pila de protocolos en VoIP.	34
2.4.	Componentes de una LAN.	36
2.5.	Modelo genérico de un Gateway H.323	38
2.6.	Se muestra como se compone el MCU.	40
3.1.	Típica red de voz sobre Frame Relay	46
3.2.	Típica red de voz sobre IP	47
3.3.	Ancho de banda requerido por numero de troncales disponibles.	54
3.4.	Velocidad de acceso de la Wan y tamaño de paquetes enviados.	58

Índice de cuadros

1.1. Comparativa Frame Relay y X.25	16
1.2. Velocidad de acceso Frame Relay	22
3.1. Capacidad de información de los dispositivos de integración de voz y datos. .	48
3.2. Tabla de contenidos comunes.	48
3.3. Promedio máximo de ciclos en troncales.	53
3.4. Ancho de banda residual.	53
3.5. Costos en dolares de Frame Relay e IP.	62
3.6. Comparativa de Frame Relay e IP	64

Resumen

Debido al crecimiento e implementación de nuevas tecnologías en las empresas y las necesidades de comunicación de las mismas, el mercado de las telecomunicaciones ha sido llevado a niveles altos en los cuales se debe de pensar en servicios o equipos que suplan todas las necesidades de los clientes al menor costo y optimizando los recursos con que cuenta la empresa.

El objetivo del presente trabajo es realizar una comparación en la funcionalidad entre las dos las dos tecnologías voz sobre Frame Relay y voz sobre IP, dando a los usuarios la mejor solución de comunicaciones (voz y datos sobre una misma plataforma).

En el trascurso del trabajo se estudiará la tecnología frame relay, para llegar a la aplicación de voz sobre Frame Relay y la forma de cómo esta tecnología combina sus tramas de datos con las tramas de voz y hace posible la transmisión de ambos servicios sobre es una misma plataforma como lo es Frame Relay.

Este protocolo ha tenido mucha aceptación en las empresas, por ser una red de conexión WAN y por la posibilidad de interconectar con protocolos de redes de área local y viceversa.

De manera similar se estudiara el uso de la voz sobre IP, un protocolo que se desarrollo para la transmisión de datos a nivel de redes de área local. Se darán a conocer las especificaciones para que sea posible el transportar la voz sobre una plataforma IP, luego se plantearan ciertas comparaciones útiles entre ambas tecnologías, resaltando las ventajas y desventajas que influyan en la implementación de alguna de las dos.

Finalmente se llegó a la conclusión de que tecnología ofrece las mejores herramientas, dependiendo de las necesidades del cliente o bien de las plataformas o recursos que cuente y estén en uso.

Abstract

Due to the growth and implementation of new technologies in the companies, and the new needs of communication of the same, the market of the telecommunications has been taken to high levels about which it is, the telecommunications market has led to high levels in which they should think of services or equipment that supplies all the needs of customers at the lowest cost and maximize the resources available to the company.

The objective of this work is to compare the functionality between the two technologies, both voice over frame relay and voice over IP, giving users the best possible communications (voice and data on one platform).

In the course of the study was to access the frame relay technology to get the implementation of voice over frame relay and the way how this technology combines data frames with frames of voice and makes possible the transmission of both services is on a same platform, such as frame relay.

This protocol has been very popular in the enterprises, is a WAN network connection and the possibility of networking protocols with local area networks and local area networks with WAN.

Similarly consider the use of voice over IP, a protocol was developed for data transmission at the level of local area networks. Will be released the specifications to make it possible to carry voice over an IP platform, then create some useful comparisons between the two technologies, highlighting the advantages and disadvantages that affect the implementation of either.

Finally one would reach the conclusion that technology offers the best tools, depending on customer needs or platforms or resources that have and are in use.

Introducción

Actualmente son muchas las empresas a nivel mundial, que tienden a la necesidad de interconectar sus LAN (Redes de Área Local), por lo que han tenido que invertir en líneas dedicadas y equipos de interconectividad lo cual es algo costoso, mucho se comenta también de Internet, un protocolo que ha tenido una aceptación mundial y que ha convertido en una necesidad para las empresas que no quieren salir del mercado, ya que los mismos negocios han evolucionado y llevado las ventas a través de Internet, explotando mas los recursos tecnológicos de la época.

Las empresas que venden los equipos de telecomunicaciones, están compitiendo para ofrecer las mejores tecnologías y los mejores productos que optimicen el ancho de banda y aprovechen los recursos actuales, sin tener que migrar a una nueva tecnología, un claro ejemplo son aquellas empresas que cuentan con un enlace Frame Relay.

Las empresas que se dedican a prestar los servicios de transporte de datos, nos presentan varias alternativas como lo son: ATM (Modo de Transferencia Asíncrono), RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), Frame relay, fibra óptica, MPLS (Conmutación de etiquetas multiprotocolo). Otro servicio adicional para la ínter conectividad entre LANs es el servicio de voz y video sobre el mismo canal de datos, esto con el fin de mantener las comunicaciones a un costo menor y con una calidad aceptable.

En la búsqueda de ahorros para las grandes empresas han tomado una dirección que apunta a las telecomunicaciones, principalmente en explotar y optimizar los recursos que cuentan, la transmisión de voz por redes ya existente podría generar muchos ahorros.

Justificación

Con la revolución tecnológica que representaron las redes de datos, se comenzó con la búsqueda de nuevas estrategias con el fin de utilizar estos sistemas de transporte de datos para transmitir voz, con el objetivo de hacerlo más veloz y eficaz, manteniendo los costos de implementación y cableados.

Desde la invención de los sistemas de telecomunicaciones, uno de los primeros tipos de información enviados siempre ha sido la voz, primero con el teléfono hasta nuestros días. Con la revolución tecnológica que representaron las redes de datos, se comenzó con la búsqueda de nuevas estrategias con el fin de utilizar estos sistemas de transporte de datos para transmitir voz (VoIP, VoFr),

El crecimiento y fuerte implantación de las redes de datos, tanto en local como en remoto, el desarrollo de técnicas avanzadas de digitalización de voz, mecanismos de control y categorización de tráfico, protocolos de transmisión en tiempo real, así como el estudio de nuevos estándares que permitan la calidad de servicio en las redes de datos, han creado un entorno donde es posible transmitir telefonía sobre IP y frame relay.

Si a todo lo anterior, se le suma el fenómeno Internet, junto con el potencial ahorro económico que este tipo de tecnologías puede llevar acarreado, la conclusión es clara: El VoIP (Protocolo de Voz Sobre Internet) y el VoFr (Voz a través de Frame Relay) es un tema ^aatractivo estratégico para las empresas.

La convergencia de las redes de telecomunicaciones actuales supone encontrar la tecnología que permita hacer convivir en la misma línea la voz y los datos. Esto obliga a establecer un modelo o sistema que permita ^eempaquetar"la voz para que pueda ser transmitida junto con los datos. Teniendo en cuenta que Internet es la red de redes", desarrollar una tecnología de ámbito mundial nos dirige claramente al protocolo IP (Protocolo de Internet) y a encontrar el método que nos permita transmitir voz a la vez que datos sobre ese protocolo. El problema tiene una "sencilla"solución: VoIP (Voz a través del Protocolo de Internet).

Objetivos

Dar a conocer la tecnología de transmisión de Voz sobre IP y Frame Relay, hacer una comparativa entre ambas tecnologías en cuanto a eficiencia, calidad en la transmisión de voz, y calidad de servicios que ofrecen ambos protocolos, así mismo las desventajas que pueden tener en el proceso de envío de voz.

Objetivos Específicos

- Detallar los componentes de la transmisión de voz a través de redes IP y Frame Relay.
- Establecer una comparativa entre las tecnologías de Voip y VoFr.
- Establecer una comparativa entre las tecnologías de Voip y VoFr.
- Mostrar las diferencias entre ambos protocolos de transmisión de datos y los problemas que presentan al enviar la voz.

Planteamiento del Problema

En el proceso de transmisión de voz en nuestros días es algo costoso, en la actualidad se buscan nuevas alternativas para reducir el costo y tener una calidad óptima en la transmisión y recepción de la voz.

Con la implementación de redes de comunicaciones globales, se busca el modo de empaquetar la voz utilizando los medios existentes para la comunicación, buscando con ello el ahorro de los costos y a su vez optimizar el uso de los enlaces disponibles.

Algunas empresas, tienen grandes costos de telefonía contando con una infraestructura que soporta la implementación de nuevas tecnologías de transmisión de voz, esto representa una inversión fuerte en el ámbito de telecomunicaciones, que por lo regular no se le da el estudio necesario para buscar un ahorro en estos sectores.

Estructura de la Monografía

Capítulo 1. Se centra en describir claramente los conceptos de frame relay, así como el hardware que se utiliza para el proceso del empaquetado de voz y los servicios que nos puede brindar.

Capítulo 2. Se definen los conceptos básicos de voz sobre ip y los componentes para realizar el empaquetado y transmisión de los mismos a través de una red.

Capítulo 3. Es una comparativa entre ambos protocolos de envío de voz, mostrando las ventajas y desventajas que existen entre ellas en aspectos de calidad, implementación. .

Capítulo 4. Establece las conclusiones generales.

Capítulo 1

Antecedentes Frame Relay.

1.1. Antecedentes Frame Relay.

El protocolo Frame Relay fue creado para utilizarse sobre interfaces de RDSI y como sucesor de los servicios basados en líneas dedicadas (T1 en EEUU y E1 en Europa). Frame relay es un protocolo introducido en los 80's y que creció rápidamente en los años 90's.

Las propuestas iniciales fueron entregadas por el Sector de Estandarización de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sector Telecomunicaciones) el CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) en 1984. A principios de los 90 se entregan soluciones para un servicio de datos multiplexados que permite la conectividad entre el equipo del usuario y equipos de red (switches). El trabajo sobre Frame Relay fue también tomado por ANSI (El Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) acreditado por el comité de estándares T1S1 en los Estados Unidos. Debido al auge del número de dispositivos que incorporan las tecnologías de conmutación X.25, Frame Relay y RDSI en una misma caja (FRAD), el número de usuarios de esta tecnología ha crecido enormemente. Actualmente se especifica en el estándar ITU-T I.233.

Las redes públicas y privadas Frame Relay se despliegan en casi todo el mundo, por ofrecer una alternativa eficiente y rentable a la tradicional y costosa renta de líneas de circuitos.

1.1.1. Definición Frame Relay

Frame Relay es un protocolo de red de comunicaciones que define cómo se direccionan las tramas por una red rápida de paquetes a partir del campo de dirección de la trama. Frame Relay aprovecha la fiabilidad de las redes de comunicaciones de datos para minimizar la comprobación de errores efectuada por los nodos de red [1].

La elevada velocidad que se puede obtener en las redes Frame Relay las convierte en idóneas para la conectividad de red de área amplia (WAN). Los administradores generalmente utilizan frame relay para conectar dos o más puentes de LAN a grandes distancias[1].

La arquitectura de red Frame Relay se basa en los servicios de portadora en modalidad de paquetes RDSI. Permite comunicaciones de datos por conmutación de paquetes a través de la interfaz entre dispositivos de usuario (por ejemplo routers, bridges y hosts) y equipos

de red (por ejemplo los nodos de conmutación). Los dispositivos de usuario generalmente se conocen como equipos terminales de datos (DTE), mientras los equipos de la red, que hacen de interfaz entre los DTEs, se les conocen como equipos de terminación del circuito de datos (DCE), y se le denomina interface Frame Relay.

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 (Velocidad de información suscrita) 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. Como no todos los circuitos virtuales utilizan en un mismo momento dado su ancho de banda reservado, un determinado circuito virtual 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. Por lo cual, 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 costo respecto a la distancia. En este punto, este tipo 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 costos.

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 su respectiva interfaz. También en 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 (Velocidad de información suscrita) 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, la relación costo rendimiento ofrecido por esta tecnología resulta la más ventajosa en configuraciones de red en las que el tráfico-punta medio es igual o superior y cuya utilización del ancho de banda total es aproximadamente del 35 %, el número de enlaces dedicados como IP(Protocolo de internet)/MPLS/VPN (Redes Privadas virtuales) sobrepasarán a las instalaciones frame relay y se proyecta que para 2011 un millón de enlaces Frame Relay y ATM serán migradas [19].

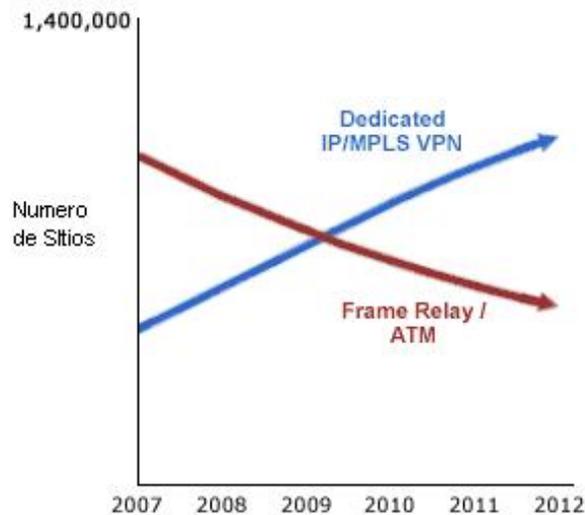


Figura 1.1: Gráfica que muestra el futuro de Frame Relay.

1.1.2. Protocolos y arquitectura (Modelo Frame Relay)

Frame Relay incorpora una interfaz de red del mismo tipo que el protocolo X.25. No obstante, Frame Relay difiere significativamente de X.25 en su funcionalidad y formato.

En particular, Frame Relay es un protocolo más tiralíneas, consiguiendo unas más altas prestaciones y una mayor eficiencia. Aunque X.25 trabaja mejor, a pesar de su antigüedad (años 70 y 80). Otra característica importante del Frame Relay es que explota los recientes avances en tecnologías de transmisión en redes de área extensa (WAN). Los primeros protocolos WAN, tales como X.25, fueron desarrollados sobre sistemas de transmisión analógicos y el medio predominante era el cobre. Estos enlaces son mucho menos fiables que los enlaces de transmisión digital sobre fibra disponibles actualmente. En nuestros días en los que los enlaces son más seguros y las redes más fiables, el chequeo de errores no es necesario. Es por ello, que muchas de las funciones básicas de X.25 han sido eliminadas para conseguir un mayor rendimiento de procesamiento[2].

Frame Relay acelera el proceso de routeo de paquetes a través de una serie de swiches a una localización remota eliminando la necesidad de que cada switch cheque cada paquete que recibe antes de retransmitirlo (“relaying”) al siguiente swith.

Sobre enlaces como estos, los protocolos de nivel de enlace pueden evitar el consumo de tiempo de los algoritmos de corrección de errores durante el tránsito (hop-tohop) como se realiza en X.25, dejando que estas tareas sean desarrolladas por las capas altas. Una mayor eficiencia y mejores prestaciones son posibles sin sacrificar la integridad de los datos. Incluye un algoritmo de chequeo de redundancia cíclico (CRC) para detectar bits deteriorados (con

ello, los datos pueden ser descartados), pero no incluye ningún mecanismo de protocolo para corregir datos erróneos (por ejemplo por retransmisión a esta capa de protocolos).

Otra diferencia entre Frame Relay y X.25 es que X.25 no dispone de técnicas explícitas para el control de flujo, si existentes en Frame Relay en modo circuito virtual. Ya que muchos protocolos de capas superiores están ejecutando sus propios algoritmos de control de flujo, la necesidad de esta funcionalidad en la capa de enlace ha disminuído[3].

No obstante, no incluye procedimientos de control de flujo explícitos que dupliquen los de las capas altas. En su lugar, mecanismos de notificación de congestión muy simples se soportan para permitir a una red informar a un dispositivo de usuario de que los recursos de la red están agotados cuando se alcanza un estado congestionado. Esta notificación puede alertar a los protocolos de las capas altas donde el control de flujo puede ser necesario.

Con todo esto se destaca que el chequeo de errores y control de flujo solamente son realizados en la estación destino, no en los nodos intermedios.

Algunas diferencias entre X.25 y Frame Relay se muestran a continuación en[1] :

Servicio	X.25	Frame Relay
TDM estática	Si	Si
Capa utilizado del modelo OSI	Tercera Capa (red)	Capa 1 (Capa de enlace de datos)
ACK y NACK	Si, extensiva	No
Paquete/Tamaño de trama	Arriba de 128 bytes en una red media, y arriba de 512 en algunas implementaciones	Arriba de 1610 en redes y 4096 en algunos vendedores del servicio.
Velocidad de transmisión	Arriba de los 64 Kbps	Comienza en los 56 Kbps y puede estar arriba de los 50 Mbps, dependiendo del proveedor de servicio.

Cuadro 1.1: Comparativa Frame Relay y X.25

En forma de resumen se puede indicar que:

- La señalización para el control de llamadas es transportado sobre una conexión lógica separada de las de los datos del usuario.
- La multiplexación y conmutación de conexiones lógicas tiene lugar en la capa 2 en lugar de la capa 3 eliminando una capa entera de proceso.
- No hay control de flujo ni control de error salto-a-salto. El control de flujo y control de error extremo a extremo son responsabilidad de una capa más alta, si se emplean.

Frame Relay utiliza el control LAP-F (Link Access Protocol – Frame-Mode Beares Services) en los sistemas finales para proveer el control de error y de flujo:

- Preservando el orden de las tramas.
- Una pequeña probabilidad de pérdida de tramas.

Con Frame Relay existen conexiones virtuales, no circuitos virtuales (no existe un tramo de control de enlace de datos con control de flujo y de error) (ver Figura 1.2). Así mismo provee una conexión virtual para control de llamada (justamente igual que RDSI)

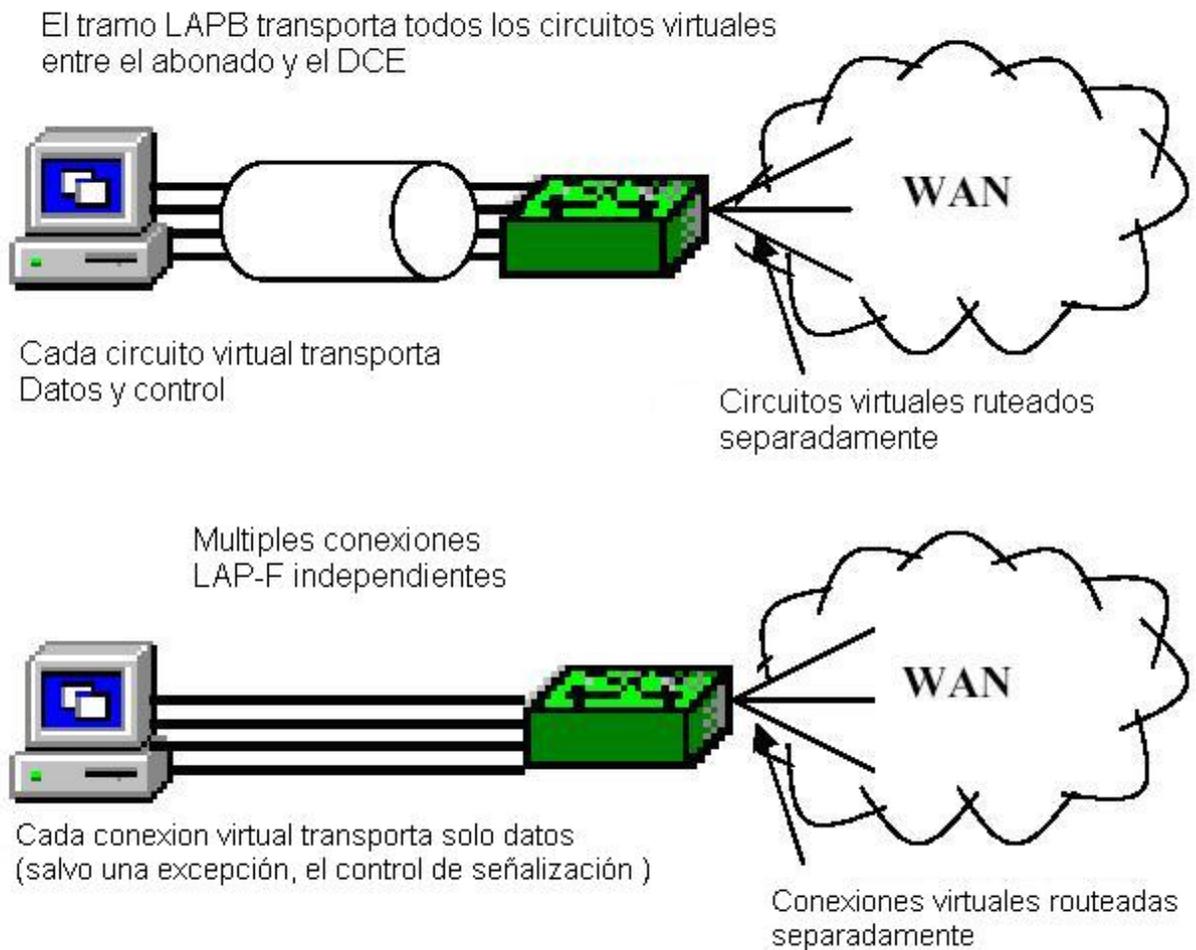


Figura 1.2: Conexiones Frame Relay y circuitos virtuales.

La interfaz tiene la característica de multiplexación estadística (STDM) de muchas conversaciones lógicas de datos (referidos como conexiones virtuales) sobre un simple enlace

de transmisión físico. Esto contrasta con sistemas que utilizan solamente técnicas de multiplexación por división en el tiempo (TDM) para soportar múltiples tiras de datos. La multiplexación estadística de Frame relay provee un uso más flexible y más eficiente del ancho de banda disponible. Puede ser usado sin técnicas TDM o sobre los canales provistos con sistemas TDM.

Actualmente las direcciones de PVC (Circuito virtual permanente) del estándar Frame Relay, son configurados y manejados administrativamente en una red Frame Relay [5].

También se han propuesto los SVC (Circuito Virtual conmutado). El protocolo de señalización de la RDSI ha sido propuesto para que el DTE y el DCE se comunicarán para establecer, terminar y gestionar dinámicamente los SVCs.

1.1.3. Extensión LMI

Además de las funciones del protocolo básico de Frame Relay para la transferencia de datos, la especificación del consorcio Frame Relay incluye las extensiones LMI (Interfaz de administración local) que permiten gestionar redes internas complejas más fácilmente. Algunas extensiones LMI se conocen como “comunes” y se supone que serán implementadas por todos los que adopten la especificación. Otras funciones LMI se conocen como “opcionales”. Un resumen de las extensiones LMI son las siguientes:

- Mensajes de estado de circuito virtual (común). Proveen la comunicación y sincronización entre la red y el dispositivo del usuario. Periódicamente informan de la existencia de nuevos PVCs y el borrado de PVC ya inexistentes, y generalmente proveen información acerca de la integridad de los PVCs. Los mensajes de estado de los circuitos virtuales previenen el envío de datos sobre “agujeros negros”, esto es, sobre PVCs que no existen.
- Multicasting (opcional). Permite a un transmisor, enviar una simple trama pero que sea entregada por la red a múltiples destinos. Así, multicasting requiere de mensajes de routing eficientes y procedimientos de resolución de direcciones que típicamente deben ser enviados para muchos destinos simultáneamente.
- Direccionamiento Global (opcional). Dar identificadores globales de conexión mejor que con significado local, permite que estos sean utilizados para identificar una interfaz específica en toda la red Frame Relay. Las direcciones globales hacen que la red Frame Relay se comporte como una LAN en términos de direcciones; los protocolos de resolución de direcciones además operan sobre Frame Relay exactamente como lo harían sobre una LAN [5].
- Simple Control de Flujo (opcional). Provee un mecanismo de control de flujo XON/XOFF que aplican al interfaz F.R. Se hace así, ya que las capas altas no usan bits de notificación de congestión y eso necesita de algún nivel de control de flujo.

1.1.4. Formato de Mensajes LMI

La especificación del consorcio Frame Relay también incluye los procedimientos LMI.

Como ya se comento, implementan funciones adicionales en la UNI (Interfaz de red a usuario). Transfiere mensajes de red notificando al usuario de la presencia de un DLCI (Identificador de conexión de enlace de datos) activo o el borrado o fallo de un DLCI y provee un monitoreo de estado en tiempo real del enlace físico y lógico entre la red y cada dispositivo del usuario. En otras palabras, el LMI resuelve el uso de la señal de actividad (“signal keep-alive”) entre la red y el equipo del usuario.

El protocolo LMI consiste en el intercambio de mensajes entre el usuario y el nodo de acceso local a la red. Está basado en un esquema de “polling gestor/agente”: el equipo del usuario (router) pide a la red información de estado para los PVCs sobre un determinada interfaz UNI. El dispositivo del usuario usa un mensaje de petición de estado y la red responde con un mensaje de estado.

Utiliza un protocolo de enlace de datos no orientado a conexión basado en Q.921 (Recomendación de la ITU-T se especifican los procedimientos de acceso al enlace por el canal D (LAPD) de un acceso de abonado de RDSI) /LAPD (Procedimiento de acceso al enlace por el canal D), haciendo el procedimiento fácil de implementar; en la capa 3, mensajes Q.931 son utilizados, de manera similar a RDSI.

Los mensajes LMI son enviados en tramas que se distinguen por un DLCI específico para LMI. El formato del mensaje LMI se muestra en la Figura 1.3

Incluye algunas de las funciones CLLM (mensajes de gestión consolidada de capa-enlace) para notificar información de control de congestión, en aquellos casos en que no hay tramas en sentido contrario al congestionado; en general de operaciones con problemas y otras circunstancias. Para ello utiliza las tramas XID (Identificación de Intercambio) para informar de problemas en la red. Si no se utiliza Frame Relay sobre RDSI se utiliza un DLCI determinado. Independientemente de cual sea la longitud de DLCI, CLLM utiliza el DLCI que tenga todo el campo DLCI a 1.

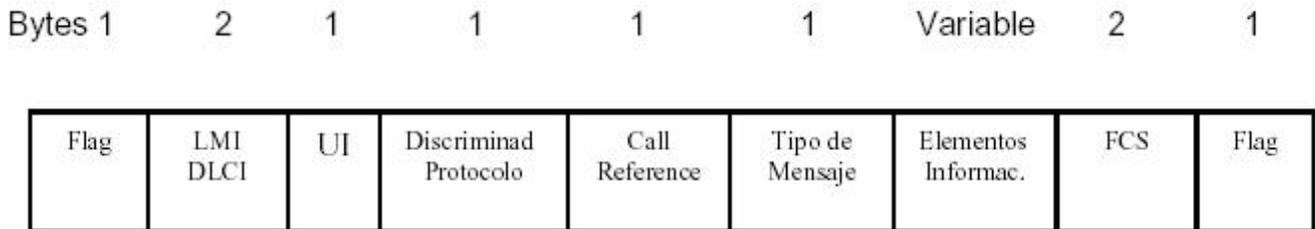


Figura 1.3: Formato de Mensaje LMI.

En mensajes LMI, el cabecero de protocolo básico es el mismo que en tramas de datos normales. El mensaje actual LMI comienza con 4 bytes indispensables, seguidos de un número variable de elementos de información (IE). El formato y la codificación de los mensajes LMI.

El primero de los bytes (UI: Un-numerated Information) es un indicador de información no numerada y tiene el mismo formato que el indicador de las tramas de información no numerada LAP-B (UI) con el bit que distingue el comando de la respuesta final puesto a cero. A continuación puede existir un campo de relleno, opcional. El siguiente byte es el

discriminador de protocolo que se activa a un valor indicado “LMI”. El tercer byte (llamada de referencia) esta siempre relleno con ceros.

El cuarto byte final es el campo tipo de mensaje. Varios tipos de mensajes han sido definidos:

- Mensajes de petición de estado (status enquiry) que permiten al dispositivo del usuario solicitar el estado de la red.
- Mensajes de estado respuesta en respuesta a las peticiones anteriores.

Keep alives (mensajes enviados a través de una conexión para asegurar que ambos lados continúan en estado activo) y mensajes de estado PVC son ejemplos de estos mensajes; al formar parte estas de las características comunes, deberían formar parte de todas las implementaciones indicadas por la especificación [5].

Después del campo DLCI, el campo de control (UI o I) y, el relleno si existiese, aparece el campo NLPID (Identificador de nivel de protocolo de red), generalmente incorpora el tipo de protocolo de transporte (protocolo de redes no orientado a conexión o IP). Valores típicos son:

Código	Tipo
=====	=====
0xCC	IP
0x08	ISDN Q.933
0x00	Capa de Red
0x80	SNAP
0x81	ISO CLNP
0x82	ISO IS-IS
0x83	ISO IS-IS

Figura 1.4: Protocolo de transporte.

Desde 1993, la industria incorpora el RFC1490, “interconexión multiprotocolo a través de frame relay” para un método de encapsulación para el transporte de tráfico interconectando redes sobre un backbone Frame Relay. El caso de encapsulación IP sobre enlaces F.R. se especifica en el RFC1294.

Conjuntamente, los mensajes de estado y petición de estado ayudan a verificar la integridad de los enlaces lógicos y físicos. Esta información es crítica en un entorno de routing ya que los algoritmos de routing toman decisiones basados sobre la integridad del enlace [21].

1.2. Procedimientos Frame Relay.

Los procedimientos de Frame Relay hacen referencia a los factores que intervienen para prestar los servicios adecuados no congestionando la red y haciendo un buen uso del ancho de banda.

Los principales factores que intervendrán son la velocidad con la que se trasmite en la red Frame Relay así como los servicios de multicasting.

Al mismo tiempo los problemas que se presentaran al aumentar la velocidad, además de la congestión que como en cualquier red va a estar presente.

El multicasting permite a un transmisor, enviar una simple trama pero que sea entregado por la red a múltiples destinos. Así multicasting requiere de mensajes de routing eficientes y procedimientos de resolución de direcciones que típicamente deben ser enviados para muchos destinos simultáneamente.

1.2.1. Velocidad de la información y clase de servicios

A medida de mantener todo en orden es apropiado discutir la velocidad que se puede alcanzar con el uso de Frame Relay. En un inicio fue diseñado para alcanzar velocidades arriba de T1/E1(1.544—2.048 Mbps), posteriormente se desarrolló una velocidades arriba de los 50 Mbps, la necesidad de incrementos ha sido siempre un requisito para la transmisión de datos.

En la tabla 1.2.1 se utiliza para demostrar algunos de los incrementos de la velocidad usados típicamente.

Otros rangos son posibles en incrementos de 4 Kbps, pero las puestas en práctica se hacen normalmente a las velocidades demostradas en la tabla 1.2 :

Las líneas que conectan dispositivos de usuario a los equipos de la red pueden operar a una velocidad seleccionada desde un amplio rango de tasas de bit. Velocidades entre 56 Kbps, 1'544 Mbps en EE.UU. ó 2'048 Mbps en Europa. Estas dos últimas velocidades vienen de los estándares T1 (1544 Kbps en EEUU) y E1 (2048 Kbps) en Europa. Implementaciones capaces de operar sobre enlaces de 45 Mbps (DS3) son posibles prácticamente, aunque no tan estándares como las anteriores.

En la mayoría de las conexiones puestas en prácticas exceden el acceso de 256 Kbps. el acoplamiento instalado normal para el acceso es un T-1 en Norteamérica en 1.544 Mbps. Esto es determinar o estimar la capacidad y una situación de la disponibilidad[1].

Acceso Frame Relay	Velocidad Típica	Velocidades Adicionales
56 Kbps (DS0 or ISDN)	32 Kbps	Medias de la Explosión
64 Kbps (Clear channel DS0 or ISDN)	32 Kbps	24 Kbps
		32 Kbps
128 Kbps (ISDN)	64 Kbps	64 Kbps
128 Kbps (ISDN)	128 Kbps	0
256 Kbps	128 Kbps	128 Kbps
256 Kbps	192 Kbps	64 Kbps
384 Kbps	256 Kbps	128 Kbps
512 Kbps	384 Kbps	128 Kbps
1.544 Mbps	512 Kbps	256 Kbps
1.544 Mbps	1.024 Mbps	512 Kbps
2.048 Mbps	1.024 Mbps	1.024 Mbps

Cuadro 1.2: Velocidad de acceso Frame Relay

1.2.2. Congestión en una red Frame Relay.

Igualmente con la definición de la CIR (tasa de información comprometida) la congestión puede ocurrir en una red Frame Relay. debido a la naturaleza del paquete y ocurrir cuando las redes no pueden continuar con el tráfico entrante. La congestión es particularmente insidiosa cuando se acumula, degradando el funcionamiento rápidamente: esta es la causa de que los paquetes se tengan que retransmitir.

Durante periodos de no congestión el rendimiento de procesamiento puede dar paso al tráfico entrante. En un cierto nivel de tráfico. La red puede desechar algunos paquetes de acuerdo a la localización de la congestión. El rendimiento de la red decrece gradualmente en un período de congestión suave. Consecuentemente dos respuestas pueden ocurrir. Primero, terminar a los usuarios que han perdido paquetes, solicitando retransmisiones, adicionando aun más el error de tráfico en la red [4].

Segundo, la congestión en la red retrasan los resultados en el usuario del equipo final, causando tiempos fuera, pidiendo de nuevo una retransmisión.

Los estándares de Frame Relay definen un número de notificación para la congestión para opciones.

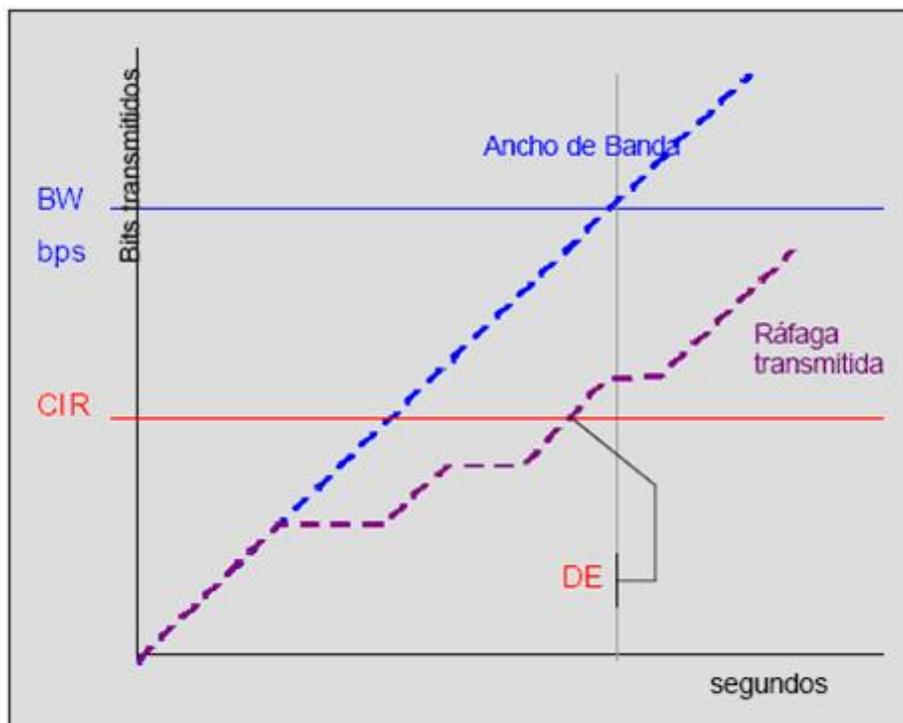


Figura 1.5: Muestra gráficamente el problema de congestión.

1.2.3. Servicio multicast

Multicasting es otra característica opcional destacable de LMI. Los grupos multicast están designados por una serie de 4 valores reservados de DLCIs (de 1019 a 1022). Las tramas enviadas por un dispositivo usando uno de estos DLCI reservados son replicadas por la red y enviadas a todos los puntos extremos en el conjunto designado. La extensión multicast también define mensajes LMI que notifican a los dispositivos de los usuarios la adición, borrado y presencia de grupos multicast[5].

En redes que toman ventajas por el routing dinámico, la información de routing debe ser intercambiada a través de muchos routers. Los mensajes de routing pueden ser enviados eficientemente usando tramas con una DLCI multicast. Estos mensajes permiten ser enviados a grupos específicos de routers.

1.3. Productos Frame Relay.

Frame Relay ha gozado de la enorme ayuda de la industria desde su incursión comercial en 1991. Algunas compañías ofrecen algunos productos y accesorios para el usuario de los servicios de Frame Relay a una red de switches Frame Relay.

1.3.1. FRADs (Dispositivo de Acceso Frame Relay)

Es uno de los dispositivos más comunes usados para conectar con una red Frame Relay.

El FRAD es conectado a un POP (punto de presencia) más cercano de algún proveedor a través de un enlace de acceso, usualmente una línea rentada. Un puerto en el eje del conmutador, provee entrada a la red Frame Relay.

Los FRADs integran los datos a ser enviados entre localidades en tramas Frame Relay de tamaño variable, de manera similar a poner una carta en un sobre. Cada trama contiene la dirección del destino, la cual es utilizada para dirigir la trama a través de la red hacia su destino apropiado. Una vez que la trama entra en la red compartida, cualquier número de tecnologías de red pueden ser empleadas para transmitirla.

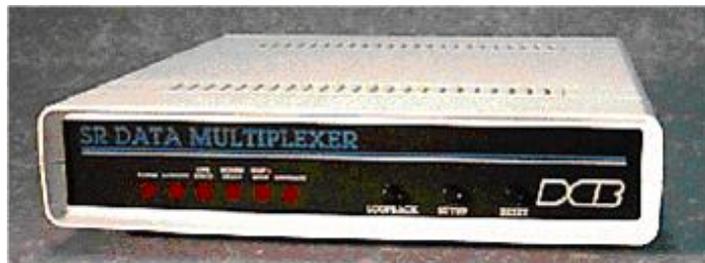


Figura 1.6: FRAD Data Comm for Business Inc.

Un número de aumento de FRADS también realizan encaminamiento simple o funciones multiprotocolo y se compara a veces a las router del bajo-extremo. Estos FRADS, se limitan típicamente en el número de los protocolos que apoyan y no apoyan muchos protocolos importantes del encaminamiento; algún FRADS hará un cierto encaminamiento básico del IP, del intercambio (IPX) del paquete de la red interna de NetWare, y de los paquetes de SNA (Arquitectura de Sistemas de Red), y otros pueden también hacer tender un puente sobre la fuente de la ruta. La característica que distingue los FRADS de otros dispositivos es que él está pensado para ser puntos finales de un circuito virtual. Un FRAD, entonces, tiene solamente un lugar para enviar datos, en la red. Por lo tanto, el FRAD no tiene que buscar para rutas, y el número de los sitios a los cuales un FRAD puede comunicarse es generalmente pequeño. FastComm es uno de los pioneros en el mercado de FRAD. Tienen allí modelos de FRAD que proporcionen ejemplos de su uso. Todo el FastComm FRADS tiene un puerto WAN 56-kbps para un connection DS-0 a la red; una unidad de servicio incorporada de canal (CSU/DSU) es opcional, el MonoFrad tiene un solo puerto serial en el lado del cliente y es ideal para una oficina o un usuario sencillo de teleconmutadores. El QuadFRAD tiene cuatro puertos seriales. El EtherFRAD tiene un solo puerto de Ethernet más la capacidad para hasta tres puertos seriales y se piensa para una conexión del LAN. Oferta de la vanguardia de Motorola y 6500 de la serie FRAD aún más variedad en el número de puertos seriales, options(Ethernet del LAN o token ring), y opciones WAN, incluyendo el acceso a RDSI[3].

Algunos FRADS también ofrecen las capacidades especializadas, la más común la trans-

misión a través de Frame Relay. Algunos vendedores, incluyendo ACT Networks, FastComm, Memotec, y StreteCom, también están proporcionando voz sobre Frame Relay. Todos estos productos utilizan actualmente los protocolos propietarios para esta capacidad.

1.3.2. Bridges and Routers.

El grupo siguiente más grande de productos Frame Relay Bridges y Routers. Frame Relay ha emergido como vehículo importante para la interconexión de redes LAN sobre el área amplia. La llave del éxito, entonces, es la interface entre el LAN y la WAN. Los Bridges, y en un grado inferior los Routers, desempeñan este papel giratorio. El sistema Cisco ha gozado de éxito particular en el mercado de Routers. Una llave a su renombre es que el Cisco ha hecho un punto de apoyar casi cada protocolo y de encaminar el algoritmo que está en uso, mientras que no todos éstos protocolos pueden ser utilizados simultáneamente en una sola Bridges, hay de hecho algún producto de Cisco para casi todos los tipos de esquemas MAC del LAN (incluyendo Ethernet, IEEE 802.3, el Token Ring/802.5, y la interface de datos distribuída por fibra (FDDI)), los protocolos del LAN (TCP/IP incluyendo, DECnet, y SNA), y una interface WAN (incluyendo RDSI, el SMDS, el Frame Relay, ATM y el T1).

1.3.3. Switches.

La importancia de varios interruptores Frame Relay de la estructura del vendedor con los cuales construir Frame Relay público y privado retransmita las redes. La mayoría de los vendedores del switch X.25 también ofrecen un interruptor de Frame Relay, pero de la innovación ha venido más relativamente de nuevos vendedores.

StrataCom desarrolló un esquema propietario de la conmutación para su multiplexor T1 en 1987, que llamaron un interruptor de FastPacket. Su esquema propietario utilizó una célula 24-octetos (192-bit) para la transmisión en los troncos entre los interruptores.

StrataCom era uno de los primeros vendedores para ofrecer un interruptor Frame Relay que era algo con excepción de souped-up del X.25 del interruptor; su interruptor integrado del intercambio del paquete (IPX) es parte de varias redes públicas, incluyendo éstos del Worldcom de AT&T y de LDDS.

El IPX continúa utilizando la célula propietaria 24-octetos de StrataCom para el transporte de tramas, y envía las células tan pronto como sean, de tal modo de soporte Frame Relay cut-through. El interruptor de banda ancha del eXchange(BPX) del paquete de StrataCom es el interruptor verdadero Frame Relay de la célula de ATM, que también los abastece de una interface Frame Relay[2].

1.3.4. Interface Pc anfitrión.

Algunos usuarios requieren una interface directa entre los sistemas del usuario y el servicio Frame Relay. En algunos casos, esto está porque el sitio tiene apenas algunos sistemas personales de la computadora-clase, un accesorio directo a la red evita la necesidad del otro

hardware. El accesorio directo puede también permitir un solo sistema en un LAN al acto como servidor de comunicaciones. Alternativamente, el sistema de extremo pudo ser un ordenador huésped.

Varias compañías fabrican tableros que proporcionan una interface entre un sistema individual y la red o que permiten que una situación funcione como servidor de comunicaciones frame relay de una LAN. La mayoría de estos productos están para la PC de la IBM y los sistemas PC-COMPATIBLES.

La IBM también incluye compatibilidad Frame Relay en una amplia gama de sus productos de las comunicaciones para los chasis y los sistemas AS/400, incluyendo.

1.3.5. Analizadores de protocolo.

La importancia de los analizadores del protocolo para las puestas en práctica acertadas de productos nuevos y de servicios. La mayoría de los vendedores principales del analizador del protocolo incluyen los módulos para el análisis, la emulación, y la prueba del protocolo Frame Relay.

1.3.6. Software de Aplicación

La interface de software de usos (ASI) tiene productos de tercera persona populares convertidos por muchas razones. Muchos vendedores tienen los recursos para producir el software especializado que puede funcionar sobre una red, tal como Frame Relay o RDSI, pero no tienen los recursos para construir el hardware necesario. Abastecedores de un ASI engancha el software de modo que el software de la compañía pueda tener acceso a las capacidades del hardware de otra compañía. Las compañías que producen software para frame relay incluyendo Brixton Systems BrxFR (para Sun Workstations) y Trillium Digital Systems Portable Software para Frame Relay (un sistema de rutinas en C).

1.4. Servicios Frame Relay

Orientación a conexión (CO).

Es no fiable, con garantías de caudal mínimo, por lo que se acepta que proveedor pierda datos (PDUs). Con fiable nos referimos a que tramas errores pueden ser detectadas y descartadas en los nodos de la red (comprobando el CRC) sin avisar a los sistemas finales. Esta no fiabilidad es, por supuesto, fruto de las simplificaciones en el protocolo comentadas anteriormente.

Las pérdidas de datos en Frame-Relay no son preocupantes si disponemos de un protocolo de Nivel Superior que resuelva el problema para las aplicaciones que no toleren pérdidas de datos. A pesar de esto, la no fiabilidad es muy baja, ya que los medios de transmisión tienen una probabilidad de error (P_e) bajísima.

QoS (Calidad del servicio): El cliente tiene garantizadas (por contrato) las prestaciones que obtendrá de la red.

Frame-Relay ofrece dos tipos de conexiones:

- Circuitos Virtuales Permanentes (PVC)
- Circuitos Virtuales Conmutados (CVC)

El servicio que suelen ofrecer los operadores de redes Frame Relay sólo incluye PVC's, y es utilizado típicamente para dar servicios de comunicaciones dentro de una corporación.

1.4.1. Proveedores de servicio.

Abastecedores de servicio de Frame Relay han gozado del éxito excepcional ofreciendo servicios. Son abrazadas casi inmediatamente por los abastecedores de servicio, los fabricantes de equipo, y los usuarios, servicios de Frame Relay disponible a través de Norteamérica y la mayoría de Europa, el borde pacífico, y del Sur de América.

Los servicios de frame relay han sido acertados por muchas razones, pero el conducir una red amplia y bajo costo dados las velocidades y alcance geográfico. El Frame Relay se compara generalmente a la línea privada servicios porque el Frame Relay se utiliza a menudo para sustituir líneas privadas o para permitir que los clientes tengan acceso a los servicios que eran previamente prohibitivos debido a las costosas líneas privadas. Los costos de Frame Relay son generalmente perceptiblemente menos que una línea privada comparable solución, particularmente pues el número de sitios y/o de la distancia geográfica entre los sitios aumenta. Esto es verdad por un número de razones.

Primero, los equipos para Frame Relay son generalmente menos costosos que los que se utilizan para las líneas privadas porque hay pocas instalaciones de transmisión físicas. Si un router necesitara conectividad a otros cuatro routers, por ejemplo cuatro líneas privadas y cuatro puertos de WAN serían requeridos. En caso de Frame Relay, solamente un solo puerto WAN y una facilidad de transmisión con cuatro PVCs serían necesarios.

En segundo lugar, el costo para los servicios de Frame Relay esta basado generalmente distancia-insensible mientras que la línea privada coste se basa en distancia. Así, como la red crece en tamaño geográfico, el servicio de Frame Relay llega a ser aún más atractivo. Una regla del pulgar general sugiere que si un cliente tiene más de tres a cinco sitios con una distancia media de más de 8 a 16 kilometros, el servicio de Frame Relay cueste menos que líneas privadas.

Sigue siendo a menudo difícil comparar costos del servicio Frame Relay a partir del que uno ofrece a otro porque todas las tarifas se parecen tener algunas diferencias. El acceso local del lazo al interruptor del abastecedor de servicio, por ejemplo, puede o no se puede incluir en una cotización del precio, pero es un elemento esencial del costo

Hay dos modelos básicos para el servicio tarifador en Frame Relay. El primer y la mayoría del campo común, debe mandar a la cuenta una tarifa mensual plana, basada generalmente sobre la línea de velocidad, círculo total en todo el PVCs. y/o número del puerto conecciones/accesos de PVCs.

Es importante observar que las cargas Frame Relay están basadas generalmente sobre el círculo saliente total de todo el PVCs, que implica que PVCs es a una cara. El Frame Relay PVCs está hecho full-duplex; "PVCs a una cara.^{es} simplemente una conveniencia para

la facturación. Esto también permite que los servicios proporcionen PVCs asimétrico, donde está diferente el círculo en las dos direcciones.

1.5. Proveedores de servicios de Internet con soporte de acceso Frame Relay.

El acceso a internet era un uso importante de Frame Relay. El Frame Relay es atractivo para ISPs (Proveedores de servicios de Internet) por que permite acceder a la capacidad de una base regional o nacional, sin moderar la velocidad, el servicio es insensible a la distancia, tal como Frame Relay, ISPs tendría que crecer construyendo una infraestructura geográficamente grande o proporcionar el acceso vía líneas privadas, que pudieran tener costos excesivamente altos. Frame Relay es atractivo para los clientes porque les da la mayor opción de ISPs y el acceso a bajo costo.

1.6. Conclusiones

Frame relay es un tecnología muy fiable en nuestros días, aunque es ya considerada como obsoleta, ofrece el envío de datos a gran velocidad y esta orientada a redes WAN.

Otra característica que o hace mas importante es poder incluir la voz en paquetes de datos, esto reduce los costos de telefonía entre empresas y sucursales, así mismo la integración de servicios de fax, lo cual lo hace atractivo para muchas compañías, los dispositivos Frame Relay son capaces de interconectar WAN y LAN.

Capítulo 2

Introducción a Voz sobre IP y Conceptos.

2.1. Antecedentes

La convergencia de las redes de telecomunicaciones actuales supone encontrar la tecnología que permita hacer convivir en la misma línea la voz y los datos. Esto obliga a establecer un modelo o sistema que permita "empaquetar" la voz para que pueda ser transmitida junto con los datos. Desarrollar una tecnología de ámbito mundial nos dirige claramente al protocolo IP (Protocolo de Internet) y a encontrar el método que nos permita transmitir voz a la vez que datos sobre ese protocolo. El problema tiene una "sencilla" solución: VoIP (Voz sobre IP).

Aunque son conocidas distintas investigaciones en algoritmos avanzados de digitalización de voz desde 1970 y distintas experiencias de transmisión de voz sobre redes locales (LAN) en los años 80 en Febrero de 1995 cuando la empresa VocalTec muestra a través de su producto Internet Phone las posibilidades reales de establecimiento de llamadas telefónicas de PC a PC. Se utilizaba entonces un paquete de software instalado en el PC y como medio de transmisión Internet. Nació así el término hoy acuñado como Telefonía IP.

La evolución en el tiempo ya era imparable y es en 1996 cuando se dan las primeras experiencias de establecimiento de llamadas de Teléfono a PC y de Teléfono a Teléfono. A partir de 1997 empiezan a aparecer nuevos dispositivos y métodos que nos llevan hoy en día a mantener el término XoIP ('X' over Internet Protocol) como la verdadera opción de futuro o si se prefiere como la puerta hacia la convergencia de las redes. En este acrónimo X significa cualquier contenido susceptible de ser transmitido por una red (D = data, V = voz, F = fax, M = multimedia, etc)[7].

2.1.1. VoIP

Como su nombre indica, VoIP (Voice on IP), esta tecnología se basa en la transmisión de la voz humana (con sus características particulares) a través de una red gestionada por el protocolo IP. Este sistema fue concebido para sacar partido de la infraestructura que Internet

ofrece (costos baratos de acceso, comunicación a nivel mundial) y poder transmitir voz. Uno de los principales logros de este sistema es el hecho de reducir extraordinariamente los costos de una comunicación por voz. Por este motivo, los sistemas basados en VoIP, se dirigen a cualquier sector que quiera reducir costes en sus llamadas: desde el usuario doméstico hasta la gran empresa multinacional o sea del usuario doméstico, representaría hacer llamadas sin necesidad de pagar por reservar el circuito, sólo con el coste de acceso a Internet [1].

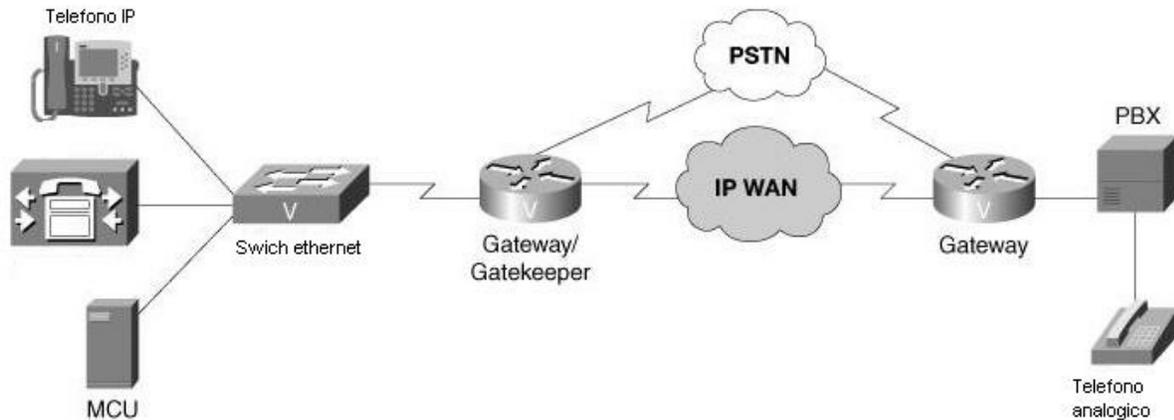


Figura 2.1: Conexión de una red de datos por el protocolo IP.

Las soluciones VOIP (voz sobre IP) proporcionan el potencial para ahorrar del 50 al 70 % en costos de larga distancia en aplicaciones punto a punto. Los negocios con oficinas remotas alrededor del mundo o solo a un código área diferente a cientos de kilómetros de distancia, pueden beneficiarse de una solución de VOIP (voz sobre IP). Por ejemplo, un negocio con una oficina central en California y solo unas cuantas oficinas remotas puede rápidamente pagar por la solución VOIP (voz sobre IP) y obtener sustanciales ahorros en cargos de larga distancia.

2.1.2. Protocolo IP Y VoIP.

La información sobre IP es muy extensa. Como apunte diremos que el protocolo IP se enmarca en el nivel 3 de las capas del modelo OSI y es un protocolo no orientado a conexión de transmisión de paquetes entre dos direcciones IP de forma no fiable (puede perderse).

Un breve resumen de las características del protocolo IP es:

- No orientado a conexión.
- Información distribuída en paquetes.
- No hay ni control de flujo ni control de secuencia.

- Asíncrono: no hay transmisión si no hay paquetes a transmitir, esta forma de operación se denomina “best effort (máximo esfuerzo)”.
- No hay retransmisión de paquetes.
- No hay control de errores.
- Es el protocolo más extendido en redes de paquetes [9].
- Se debe adecuar los datos obtenidos (voz digitalizada) para su retransmisión a través de una red de estas características.

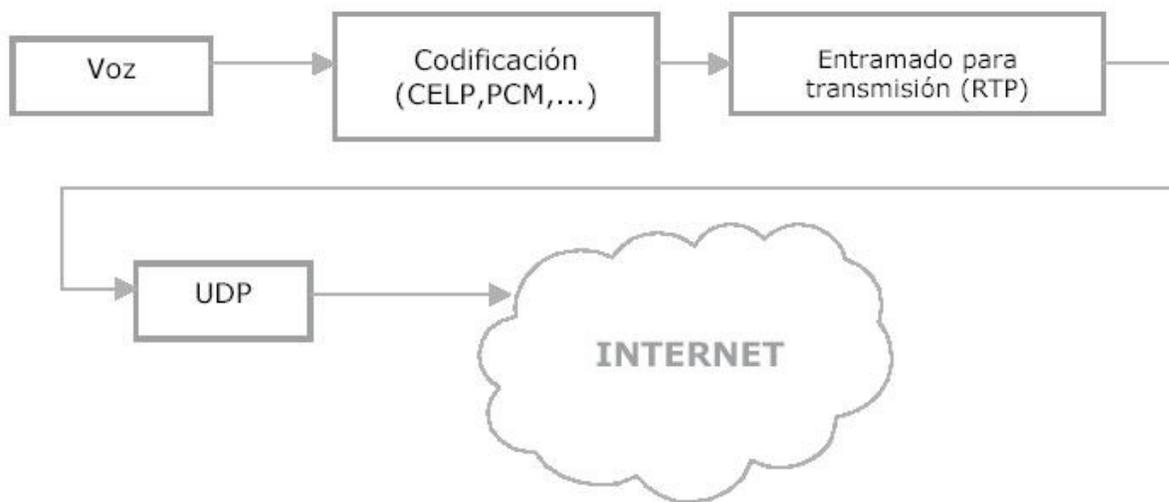


Figura 2.2: Esquema de codificación de voz para ser enviado a Internet.

Codificación: Existen múltiples estrategias para codificar una señal de voz. Entre ellos tenemos desde los más elementales, como PCM (Modulación por Código de Pulso), hasta los más sofisticados, como los que utilizan técnicas de codificación híbrida, como el CELP (Codificación Predictiva Lineal Excitada por Código) .

- Entramado para transmisión: Para hacer más eficiente la transmisión a través de una red IP y reconstruir la voz con estos paquetes, se utiliza un entramado que responde a la filosofía realtime streams. Este sistema permite reconstruir flujos de datos en tiempo real sobre redes, como las IP, que presentan pérdidas, retrasos variables, scrambling de los paquetes.
- UDP: El nivel de transporte del protocolo IP. Como ya se ha comentado: no orientado a conexión, sin fiabilidad de entrega, extensamente implantado a través de Internet.

- Internet: Una vez se han decidido todos estos parámetros, podemos intentar averiguar qué transporte dentro de Internet sería el más adecuado para hacer una transmisión VoIP. Por debajo de la capa 3 de la OSI (Internetwork de sistemas abiertos, donde tenemos el protocolo IP) podemos tener varias capas de transporte: Frame Relay, ATM.

2.1.3. Estándares y protocolos el estándar h.323

El estándar H.323 constituye la base para la transmisión de audio, video y datos sobre redes IP, lo cual, por lo tanto, incluye Internet. El objetivo es que los productos y aplicaciones que cumplan con dicho estándar puedan comunicarse entre sí, de modo que los usuarios no tengan que preocuparse por problemas de compatibilidad.

H.323 es una recomendación de la Unión internacional de Telecomunicaciones (ITU) que fija los estándares para comunicaciones multimedia sobre LANs que no ofrezcan una calidad de servicio (QoS) garantizada. Estas redes dominan la mayoría de ordenadores de las empresas de hoy en día y funcionan no solo con redes TCP/UP, sino también IPX sobre Ethernet, Fast Ethernet y Token Ring. Por lo tanto, H.323 es un importante bloque para toda una nueva área de aplicaciones LAN para comunicaciones multimedia.

Esta recomendación fue aprobada por en el 1996 (H.323v1) y revisada de nuevo en el 1998 (H.323 v2), 1999 (H.323 v3) y finalmente en el 2000 (H.323 v4), y ha demostrado ya ser ideal para la transmisión de voz en redes IP. De hecho, H.323 es parte de una serie de estándares conocida como H.32X, que incluye el H.320 y el H.324 para RDSI o redes públicas de telefonía [10].

El estándar H.323 cuenta con numerosos beneficios:

- Estandarización de Códecs: H.323 establece los estándares para compresión y descompresión de audio, video y datos, asegurando que los equipos de múltiples vendedores tengan formatos comunes
- Interoperabilidad: Los usuarios quieren poder hablar si preocuparse por la compatibilidad con el punto receptor. Por tanto, además de asegurarnos de que el receptor es capaz de descomprimir la información, H.323 establece formas de negociar las capacidades de ambos terminales, así como establecer unos protocolos de inicio de llamada.
- Independencia de la red: H.323 está diseñado para funcionar sobre las arquitecturas de redes habituales. A medida que la tecnología de red avance, y las técnicas de gestión del ancho de banda mejoren, las soluciones basadas en H.323 podrán irse adaptando.
- Independencia de la aplicación y de la plataforma: H.323 no está atado al hardware o al sistema operativo. Las plataformas que cumplan con el estándar tendrán múltiples formas y tamaños, incluyendo ordenadores personales con capacidad de grabar video hasta teléfonos comunes con compatibilidad IP o los propios decodificadores de televisión a los que ya estamos acostumbrados (set-top Boxes).

- Soporte Multipunto: H.323 puede soportar conferencias con 3 o más participantes sin una unidad especial de multipunto, pero los MCUs (multipoint Control Units) proporcionan una arquitectura flexible para llevarlas a cabo más eficaz mente.
- Gestión del Ancho de Banda: el envío de streams multimedia puede generar cantidades de tráfico, que saturarían nuestra red. Por eso es importante poder controlar cuanto ancho de banda van a consumir, y poder limitarlo, respetando así el resto de sistemas de la red.
- Soporte Multicast: H.323 está preparado para hacer transporte multicast en conferencias multipunto. De este modo, enviaremos un solo paquete a una serie de destinos de la red sin tener que repetirlos. Es por tanto mucho más eficiente en cuanto a consumo de ancho de banda.
- Flexibilidad: Podremos tener terminales H.323 con especificaciones muy diferentes, como por ejemplo terminales que solo soporten audio, conferenciando con terminales que sí pueden recibir video, enviar datos a una terminal que solo soporte datos, y a la vez enviar video y audio al resto de participantes que si lo soporten.
- Conferencia Inter-red: en muchas ocasiones vamos a querer comunicar terminales que se encuentran en diferentes redes. Esto será posible mediante el uso de gateways[11].El VoIP/H.323 comprende a su vez una serie de estándares y se apoya en una serie de protocolos que cubren los distintos aspectos de la comunicación :
- Direccionamiento:
 - RAS (Protocolo para el Registro de Admisión). Protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra estación H.323 a través de el Gatekeeper.
 - DNS (Servidor de Nombres de Dominio). Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS .
- Señalización:
 - Q.931 Señalización inicial de llamada
 - H.225 Control de llamada: señalización, registro y admisión, y paquetización / sincronización del stream (flujo) de voz .
 - H.245 Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales para streams de voz .
- Compresión de voz:
 - Requeridos: G.711 y G.723

- Opcionales: G.728, G.729 y G.722
- Transmisión de voz:
 - UDP. La transmisión se realiza sobre paquetes UDP, pues aunque UDP no ofrece integridad en los datos, el aprovechamiento del ancho de banda es mayor que con TCP.
 - RTP (Real Time Protocol). Maneja los aspectos relativos a la temporización, marcando los paquetes UDP con la información necesaria para la correcta entrega de los mismos en recepción.
 - Control de la transmisión:
 - RTCP (Real Time Control Protocol). Se utiliza principalmente para detectar situaciones de congestión de la red y tomar, en su caso, acciones correctoras.



Figura 2.3: Pila de protocolos en VoIP.

2.1.4. Ancho de Banda Necesario.

Hasta hace muy poco tiempo el ancho de banda necesario para la transmisión de voz y vídeo en tiempo real era considerablemente elevado, lo que hacia imposible este tipo de comunicaciones sobre redes de datos que no garantizaran una calidad de servicio, como por ejemplo Internet o redes basadas en protocolo IP.

Actualmente la voz que recibe un gateway es digitalizada y comprimida según distintos algoritmos (GSM, G.723.1, G.711, G.729) los cuales se caracterizan por conseguir mayores niveles de compresión en decremento al tiempo de latencia (tiempo necesario para descomprimir la voz para que pueda ser entendida de nuevo). Algunos de estos algoritmos consiguen comprimir los paquetes de voz en 8 Kbps aproximadamente. El protocolo IP añade al paquete de voz digitalizado y comprimido una serie de cabeceras para su correcto transporte

a través de la red, lo que hace que el ancho de banda necesario se incremente hasta unos 16 Kbps.

Hay que considerar así mismo el parámetro denominado supresión de silencio. Con este parámetro activado, se consigue que la transmisión de paquetes (uso de ancho de banda) se reduzca a las situaciones en que los agentes están hablando. El resto del tiempo (cuando no existe voz a transmitir) se libera el ancho de banda. Considerando este aspecto, se puede afirmar que el tamaño medio de un paquete de voz durante una conversación es de 8 Kbps.

Con todo lo anterior se puede afirmar que con un canal B de cualquier línea RDSI (Red Digital de Servicios Integrados: 2 canales B y 1 canal D), cuyo ancho de banda es de 64 Kbps se puede realizar una comunicación de 8 llamadas simultáneas. Esta situación suele coincidir con las dimensiones de cualquier central de una Pequeña y Mediana Empresa. Esto viene a demostrar que las necesidades de ancho de banda para este tipo de aplicaciones están al alcance de prácticamente cualquier empresa [10].

2.1.5. Calidad en la Transmisión de la Voz

Referente a la calidad de la transmisión de la voz, todos los fabricantes e investigaciones hacen referencia a tres factores determinantes:

- **Codificadores de Voz:** influyen en la digitalización de la voz en paquetes de datos que contienen voz y que serán transmitidos por la red IP, también influyen por el retardo necesario para la descompresión de esos paquetes voz, lo que imputa un retardo añadido a la comunicación.
- **Cancelación de Eco:** requerimiento necesario para una comunicación a través de Telefonía IP, que elimina de forma automática y en tiempo real posibles ecos, ya que si no lo hiciera haría inteligible la comunicación.
- **Latencia:** tiempo necesario para que la voz viaje de un extremo al otro, incluyen los tiempos necesarios para la compresión, transmisión y descompresión. Este tiempo tiende a minimizarse pero jamás podrá ser suprimido. Actualmente los tiempos que se están obteniendo de latencia giran alrededor de 120 ms [10].

2.2. Equipos Para Voip

Una red típica H.323 podría ilustrarse mediante la figura 2.4, donde se ven reflejados los elementos básicos que la componen:

Terminales, Gateways (GW), Gatekeepers (GK), Multipoint Control Units (MCU)

2.2.1. Terminales

Una terminal H.323 es una interface entre el usuario final y la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad

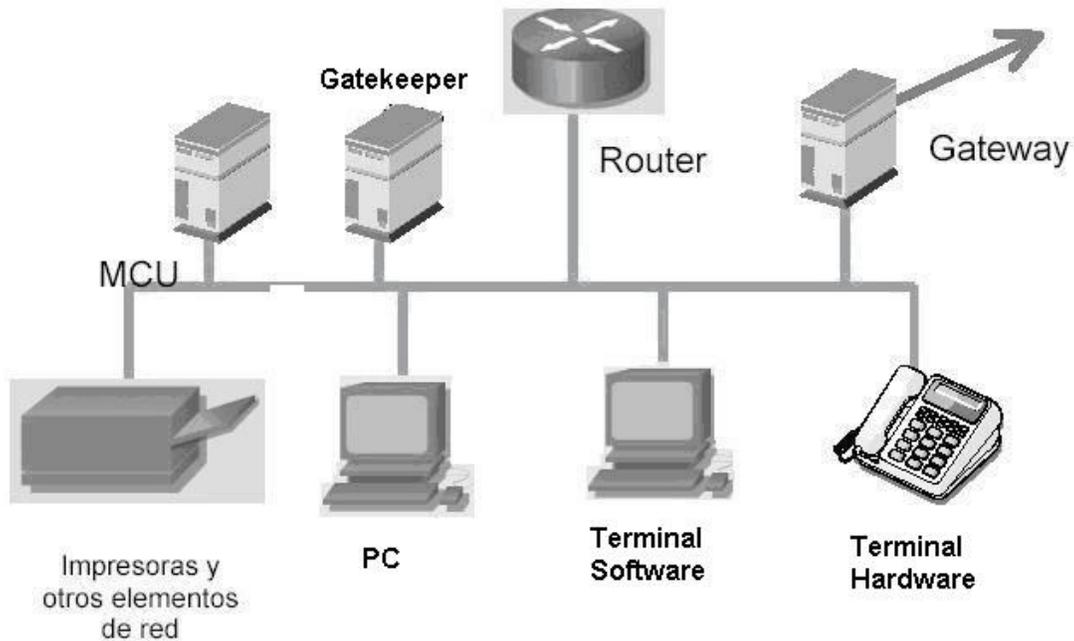


Figura 2.4: Componentes de una LAN.

de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y / o datos entre los dos terminales. La terminal se comunica con el Gateway VoIP usando H.245 para el control de llamada, Q.931 para el establecimiento de llamada, y RAS para el registro y administración con su Gatekeeper local.

Conforme a la especificación, una terminal H.323 puede proporcionar sólo voz, voz y datos, voz y vídeo, o voz, datos y vídeo. Se puede hacer otra clasificación de terminales VoIP: los terminales software (como el Microsoft NetMeeting, que incluye capacidad para transmitir vídeo, audio y datos T.120) y los terminales hardware, que presentan una apariencia similar a los teléfonos convencionales pero incorporan las funcionalidades requeridas para transmitir sobre IP [10].

2.2.2. Gateways.

El Gateway es básicamente un dispositivo lógico que actúa como pasarela de interconexión entre la red telefónica clásica (modo circuito) y las redes de datos (modo paquete). Este dispositivo es fundamental durante la necesaria fase de coexistencia entre la telefonía analógica y la telefonía digital sobre IP, pues no es coherente pretender implantar una tecnología totalmente digital sin prever una fase de introducción donde, de alguna manera, podamos decir que seguimos llamando desde un teléfono analógico a otro teléfono analógico prescin-

diendo del método de transmisión que se emplee entre ambos terminales y sin tener que comprar una terminal [17].

Podemos ver el Gateway como un dispositivo que por un lado tiene una interfaz LAN y por el otro dispone de uno o varios de los siguientes interfaces:

- FXO: para conexión a extensiones de centrales o a la red telefónica básica.
- FXS: para conexión a enlaces de centrales o a teléfonos analógicos.
- E&M: para conexión específica a centrales.
- BRI: acceso básico RDSI (2B+D)
- PRI: acceso primario RDSI (30B+D)

Los gateways se caracterizan por una serie de atributos que caracterizan el volumen y tipos de servicios que pueden proveer:

- Capacidad: número máximo de llamadas simultáneas que puede manejar. Depende del número de puertos del Gateway y de la velocidad del enlace de acceso.
- Protocolos de señalización soportados.
- Códecs de voz utilizados.
- Algoritmos de encriptado que soporta.
- Rango de direccionado

Un modelo genérico para un Gateway H.323 puede ser una caja como la de la figura 2.5:
Gateway H.323

Podemos descomponer el modelo de la figura en tres componentes, que corren en tres plataformas diferentes:

- Media Gateway: por un lado está conectado a una red de área local como Ethernet 10/100 BT y del otro asume una conexión a la red telefónica como un troncal T1 o línea RDSI para comunicación de video con un equipo compatible con H.320. Esta plataforma debe permanecer activa todo el tiempo para evitar cualquier interrupción de servicio entre dos terminales conectados. Este nodo controla el jitter, el retardo, la cancelación de eco y cualquier otro componente que constituye la calidad de servicio (QoS).
- Media Gateway Controller: proporciona el control general del Gateway. Se comunica con el Gatekeeper para solicitar información referente al mapeado entre una dirección IP y la red telefónica.

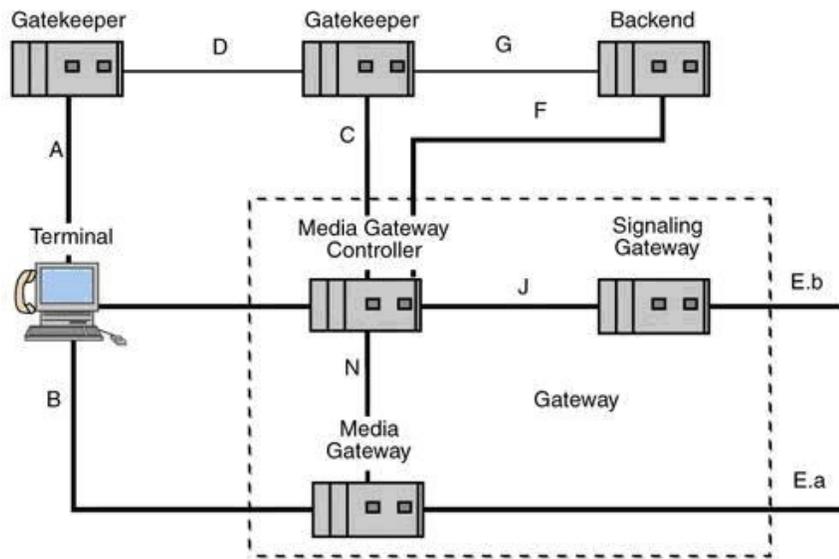


Figura 2.5: Modelo genérico de un Gateway H.323

Signalling Gateway: responsable de la interface entre la red de señalización SS7 y la señalización VoIP, como H.323.

Finalmente, cabe mencionar que existen unos gateways denominados especiales en tanto que se posicionan entre redes IP para desempeñar determinadas funciones de mapping, por ejemplo en la capa IP. Dentro de esta categoría podemos citar los proxies VoIP, transcodificadores VoIP, traductores de direcciones de red VoIP, etc.[11].

2.2.3. Gatekeepers

El Gatekeeper es una entidad que se encarga del control, el enrutamiento y la seguridad de la comunicación, de manera que no se produzcan situaciones de saturación en la red. Es un elemento opcional en la red, pero cuando está presente, todos los demás elementos que contacten dicha red deben hacer uso de éste. Éstas son sus funciones principales:

Funciones principales del Gatekeeper:

- Traducción de direcciones -esta función permite a cualquier terminal o gateway recuperar la dirección IP a partir de una dirección alias, o viceversa. Además, evita que la terminal o el Gateway tenga que hacer la reducción localmente, evitando de esta manera errores de conexión o direcciones IP desconocidas.
- Control de admisión (RAS: Registration Admission and Status) -el Gatekeeper gestiona el control de admisión basándose en criterios como el ancho de banda disponible en la red y otros criterios.

- Gestión del ancho de banda -para garantizar una buena calidad de la comunicación entre terminales.
- Gestión de su zona -define qué terminales H.323 están registrados en este Gatekeeper. Cada terminal es responsable de registrarse a un Gatekeeper.

También puede realizar funciones de:

- - Enrutamiento de la señal de llamada.
 - Funciones de control de la red. El Gateway consulta y resuelve cuestiones como:
 - Pueden todos los usuarios establecer teleconferencias o sólo los que se han registrado anteriormente?.
 - Usa la red DHCP, forzando así la autenticación por alias?
 - Cuál es el máximo ancho de banda autorizado para cada usuario?
 - Cuál es el máximo ancho de banda total en la red?
 - Autorización de llamadas.
 - Servicios de directorio.
 - Call Logging (CDR).

El Gatekeeper utiliza los siguientes protocolos:

- H.225.0
 - Mensajes Q.931 para el establecimiento de llamada.
 - RAS para la señalización entre el terminal y el Gatekeeper.
- H.245 es el protocolo de control de conferencia.
 - RTP / RTCP para el transporte de información:
 - Terminal a Terminal después del establecimiento de llamada. Abriendo múltiples canales lógicos de transmisión de datos.
- H.225.0
 - Mensajes Q.931 para el establecimiento de llamada.
 - RAS para la señalización entre la terminal y el Gatekeeper T.120 para la transmisión de información.

El Gatekeeper tiene dos modos de operación en función de cómo se establezca la comunicación entre terminales:

- La llamada se establece directamente entre los terminales en cuyo caso el Gatekeeper no es mas que un mero intermediario en la comunicación para poner en contacto ambos extremos al inicio de ésta.
- El Gatekeeper enruta la llamada (normalmente porque el terminal destino está fuera de su zona o está registrado en otro Gatekeeper) y realiza unciones como follow-me / find-me, forward on busy, etc[10].

2.2.4. Multipoint Control Units (Unidad de Control Multipunto)

El MCU es el elemento encargado de controlar las diferentes situaciones que pueden producirse a lo largo de una comunicación (conferencia) y facilitar que ésta se pueda llevar a cabo[19].

Sus características más importantes son:

- Soporta conferencia entre 3 o más terminales.
- Realiza la distribución de comunicaciones unicast, multi-cast o híbridos, ahorrando ancho de banda.
- Controla el dinamismo de llamadas multimedia (join, invite, controles de la conferencia).
- A menudo, las funciones del MCU son llevadas a cabo por una terminal (el usuario que se conecta a una conferencia permite a los otros usuarios que se conecten con él).

El MCU consta de dos partes:

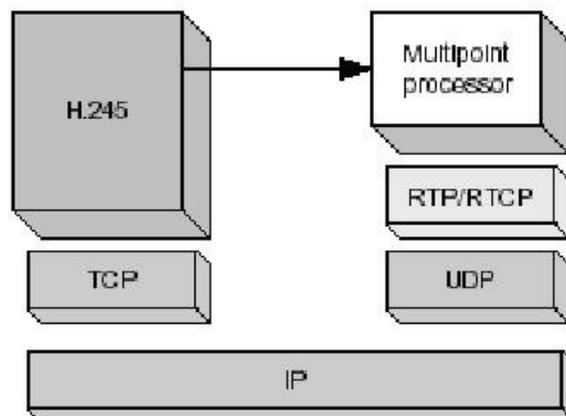


Figura 2.6: Se muestra como se compone el MCU.

- El Multipoint Controller.
- El Multipoint Processor: es opcional. commuta los datos de audio/video de todos los terminales H.323 bajo el control de H.245. Tiene las mismas funciones de audio/video Vocoder que las incluidas en todas las otras terminales o Gateways H.323. El MCU se puede integrar en un Gateway o Gatekeeper local.

2.3. Aplicaciones

Con todo lo anteriormente descrito, se pueden poner en marcha una serie de aplicaciones de gran demanda que producen de forma inmediata un ahorro de costos muy significativo.

2.3.1. Centros de llamadas (Call centers):

Los centros de llamadas pueden usar la Telefonía IP, mejorando la calidad de la información intercambiada en cada sesión. Por ejemplo un usuario podría navegar por información on-line, antes de realizar la consulta a un operador. Una vez en comunicación con el operador, se podría trabajar con un documento compartido a través de la pantalla. De esta forma se consigue sistemas de una gran calidad en el servicio a ofrecer, además de reducir de forma considerable el coste de líneas telefónicas y de Distribuidores Automáticos de Llamadas (ACD).

2.3.2. Redes Privadas virtuales de Voz.

Esta aplicación consiste en la interconexión de las centrales telefónicas a través de la red IP corporativa, de manera que se puede realizar una llamada desde una extensión de la oficina A otra extensión de la oficina B a través de la red de datos de la empresa, produciéndose esta llamada de forma gratuita ya que se aprovecha la infraestructura de datos ya existente. Un ejemplo claro de este servicio serían los bancos y una red de oficinas.

2.3.3. Centros de llamadas por el WEB

Si una compañía tiene su información disponible en un Web en Internet, los usuarios que visitan este Web podrían no solo visualizar la información que esta compañía les ofrece, sino que podría establecer una comunicación con una persona del departamento de ventas sin necesidad de cortar la conexión. De esta manera el operador de ventas cuando atienda la llamada tendrá en su pantalla la misma información que esta viendo el usuario. Esta aplicación tiene las siguientes ventajas:

Al ser la llamada a través de Internet, para el usuario no tiene costo adicional, aprovecha la llamada telefónica que tenía establecida para la comunicación de datos, para mantener también la comunicación de voz, esto permite tener a la empresa un servicio similar al de las líneas 900.

El usuario puede mantenerse on-line mientras habla con un operador de ventas.

El cliente trata con operadores humanos, que le podrán asesorar, esta característica mejorará sin lugar a duda el resultado de un sistema de comercio electrónico.

El operador puede cerrar la venta de manera más fácil ya que el usuario es bastante reacio a dar los datos de su tarjeta de crédito en una página Web por temas de seguridad que todos conocen, sin embargo no tendrá ningún inconveniente de dar esos datos verbalmente al operador de ventas, teniendo el usuario plena garantía de que sus datos están a salvo.

2.3.4. Aplicaciones de FAX.

Al igual que se hace con la voz, cabe la posibilidad de realizar transmisiones de FAX sobre redes de Telefonía IP, consiguiendo de esta manera reducir de forma significativa los costes de una empresa en transmisión de fax. En este caso no es necesario para el usuario que recibe el fax de disponer de equipos especiales ya que los faxes se seguirán recibiendo a través de una máquina de fax convencional. Una aplicación típica en este tema es el envío masivo de fax, ya que el usuario sólo enviará una copia del fax que desea enviar, así como la lista de números telefónicos de destino y el sistema se encargará de realizar todos los envíos enrutando los faxes al punto desde donde la llamada de destino es más económica [12].

2.3.5. Multiconferencia.

La telefonía IP permite la conexión de 3 o más usuarios simultáneamente compartiendo las conversaciones de voz o incluso documentos sobre el que todos los miembros de la multiconferencia pueden participar en la revisión, esto resulta de gran utilidad para empresas que realicen reuniones virtuales, con el consiguiente ahorro de gastos que supone el desplazamiento de personas.

2.4. Conclusiones.

La telefonía a través del protocolo IP tiene un amplio margen de aplicación, tanto en las empresas como en usuarios domésticos. Buscando un ahorro en el costo de las llamadas telefónicas y a su vez teniendo acceso a otros servicios como son el servicio de fax, video y multiconferencia.

Los dispositivos que componen la red IP son un factor determinante para tener una buena calidad en la transmisión y recepción de la voz, y el estándar utilizado por estos dispositivos es H323 especificado en la ITU.

La VoIP constituye uno de los elementos que han revolucionado el mercado de los servicios de voz y de las telecomunicaciones en los últimos años, esta tecnología permite la entrega de información utilizando el protocolo IP, al enviar voz digitalizada en paquetes discretos, en vez de hacer uso de los tradicionales protocolos de comunicación de circuitos, así la voz tiende a convertirse en un servicio creciente y totalmente centrado en datos.

Capítulo 3

Comparación entre VoFR Y VoIP

En este capítulo se comparan las distintas redes de paquetes y la posibilidad de transmitir voz y datos a través de las mismas.

Luego de una rápida selección se determina que Frame Relay e IP hoy en día son las más apropiadas.

A lo largo del mismo se realiza una comparación de ambos protocolos en distintos aspectos, de acuerdo a la tecnología, consumo de ancho de banda, capacidad de los troncales, de que manera se realiza el manejo de prioridades y segmentación.

3.1. Comparación.

El desarrollo de microprocesadores rápidos y baratos, unido a la fibra óptica en las transmisiones, ha hecho posible la construcción de redes de paquetes de alta velocidad a un costo muy bajo.

Similarmente, el desarrollo de rápidos y económicos procesadores de señales (Procesador Digital de Señales) han hecho práctica la digitalización y compresión de voz y fax en redes de paquetes[[3]].

La evolución natural de estos dos desarrollos se ha llevado a cabo para combinar paquetes de datos y voz digitalizada, creando las redes integradas de voz y datos.

La convergencia de las telecomunicaciones y comunicaciones de datos ha sido motivada permanentemente por el ahorro de costos entre compañías.

3.2. Redes de paquetes de datos.

Hay diferentes tipos de redes de paquetes de datos, que pueden soportar un tráfico integrado de voz y datos con un grado variado de éxito. Las principales tecnologías en usos son X25, Frame Relay, ATM, SNA, Novell/IPX, TDM y TCP/IP.

Debido a que TDM no es una tecnología de paquetes, es menos eficiente que las otras y por lo tanto será reemplazada rápidamente. X25 y SNA están basadas en una vieja tecnología de paquetes, las cuales son demasiado lentas y de alto retardo para portar voz y datos de

una forma efectiva. La tecnología Novell fue diseñada en un principio para aplicaciones LAN y tiene un pobre entorno en las WAN, por lo cual está siendo reemplazada últimamente por la tecnología TCP/IP.

Las tres tecnologías remanentes son Frame Relay y TCP/IP. Estas son las principales técnicas de networking utilizadas hoy en día para construir las redes de datos.

Ambas tecnologías utilizan los protocolos que se usaban exclusivamente para la transmisión de datos, pero debido a las necesidades y los requerimientos de las empresas se introdujeron nuevos servicios adicionales dentro de estos protocolos, como la voz y el video.

Hoy en día las WAN están construidas usando líneas dedicadas ejecutando estas tecnologías y usando redes de datos públicas basadas en ellas. Por un margen sustancial Frame Relay y TCP/IP son las más usadas, ambas sobre líneas dedicadas y como servicios de datos públicos.

Tanto Frame Relay como TCP/IP, están habilitadas para portar tráfico de voz y fax, aunque fueron originalmente diseñadas para transmisión de datos.

Por ser adherido el tráfico de voz y fax en este tipo de redes, hay un área de precaución y consenso que deberá ser tratada cuando las compañías deseen integrar el tráfico de sus WAN usando este tipo de tecnologías[8].

A continuación se dimensiona la integración de voz y datos junto al mejor curso de acción en tres escenarios de Networking:

- Cuando adhieran voz y fax a una red de datos corporativa existente .
- Cuando se construya una nueva red de voz y datos.
- Cuando se construya una nueva red de paquetes de voz y datos para portar llamadas públicas.

VoIP emergió como una forma de que el usuario de internet pudiera 'chatear' en forma en línea, esto les permitía comunicarse con alguien en el mundo a bajo costo. En muchos casos al precio de una llamada local.

En un principio la idea desafió a las grandes compañías, las que se encontraron con los problemas de la calidad de voz. Hoy VoIP como tecnología se ha desarrollado y crecido ganando la atención de los usuarios corporativos. La introducción de los gateway VoIP les permitió a los usuarios utilizar los números telefónicos convencionales y comunicarse de la misma manera que si utilizaran los servicios telefónicos tradicionales, con la diferencia que la misma se lleva a cabo a través de una red IP.

VoIP posee una tecnología que es un estándar de facto para internet e intranet. Sin embargo no existen estándares para la gestión del tráfico y el ancho de banda, que aseguren la prioridad del tráfico de voz sobre el de datos. Los trabajos sobre los estándares están progresando rápidamente en la IETF, y el uso de protocolos como RSVP y RTP permiten hoy en día configurar una solución para VoIP, pero en contrapartida obligan a la utilización de otros protocolos para tener un control sobre el volumen de la información enviada y poder asegurar que la calidad de voz sea aceptable.

Por su parte VoFR tiene una amplia aceptación, por su rapidez y costo efectivo, tanto en redes públicas como privadas. La incorporación de SVC le adhirió a Frame Relay una nueva ventaja proporcionándole un mecanismo para que un usuario establezca una llamada con otro, lo cual le da una mayor importancia en las comunicaciones de voz.

Los usuarios se encuentran dentro de dos grupos.

- Empresas con infraestructura Frame Relay, en este caso VoFR provee un valor adherido muy significativo y un ahorro de costo. El costo incremental de adherir voz es generalmente bajo, dado que varios dispositivos de acceso existentes pueden ser adaptados para soportar PBX, voz y fax.
- Empresas con infraestructura IP. Aquí la voz puede ser adherida a la red sin interrumpir la integridad de las aplicaciones existentes. En muchos casos el fuerte no es el ancho de banda, por lo tanto se debe recurrir a mecanismos de calidad de servicio para asegurar la performance como lo son los protocolos RSVP, RTP, y los esquemas de prioridades y encolado.

3.2.1. Integración de voz y datos en una red corporativa

El adherir voz y datos a una red corporativa Frame relay o TCP/IP, requiere del desarrollo de un dispositivo de integración de voz y datos (VDID) en cada locación de la corporación.

Para Frame Relay el dispositivo es un voz/fax habilitado para rutear o un FRAD. Para TCP/IP, el dispositivo es un gateway de VOIP, ambos diagramas son mostrados a continuación.

En ambos casos el dispositivo es conectado a un equipo telefónico, usualmente una PBX, con un sistema de claves KTS ó un fax en uno de los lados y la red en el otro.

El gateway VOIP no es conectado directamente a la WAN sino a una locación LAN. Los mismos son fundamentalmente dispositivos LAN, existiendo routers no voz/fax para proveer dicho acceso. A diferencia de esto el FRAD, se conecta directamente a la WAN así como a los equipos telefónicos. En suma este puede ofrecer también funcionalidad de router así como conexión a la WAN[10].

3.2.2. Voz digitalizada y fax.

Las señales analógicas y digitales de voz y fax, entran en el VDID donde serán procesadas por un procesador digital de señales y convertidas en paquetes de datos. La voz es digitalizada, a 64 kbps usando el formato PCM y luego reducido utilizando compresión que típicamente la llevan a 8 kbps CELP, para por último ser ubicada en un paquete apropiado de Frame Relay o IP. La voz digitalizada desde la PBX esta lista en formato PCM, por lo tanto es omitido el primer paso de conversión. El otro extremo del VDID aplica un proceso reverso, tomando los paquetes comprimidos, descomprimiéndolos desde los 64 kbps y puesta la información en formato apropiado analógica o digital.

El proceso opera simultáneamente en ambas conversaciones para full duplex. El término CODEC es utilizado para representar el proceso o técnica de Compresión y Descompresión.

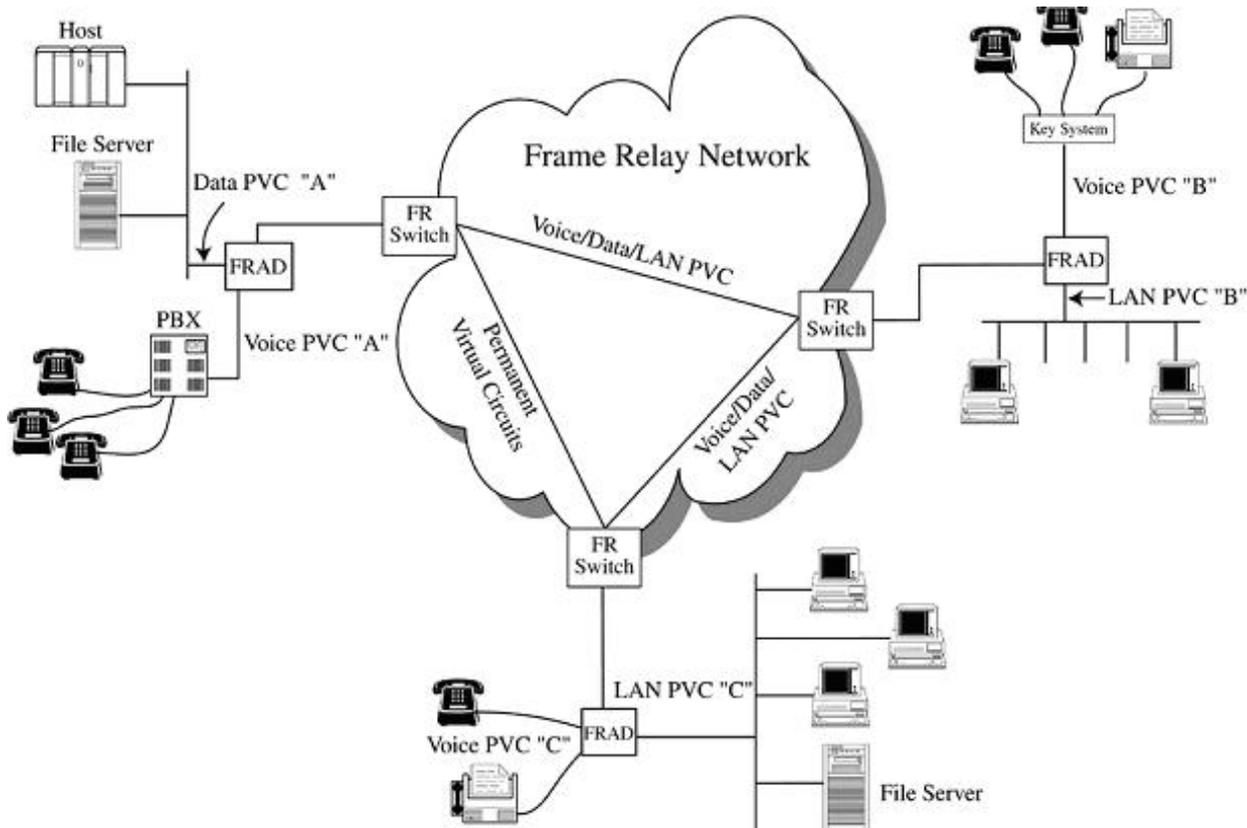


Figura 3.1: Típica red de voz sobre Frame Relay

Las señales de los fax analógicos son también digitalizadas a 64 kbps en formato PCM, luego demoduladas por el DPS para volverlas al formato original dentro de la máquina de fax y puestos dentro del tipo de paquetes apropiado. En el VDID remoto, la cadena digital es remodulada para volver al formato original.

Todas las actividades del procesador digital de señales ocurren en tiempo real. Los paquetes digitalizados de voz y fax son puestos sobre la LAN por el gateway VOIP, y sobre la WAN por el router voz/fax o el FRAD. Las conexiones telefónicas al VDID son troncales analógicos o digitales. Hay usualmente 2 a 4 troncales analógicos en sitios remotos pequeños, 4 a 8 en locaciones regionales y 8 a 24 o 30 en oficinas centrales[12].

3.3. Determinación de los troncales requeridos.

El costo de la voz y fax integrados junto con datos, depende en gran medida del costo de los equipos VDID requeridos en cada lugar. El costo del VDID es proporcional al número de troncales VDID. Solamente el mínimo número de troncales necesarios es provisto. Solo dos de ellos pueden llegar a manejar alrededor de 3 horas de comunicación de voz y fax intra compañía, sobre un día de 8 horas de jornada laboral, con un 95 % de llamadas recibidas en

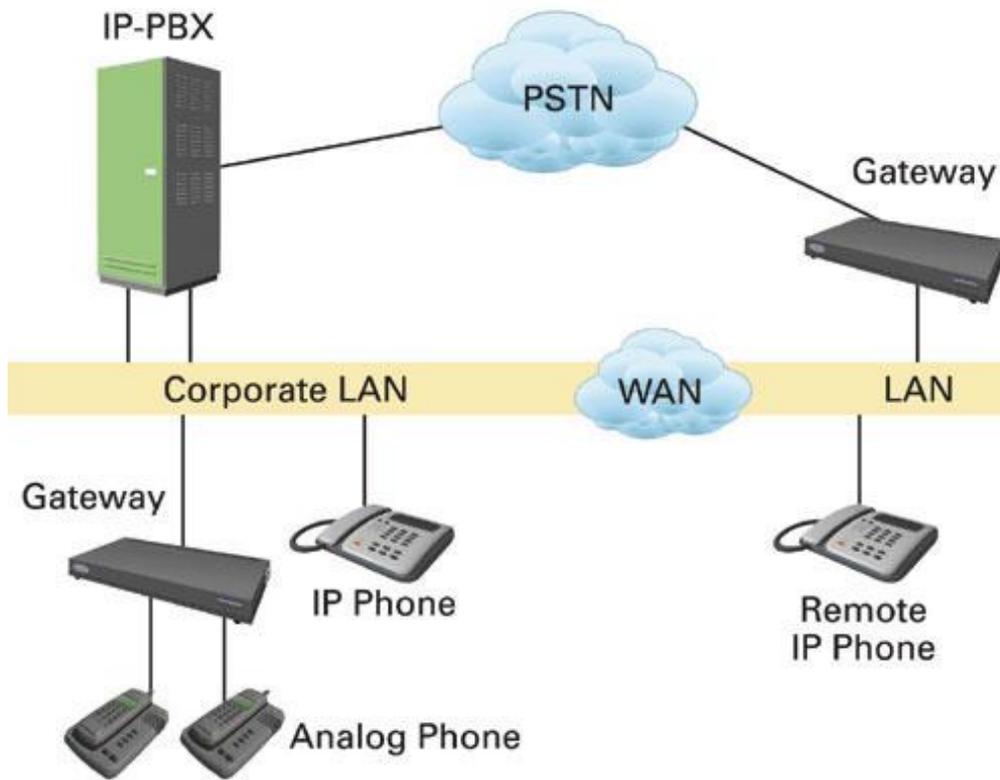


Figura 3.2: Típica red de voz sobre IP

tono. Cuatro serán necesarios para manejar alrededor de 12 horas y así sucesivamente. La tabla mostrada a continuación revela la capacidad de información de los VDID.

Por experiencia, el 95% de las señales de tono mostradas en la figura, son suficientes para no frustrar al usuario en el uso de VDN. Porcentajes mayores pueden ser usados, pero el incremento en números de VDID requerido, tiene un efecto negativo en los costos.

En las oficinas centrales, la cantidad de troncales es a menudo derivada del porcentaje del total de troncales de las sucursales. Por ejemplo, 20 oficinas remotas con dos troncales cada una, totalizando 40 troncales, podrían en muchos casos requerir solamente 15 o 20 troncales. Los troncales de las sucursales serán contenidos por los de la central con una conexión entre 8 a 3 (40 a 15) a 2 a 1 (40 a 20), la tabla muestra algunos contenidos comunes.

3.4. Llamando sobre las redes de voz y datos.

Para realizar una llamada usando la red VDN, un usuario en una locación llama a otro a través de un número fijo publicado. Esto instruye a la PBX del llamador para seleccionar

	Numerode	Troncales	de VDID	Telefono/	Fax
Periodo	2	4	8	12	24
1 Hora	0.4	1,45	4.32	7.6	19.0
2 Horas	0.7	2.9	8.64	15.2	38.0
4 Horas	1.5	5.8	17.28	30.4	76.0
6 Horas	2.2	8.7	26.92	45.60	114.0
8 Horas	2,9	11.6	34.56	60.8	152.0
9 Horas	3.3	13.05	38.88	68.4	171.0

Cuadro 3.1: Capacidad de información de los dispositivos de integración de voz y datos.

Numero de troncales remotos	Nuneros de sitios remotos son 2 troncales por sitio	Numero tipico de troncales del centro de operaciones	Porcentaje tipico de disputa
2	1	2	1:1
4	2	3-4	1.3:1 - 1:1
6	3	4	1.5:1
8	4	5-6	1.6:1 - 1.8:1
10	5	5-6	1.7:1 - 2:1
16	8	8-9	1.8:1 - 2:1
24	12	10-13	1.8:1 - 2.4:1
32	16	13-16	2:1 - 2.5:1
64	32	24-29	2.2:1 - 2.7:1

Cuadro 3.2: Tabla de contenidos comunes.

el próximo troncal disponible conectándolo al VDID. El VDID inmediatamente genera una señal de tonos para que escuche el llamador.

Ambos VDID establecen un circuito de paquetes telefónicos entre ellos a través de VDN, y comienza la comunicación.

Si el número de teléfono llamador está ocupado, o el VDID no puede encontrar o conectarse con él otro, se generan apropiadas señales de ocupado, para informarle al llamador.

Cuando una o ambas partes son conectadas por KTS en lugar de PBX, la secuencia de llamadas es similar, excepto que el llamador pone una clave apropiada para seleccionar la VDN, y no hay extensión a la parte llamada cuando el VDID remoto se conecta al KTS.

3.4.1. Importancia de la transparencia en la Interoperabilidad telefónica.

Una secuencia de llamadas es transparentes a ambas partes, tanto si se esta usando PBX o KTS.

Es muy importante la VDN en un entorno corporativo, por el costo de las llamadas. Si un usuario tiene que hacer una nueva secuencia de llamados, tanto usando la PC como el

teléfono, en muchos casos este podrá tener una aproximación al uso de PSTN, frustrando el ahorro de costos. En entorno comercial, un usuario puede no tolerar algunas reducciones en el nivel de servicios, para poder disminuir el costo telefónico.

En ambientes caseros, el consumidor puede tolerar una reducción en el nivel de servicios para reducir los costos, las cuales muchas veces no pueden ser trasladadas al ámbito comercial.

Otra característica clave de la integración de la voz y los datos es el uso de equipos existentes. Si el VDID o la VDN requieren nuevos equipos técnicos, el costo ahorrado en el futuro será desfasado debido al costo de los nuevos equipos, modificando la proposición de integración. Por esta razón la integración de voz y datos en redes WAN no incorpora las PC como dispositivos telefónicos.

3.4.2. Funcionalidad de la Integración.

Muchos VDID de interfaces, tienen forma y performance similar a los DSP basados en procesamientos de voz y señales de fax. A pesar de que cada vendedor especifica una configuración particular, existe un mínimo de funcionalidades que se requieren para tener una transparencia básica para el usuario en la interoperabilidad telefónica.

Funcionalidad Básica

- FXS, FXO, y E&M son interfaces analógicas de 2 y 4 cables con tierra. Estas conectan PBX, KTS o directamente teléfonos y máquinas de fax.
- Se utilizan troncales digitales T1 y E1 para conectar PBX, ambos con inclusión de CAS (Canal Asociado de Digitalización) y CCS (Canal Común de Digitalización).
- Habilidad para generar señales de tonos, como de ocupado del troncal y señalización para el llamador.
- Repetición del último paquete (sólo de voz) para ser enviado mas tarde, en caso de pérdida o corrupción. Con este proceso, si las pérdidas o corrupciones son infrecuentes, quien escucha no se dará cuenta de tal problema. Las redes corporativas normalmente tienen una baja pérdida de paquetes.
- Un puerto de conexión con búsqueda de grupos, que le permita a un VDID local acceder al próximo VDID remoto. Los troncales pueden estar agrupados, permitiendo accesos controlados dentro de un grupo específico.
- Desconexión automática del troncal, cuando el VDID detecta un problema con uno de sus troncales, con sigo mismo ó con la WAN. Esto es presentado como una señal de ocupado ó troncal ocupado para el llamador.
- Compresión de voz, soportando conversaciones con excelente calidad de servicio full dúplex, compresión a 8 kbps o menor con inclusión de overhead.

- Supresión de silencios con poco ancho de banda (1 kbps o menos), regeneración de ruidos. La supresión debería reducir el ancho de banda requerido en al menos un 50 %. Esto no debe introducir ninguna notificación al comienzo de la actividad.
- Cancelación de eco. Esto no se refiere a ecos acústicos, sino, a la energía reflejada. Cuando un teléfono de dos cables se conecta a una interfaz PBX de cuatro cables o a una oficina central, se debe utilizar un circuito híbrido para realizar dicha conversión. A pesar de la eficiencia de dichos circuitos y su habilidad de conversión, una pequeña cantidad de energía no es convertida, en su lugar esta es reflejada hacia el llamador. Esto se denomina eco.
- Cuando el llamador está cerca de una PBX vuelve rápidamente a quien llama. Sin embargo éste deberá superar los 10ms para poder ser apreciado por quien llama. Para prevenirlo los VDID incluyen un código especial DSP, que escucha por las señales de eco y las subtrae desde las señales de entrada. Esta cancelación es muy importante porque los retardos de las redes muy fácilmente pueden ser de 40 o 50ms.
- Soporte de Fax en tiempo real para G3 a 9.6kbps.
- Regeneración de tonos DTMF para voz/mail y aplicaciones similares.
- Configuración de llamadas menor a 3 segundos.
- Soporte de al menos una interface Ethernet.
- Control centralizado de todos los VDID, por alarmas, monitoreo de estados, diagnósticos, mantenimiento de la base de datos y código de operación.

En definitiva para esto los VDID necesitan, la mejor integración voz/datos, al tiempo que se reducen los costos, expanden los niveles de interoperabilidad telefónica y se mejora la gestión.

Funcionalidad expandida

- Puerto de conexión a través de una plataforma, transparente al llamador.

Cuando un VDID local requiere un troncal desde un VDID remoto y no está disponible, el VDID con conexión a través de plataformas seleccionará otro VDID hasta encontrar un troncal.

- Soporte para redes Token Ring.
- Soporte SNMP para gestión de la red.
- Soporte de un puerto para voz y fax sin costo extra, la voz y fax son autodetectados sin intervención del usuario, basándose en la naturaleza de la señal.
- Buffers dinámicos para jitter, automáticamente ajustables a las características de los retardos de la WAN.

- Señales de llamado y tonos, de países específicos. Esto permite al VDID el uso en diferentes países.
- Flash-hook, permitiendo que un usuario remoto controle las funciones especiales de la PBX, las cuales pueden incluir voz por mail y otros procesos.
- Detección y regeneración de tonos DTMF y multi frecuencias, ambos al comienzo y durante la llamada. Esto garantiza que el llamador pueda controlar todas las aplicaciones que usan DTMF en los teléfonos lejanos.
- Permitir algún DTMF o FM o pulsos de un lado y del otro.
- Centro de soporte para FXO a FXO, supervisando las desconexiones. Asegurando así que las llamadas sean desconectadas.
- No centralizar las fallas en un punto.
- Escalabilidad de varios VDID para una gran VDN, redes que tienen instalados cientos de VDID.
- Inhibición de llamadas y recepción de inhibiciones, controlando quien puede realizar y recibir una llamada.

Dado que VoFR ha sido implementado en los últimos cinco años, los FRAD son usualmente más completos que los gateway VoIP, cuando se los compara en una base de costo por troncal. Existen otras diferencias importantes que son intrínsecas a la naturaleza de cada tecnología de paquetes VDID.

3.5. Comparando VoFR Y VoIP de acuerdo a la tecnología de paquetes.

Existen cuatro áreas con diferencias fundamentales entre VoIP y VoFR en cuanto a tecnología de gestión.

- Overhead de los paquetes.
- Líneas de acceso a WAN, portando capacidades e implementaciones de costo asociado.
- Priorización de paquetes.
- Fragmentación o segmentación y su efecto sobre el tamaño de los paquetes

Cada área presenta un desafío diferente para los gateway VOIP, dado que VOFR es más completo porque tiene un poco de ventaja en lo inherente a tecnología[1].

3.6. Comparación en consumo de ancho de banda

VoIP, consume alrededor de un 50 % más de ancho de banda, en redes WAN, que VFR. Las implicaciones para redes VPN corporativas son el doble. Hay poca actividad virtual de voz y fax sobre los troncales de acceso a la WAN y menos ancho de banda quedará para tráfico no telefónico (ancho de banda residual). Las primeras implicaciones llegan de una simple división de ancho de banda de las líneas de acceso, por el ancho de banda del troncal.

Por ejemplo sobre 64 kbps de acceso Frame Relay puede tener un máximo de $64/10=6$ troncales de actividad de voz comparado con IP, que solo puede tener un máximo de 4 ($64/15$).

Si se utilizan mecanismos para mejorar los ruidos y la calidad de voz, la diferencia entre VoFR y VoIP, en cuanto a consumo de ancho de banda llega a ser más pronunciada. Un ruido de fondo de 1kbps transmitido durante un período de silencio, significa un aumento de 4,8 kbps (1 kbps + 7 kbps overhead = 8 kbps - 40 % de voz activa = 4.8 kbps) de ancho de banda consumido por VoIP, contra 1.8 kbps que es el resultado de VoFR (1 kbps + 2 kbps de overhead = 3 kbps - 40 % de voz activa = 1.8 kbps).

Esto promedia un consumo de ancho de banda de 10.8 kbps y 5.8 kbps para VOIP y VOFR respectivamente, lo cual es una gran ventaja para este último.

El método de división del ancho de banda WAN, por el de los troncales, asegura que nunca un troncal de voz compite por el ancho de banda, asumiendo que no hay datos de alta prioridad. Esta simple división tiene en cuenta los beneficios de la multiplexación exacta. Con estos efectos la cantidad de troncales activos se encuentra dependiendo del troncal original y el nivel aceptable de cada paquete de voz/fax.

El efecto de multiplexado estático solo se aplica a líneas WAN de alta velocidad. Por ejemplo T1 a 1.5 Mbps soportando alrededor de 150 troncales acorde al método de división, pero pueden llegar a 185, con un 99,9 % de integridad de los paquetes. Dado que el nivel de la integridad requerido por los paquetes puede variar con la aplicación, y la cantidad de troncales en las redes corporativas de voz y datos, raramente son altas, se descarta dicho efecto en aplicaciones corporativas y solo se considera en aplicaciones voz/fax puras.

La segunda implicación es un poco más complicada y requiere una discusión del ciclo de voz/fax. Cuando el troncal VDIC no está en uso, el consumo de ancho de banda de la red es cero (0). La cantidad de tiempo, que un troncal VDIC, se encuentra en uso se denomina ciclo obligado del troncal. Esto varía acorde al número de troncales VDIC y normalmente no excede el factor de carga, que corresponde al 95 % de los tonos.

La tabla muestra el promedio máximo de ciclos para varios troncales, asumiendo una jornada de 8 horas diarias. En la misma por ejemplo el promedio máximo de una simple troncal VDIC es de un 36 % de actividad sobre una jornada de 8 horas diarias. El 36 % promedio, normalmente desarrollado sobre períodos de 20 o 30 minutos (esto es diferente de los períodos de 20 o 30 segundos mencionados en la supresión de silencio), esto implica que la cantidad de ancho de banda promedio consumido por el troncal sobre este período es de 36 % de 6 kbps para IP o 4 kbps para Frame Relay, esto es 2.2 kbps para IP y 1.4 kbps para Frame Relay.

Tomando el ciclo apropiado para cada troncal, el mínimo promedio de ancho de banda

Numero detrocales con interface de conexion voz y datos	2	4	8	12	24
El porcentaje maximo de tiempo pormedio de trocales activos	18 %	36 %	54 %	63 %	79 %

Cuadro 3.3: Promedio máximo de ciclos en troncales.

residual disponible para otro tipo de tráfico puede ser calculado. Por ejemplo con 2 troncales Frame Relay cada uno tiene un ciclo de 18 %. Ambos combinados pueden soportar 2.9 horas de una jornada de 8 horas de 95 % de las señales de tono disponibles. Cada troncal consume 10kbps, 4 kbps con supresión de silencios y 0.72 kbps promedio (4 por 18 %) sobre 20 o 30 minutos. El ancho de banda residual sobre un línea de 64 kbps será $64 - 0.72 = 63.28$ kbps.

3.7. Comparando capacidades del troncal telefónico (con integración de datos).

La tabla muestra el ancho de banda residual que está disponible para datos sobre un período promedio de 20 o 30 minutos. Para ambos tanto VOIP como VOFR.

Ancho de banda de acceso a la WAN	Numero maximo de router o FRADS (Troncales)	Ancho de banda residual	Maximo numero de Gateways VoIP	Ancho de banda residual
28.8	2	27.4	1	27.7
33.6	2	32.2	2	31.4
56	5	47.6	3	51.0
64	6	53	4	55.4
128	12	98	8	102
256	25	176	17	184
384	38	247	25	264

Cuadro 3.4: Ancho de banda residual.

Esta también muestra número de troncales VDIC telefónicos que se encuentran accediendo al ancho de banda de la WAN (ancho de banda accedido dividido por el total de ancho de banda del troncal).

El ancho de banda residual determinado será necesario para incrementar el acceso a la WAN para soportar voz y fax sobre un tráfico existente de datos. Esto se utiliza para adherir voz y fax en las redes corporativas, lo cual se logra adhiriendo tanto ancho de banda como sea posible.

El costo extra de adherir ancho de banda puede significar la reducción del costo ahorrado que provendrá de liberar las llamadas de teléfono y fax. Si una red corporativa de datos toma suficiente ancho de banda, entonces no gastará costo adicional para incorporar voz y fax.

Para una velocidad de acceso, el ancho de banda residual de datos es similar para VoFR y VoIP, la diferencia se encuentra en el número de troncales VDIC que portará la línea. Hay que notar que la figura muestra para números de troncales telefónicos, con altas velocidades de acceso a la WAN, (por encima de 256 kbps), que los mismos son conservados. La falta de asignación ha sido hecha para beneficiar la capacidad de multiplexado estático del troncal.

Otra manera de ver esta información es por cantidad de troncales como muestra la figura 3.3.

Troncales de voz	Ancho de banda mínimo requerido (Kbps) FR/IP	Promedio con supreso de Silencios(Kbps) FR/IP	Promedio por ciclo de trabajo FR/IP	Ancho de banda residual (Kbps) FR/IP					
				28.8 Kbps WAN	56 Kbps WAN	64 Kbps WAN	128 Kbps WAN	256 Kbps WAN	512 Kbps WAN
2	20/30	8/12	1.4/2.2	27.3/NF	55/54	63/63	127/126	255/254	511/510
4	40/60	16/24	5.8/8.6	NF/NF	50/NF	58/55	122/119	250/247	506/503
8	80/120	32/48	17/26	NF/NF	NF/NF	NF/NF	111/102	239/230	495/486
12	120/180	48/72	30/45	NF/NF	NF/NF	NF/NF	98/NF	226/211	482/467
24	240/360	96/144	76/114	NF/NF	NF/NF	NF/NF	NF/NF	180/NF	436/398

Figura 3.3: Ancho de banda requerido por numero de troncales disponibles.

A pesar de que el ancho de banda consumido por VoIP es 50 % mayor que VoFR, cuando la aplicación es integrada de voz y datos contra voz/fax, el impacto es menor al que debería ser. Esto se debe a que el promedio de ancho de banda residual es muy grande, el porcentaje de diferencias entre ellos es más pequeño.

Por ejemplo, 4 troncales requieren un mínimo de 40/60kbps VoFR/VoIP. Ellos dejan solamente 24/4 kbps fuera de los 64 kbps (las 4 conversaciones en la misma dirección y al mismo tiempo). Esta es la mayor diferencia a favor de VoFR por un margen de 6 a 1.

Sin embargo esto deja un promedio de 58.2/55.2 kbps de ancho de banda residual, solamente un 5 % de ventaja a favor de VoFR. Con 24 troncales corriendo sobre un troncal de 512 kbps, la ventaja del ancho de banda residual es del 10 %.

3.8. Integración voz/fax en background y tiempo real.

La discusión comienza basándose en que los datos en tiempo real, como el tráfico de voz y fax son de bajo retardo sobre la VDN, lo cual les da una prioridad superior sobre los que no lo son, (a veces llamados datos en background). Esto incluye email, transferencia de archivos y tráfico de browser. Este tipo de tráfico puede ser brevemente demorado, a favor del tráfico en tiempo real, sin impactar en el usuario final.

En efecto, la unión de voz/fax y datos sobre un enlace WAN tiene una relación ventajosa. Para accesos a WAN de baja velocidad, los datos van usualmente en background y la voz y

fax en tiempo real. Para accesos de alta velocidad, hay a menudo en los datos una mezcla de background y tiempo real mientras que la voz y fax si se transmite en tiempo real. En realidad no es tiempo real de datos, ya que la voz/fax consumen una cantidad pequeña de ancho de banda.

Esta manera de combinar voz/fax y datos ha cambiado considerablemente desde el pasado. Ante el advenimiento de los DSP y la tecnología de paquetes, la voz/fax consumía típicamente un ancho de banda constante de 64 kbps sin la posibilidad de supresión de silencios o factor de ciclo obligado. Los datos consumen una pequeña cantidad de ancho de banda la cual es adherida sobre la red de voz/fax. Hoy en día el promedio de voz/fax es de 1 a 3 kbps alrededor de 2 a 4 % de 64 kbps.

Cuando hay datos en tiempo real, tales como SNA corriendo sobre redes WAN de baja velocidad, es necesario abstraer el ancho de banda de los datos en tiempo real desde el ancho de banda de las líneas, para determinar cuanto ancho de banda residual se encuentra disponible para voz/fax.

Por ejemplo, una cadena de datos SNA de 19.2 kbps esta corriendo sobre un enlace de 56 kbps, el residual 36,8 kbps podría ser usado para voz/fax. Esto permite 2 troncales VDIC de VOIP o 3 de VoFR (50 % más para VoFR, lo cual es altamente significativo)[12].

El ancho de banda remanente estará disponible para datos en background. Sobre todo, porque los gaps en los datos SNA usualmente alrededor de 50 % a 9.6 kbps, en este caso, otros 9.6 kbps podrían estar disponible para comunicaciones adicionales en background. Con 2 troncales VDIC el promedio de voz/fax será de 1 a 2 kbps, SNA podría promediar 9.6 kbps y un promedio total de 44 kbps disponibles para comunicaciones en background.

3.9. Comparación de capacidad de troncales VoFR y VoIP (sin integración de datos).

Hasta aquí se compa VoFR y VoIP en entorno integrado de voz y datos. A pesar de que el tamaño de paquetes de voz/fax VoIP es 50 % mayor que el de VoFR, el ancho de banda residual para datos es similar, especialmente en velocidades de acceso superior a 56 kbps. La principal desventaja es el número reducido de troncales telefónicos VoIP que pueden ser portados sobre un acceso WAN comparado con el número de troncales VoFR, potencialmente una gran ventaja en velocidades de acceso inferiores a 64 kbps[1].

Cuando la discusión se gira a un entorno de paquetes de voz/fax pura, la situación es sustancialmente más favorable a VoFR. Si una compañía ejecuta voz/fax sobre una línea WAN, sin datos, el ancho de banda residual no tiene valor. En este caso en la tabla mostrada anteriormente se pudo observar que VoFR mantiene una ventaja del 50 % sobre VoIP.

Por ejemplo, sobre un enlace T1 conectado entre dos pares VoFR podrá soportar 153 conexiones voz/fax activas, simultáneamente con un CODEC de 8 kbps, comparado con los 102 que podrá soportar VoIP, sin contar las ventajas del multiplexado estático.

Si estas conexiones formaran parte de una telefonía comercial internacional la ventaja tendría un impacto seriamente provechoso.

En la configuración de la voz/fax en redes corporativas, rara vez una línea T1 se utilizará sobre una oficina remota para portar más de 60 conversaciones voz/fax, típicamente se encuentran entre 15 y 30. Una mejoría sustancial del ancho de banda debería ser usada para datos. En este caso el ancho de banda residual será predominante y la ventaja de VoFR no será tanta.

3.10. Retardo y jitter en las redes.

Uno de los ingredientes de la buena calidad de voz y alta aceptación del usuario es el bajo retardo. El retardo es introducido por varias razones por el VDID, el CODEC, el VDID WAN/LAN o por la WAN en si misma y por los equipos telefónicos. En algunos casos la LAN introduce algún material de retardo.

El retardo es discutido a menudo en términos de promedio de los mismos y la variación. Como se dijo anteriormente la variación se denomina jitter. El promedio describe la longitud promedio de tiempo que un paquete toma para moverse de un VDID a otro. El jitter describe la variabilidad en el tiempo de arribo de los paquetes. La latencia es el término usado a menudo para describir la suma de retardos y jitter promedio.

Cuando la latencia excede los 200 a 250 ms las dos partes adoptarán el modo de comunicación half dúplex donde un extremo habla y el otro escucha. El problema ocurre cuando la conversación es a través de un sistema telefónico satelital. El resultado es una reducción de la calidad de la voz percibida.

Cuando un paquete VDID arriba fuera de orden y fuera de tiempo este es descartado y el paquete previo es repetido. Si esto sucede de manera frecuente quien escucha percibirá una reducción en la calidad de voz.

Para permitir una cadena de voz natural, se debe mantener el paquete por un cierto tiempo en memoria, lo cual se denomina búffer de jitter. El tiempo que el paquete permanece en memoria es adherido al retardo total, si la red tiene alto jitter el efecto es percibido en la voz.

Por ejemplo una VDN, deberá tener un retardo promedio de 130 ms y una variabilidad de 5 ms. Se dice que la VDN tiene 5 ms de jitter y latencia efectiva de solamente 135 ms.

Por otro lado si una VDN tiene bajo promedio de retardo 50 ms pero 10 % de las veces el mismo supera los 200 o 250 ms (mientras el 90 % puede estar por debajo de los 33 ms) el buffer de jitter será de 200 o 250 ms y la latencia podría ser de 250 ms lo cual es un valor muy alto. Por lo tanto podemos decir que el jitter puede ser más importante que el promedio de retardo de una aplicación.

Mientras un jitter alto podría ser compensado por paquetes crónicamente demorados, esto adhiere latencia. Un bajo búffer de jitter reduce la latencia pero puede ser menos aceptado desde el punto de vista de los retardos de los paquetes.

Esto puede ser dificultoso porque las condiciones del búffer de jitter pueden variar con los días. Por esta razón es mejor usar búffers dinámicos que se ajusten constantemente al tamaño mas pequeño que sea consistente con una buena calidad de voz[17].

3.11. Comparando priorizaciones entre VoFR y VoIP.

Para que la integración de voz y datos trabaje correctamente sobre una VDN corporativa, los jitter y los retardos deberán ser bajos, es decir baja latencia, menor a 200 ms.

Una forma de reducir la latencia es priorizar los paquetes. Esto significa aprovechar las prioridades, sin embargo esto no es igual en VoIP y VoFR. En realidad en VoFR se aprovecha mejor que en VoIP.

En VoIP, los router que conectan los sitios LAN con las líneas WAN son construidos para manejar los paquetes de voz/fax y ponerles el encabezado de algún paquete de datos para poder esperar en las colas de transmisión de los router. Esto forma una cadena de datos que no adherirá variabilidad en el tiempo de arribo de los paquetes de voz. La priorización de los paquetes de voz/fax es especialmente importante en los accesos a WAN a velocidades de 56/64 kbps a 512 kbps. En velocidades T1/E1 esto puede no ser requerido.

Hay dos métodos de instruir a un router a priorizar los paquetes IP de voz/fax:

- En el primero el administrador programa explícitamente el router para observar por el gateway VOIP, bien conocido como número de puerto UDP. Este puerto es reservado y registrado para Gateway manufacturados para uso exclusivo en todo el mundo.
- En el segundo método, se utiliza un protocolo de priorizaciones que es comprendido por ambos, el router y el gateway que es usado. Un ejemplo de tal protocolo es RSVP (por sus siglas en ingles Protocolo de reservación de recursos), un nuevo estándar de priorización incluido por los vendedores de router en el sistema operativo de sus productos.

Con RSVP cuando el gateway determina la necesidad de priorizar una llamada de voz/fax, este establece una sesión RSVP con el router, usando la LAN para pasar información. El gateway instruye al router para priorizar los paquetes de voz/fax por la duración de la llamada. Cuando la misma termina el gateway instruye al router para cerrar la priorización. RSVP, sin embargo, no tiene un desarrollo muy definido.

RSVP, también incluye funciones para contrarrestar los retardos y garantizar la disponibilidad del ancho de banda, pero sobre una red VoIP corporativa bien gestionada, solo es necesario utilizarlo para el esquema de prioridades.

Esto es usualmente necesario para priorizar los paquetes de voz/fax en las VDN, donde la velocidad de acceso a la WAN es normalmente baja y es el mayor conflicto potencial.

Con VoFR la priorización de los paquetes de voz/fax encabezando los paquetes de datos, es realizada automáticamente por los FRAD, sin ninguna configuración o desarrollo del usuario. Sobre todo cuando hay múltiples actividades de voz/fax en los troncales. Algunas aplicaciones pueden priorizar a diferentes niveles dentro del multiplexado de la actividad del troncal, mientras que VoIP usualmente tiene solo un nivel de prioridad.

A pesar de que los efectos de priorización son los mismos con VoIP que con VoFR, este último tiene mayor manejabilidad y la posibilidad de múltiples niveles.

La priorización de los paquetes de voz/fax que encabezan a los de datos, causan que los mismos sean retardados en una transmisión WAN, donde hay conversaciones activas

sobre troncales VDID. Los efectos sobre los paquetes de datos en la WAN son despreciables para los datos en background. Para datos en tiempo real, es posible que las priorización intervengan en sus tiempos. Esto es importante para aritméticamente abstraer el ancho de banda requerido por los datos en tiempo real, antes de calcular el número de troncales de voz/fax que las líneas de acceso a la WAN puedan otorgar.

Porque de este bajo sobrecarga de paquetes VoFR tiene una ventaja.

Los efectos sobre los paquetes de datos en la LAN, sin embargo, son despreciados porque el ancho de banda por troncal es demasiado bajo comparado con la velocidad de la LAN (15 kbps contra 10 o 100 mbps) y porque no hay priorización de paquetes VoIP sobre la LAN. Con VoFR, los paquetes de voz/fax son generados dentro del FRAD y avanzados directamente a la WAN sin transitar por la LAN.

3.12. Comparación de las segmentaciones.

La priorización es importante para prevenir que paquetes de datos esperen para ser transmitidos por la WAN, detrás de los paquetes de voz/fax demorados. Un problema similar ocurre cuando un paquete de datos comienza a transmitirse y un paquete de voz/fax se encuentra listo para ser transmitido. El paquete de voz/fax deberá esperar hasta que el anterior sea transmitido. Esto provoca demasiado jitter lo que incrementa la latencia.

Por ejemplo, esperando por un paquete de 1500 byte ethernet, para transmitir sobre un acceso de 56 kbps puede tardar más de 200 ms.

Por lo tanto es importante para el VDID, segmentar la longitud de los paquetes donde se encuentre actividad de voz/fax. Algunos tamaños máximos de paquetes para una buena calidad de voz y para varios accesos son mostrados a continuación.

WAN Access Speed (Kbps)	Maximum WAN Packet Size (bytes)
56/64	256
128	512
192	768
256	1024
384	1536
512	2048*
1544	6144*

Figura 3.4: Velocidad de acceso de la Wan y tamaño de paquetes enviados.

Los paquetes Ethernet no exceden los 1536 bytes, En entornos Ethernet LAN, la segmentación no es necesaria para velocidades de acceso a la WAN sobre los 256 kbps.

La consecuencia de la segmentación es la reducción en el acceso a WAN de las transmisiones. Desde un header de paquetes fijado para cada paquete VoFR o VoIP se crean paquetes más chicos, incrementando el porcentaje de acceso a la WAN, usados para el header de los mismos a expensas del aprovechamiento de los datos.

En otras palabras, el header y la carga de los paquetes, aumenta y la eficiencia de la WAN baja. Donde hay paquetes de segmentación activos, la ventaja es para VoFR puesto que el header es más pequeño. Con VoIP el overhead puede reducir la eficiencia de la WAN en un 10 a 15 % con VoFR en un 2 a un 4 %. Con VoFR la segmentación ocurre automáticamente dentro del FRAD, donde hay actividad de llamadas, durante la misma todos los paquetes son segmentados acorde a la información y de manera similar a lo mostrado en la tabla previa. Donde no hay llamadas activas la segmentación se detiene.

Con VoIP la segmentación es llevada a cabo, instruyendo a los router que acceden a la WAN, segmentando los paquetes, también acorde a la tabla mostrada previamente.

El router es instruido para segmentar paquetes de voz/fax con programas explícitos del administrador de la red, ambos tipos de datos son segmentados todo el tiempo usando protocolos de gateway router como RSVP.

Con RSVP, en una forma similar a la priorización, cuando el gateway determina la necesidad ante una llamada, establece una sesión con el router. El gateway instruye al router para segmentar ambos tipos de paquetes pero solamente por la duración de la llamada, la misma se destruirá cuando no haya llamada activa.

Sin un protocolo como RSVP, la eficiencia de las WAN es reducida, puesto que se aplica a todos los paquetes. Hay routers que no segmentan diferentemente dependiendo del puerto UDP. Muchos routers y gateway VoIP no soportan RSVP o algún protocolo similar, VoIP promediará alrededor de 10 a 15 % menos eficiencia de la WAN sobre enlaces de baja velocidad o donde no hay actividad de voz/fax, esta es la segunda desventaja de VoIP comparado con VoFR.

Para Ethernet sobre líneas rápidas de acceso a WAN no hay desventaja en la segmentación de paquetes VoIP.

3.13. Comparación de servicios WAN.

Las WAN son usualmente construidas usando líneas dedicadas, servicios de Frame Relay y servicios WAN IP. Para líneas dedicadas no hay diferencias a discutir entre VoIP y VoFR, sobre este medio. Las diferencias tecnológicas de paquetes discutidas a continuación determinarán las ventajas de uno sobre otro en el entorno de líneas dedicadas.

Hay varios tipos diferentes de servicios disponibles para VoFR y VoIP. Para VoFR existen estándares y grados de servicios desde varios vendedores. Los servicios estándares aceptan distintos niveles de servicios de muchas aplicaciones VoFR, típicamente con retardos en los rangos de 55 ms a 130 ms dependiendo de la velocidad de acceso a la WAN, y el nivel de corrupción de paquetes menores de 0.5 %. El grado de servicios reduce el retardo en alrededor de 15 ms y el nivel de corrupción a menos de 0.01 %. El costo adicional generalmente 10 a 20 % no es necesario en muchas aplicaciones.

Los servicios VoIP en WAN, son un poco menos complicados. Hay varios tipos diferentes de servicios de redes IP y diferentes grados de servicios dentro de ellos.

Muchas redes corporativas IP usan routers, para encaminar paquetes IP sobre redes frame relay. El método de encapsulado de paquetes IP dentro de frame relay puede ser propietario

o basado en un estándar tal como IETF RFC 1490.

En efecto el RFRAD envía voz y fax en forma nativa y encapsulado IP, para máxima eficiencia. Para el observador casual, quien ve a IP LAN conectada al RFRAD y algunas líneas de voz conectadas al mismo, la impresión puede ser que la voz es parte de una conexión IP WAN. Esta es una mala apreciación que la voz es VoIP en lugar de VoFR.

Algunas redes IP corporativas, que usan un relativamente nuevo VPN IP (redes virtuales privadas), que son provistas por varios vendedores. Estas VPN IP, las cuales usualmente corren sobre ATM, Sonet o Frame Relay ofrecen un servicio similar de garantía de servicios como los Frame Relay. La principal diferencia de los servicios Rrame Relay está en la disponibilidad y el costo. Frame Relay está ampliamente disponible alrededor del mundo a velocidades de T1/E1 y selectivamente hasta T3/E3.

VoFR y VoIP tienen diferentes costos, variando acorde a la topología de la red. En otro orden la diferencia se encuentra en las diferentes tecnologías de paquetización.

Para una mezcla de voz y datos, donde los datos tienen una baja prioridad, ellos tienen una consideración similar en la eficiencia del ancho de banda. Para un tráfico mixto de voz y datos sensibles a los retardos o de alta prioridad, Frame Relay es excelente.

Hay también redes corporativas que usan la Internet para transmitir datos entre oficinas, usando Firewall, para seguridad de la información. Pero dado que la Internet tienen muy alto jitter y pérdida de paquetes grandes intermitentemente, esta no es buena para redes telefónicas entre oficinas. Esta puede ser usada para enviar mensajes de voz/fax entre oficinas.

La Internet, puede utilizarse para brindar un servicio telefónico de baja calidad, en la cual se puede utilizar una PC como teléfono. La PC accede a Internet y se conecta con la otra PC. No hay cargas para este servicio, mas que las del acceso a la red. En una variación a esto, una PC conectada a Internet accede a un gateway VoIP, en una ciudad específica usando PSTN de la misma forma que una llamada telefónica en la ciudad vía gateway. Hay una carga adicional que normalmente es baja.

En otra variación, un teléfono conectado a un gateway VoIP en una locación vecina y habiendo usado PSTN, tiene una carga local aplicada. Puesto que las largas distancias usan Internet para portar las llamadas entre las dos locaciones. Algunos servicios proveen buena calidad de voz usando altas velocidades, ancho de banda IP semi dedicado, esto no es normal, pero marca un servicio como telefónico en Internet.

En estas aplicaciones sin embargo la ineficiencia de VoIP comparado con VoFR para aplicaciones puras de voz, puede reducirse al usar ancho de banda semi dedicado.

Debido a que aumenta el grado de consumo de los servicios VoIP usando este tipo de metodología, algunos proveedores están cambiando VoFR a voz sobre ATM, para reducir el costo de la red.

Comparación sobre la base de topología y costo Hay una diferencia fundamental entre VoFR y VoIP al nivel de topología. VoFR es orientada a conexión mientras que VoIP es sin conexión. En una red Frame Relay, cada router/FRAD que conecta a los servicios, tiene una o más conexiones virtuales a través del servicio para uno o más FRAD distantes. Los circuitos virtuales pueden ser PVC o SVC. Ellos actúan como líneas dedicadas privadas o permanentes conectando los FRAD. En la mayoría de las redes Frame Relay, las conexiones son PVC, las SVC son nuevas y no están ampliamente disponibles.

En Frame Relay el usuario, paga por la línea de acceso a la WAN, acorde al ancho de banda y la distancia de la línea para el servicio por el puerto dentro del mismo, (acorde al ancho de banda de la línea de acceso) y por cada PVC entre FRAD. La línea de acceso a la WAN desde el RFRAD al servicio Frame Relay, puede portar múltiples PVC, en muchos casos, hay menos PVC desde una FRAD a otro y/o múltiples RFRAD.

Para grandes redes como una trama completa de PVC, cada sitio se conecta a uno de los otros, por al menos un PVC, por lo tanto el costo puede ser altísimo. Por ejemplo, una maya de 10 redes, podría tener 45 PVC, si fueran 100 redes llegaría a 4950 PVC y en caso de ser 1000 éste valor aumentaría a 4.999.500 PVC.

En una red VoIP, los router y los switchs de nivel 3, dentro de la red determinan el próximo router hacia donde enviar los paquetes acorde a la información del header, ancho de banda disponible y otros factores. A diferencia de Frame Relay donde cada frame dentro de cada PVC viajan por la misma ruta, los frame IP de una misma fuente llegan a destino por diferentes rutas. Ellos pueden arribar fuera de orden y luego ser puestos en forma correcta en el destino.

Esto tiene una ventaja sobre Frame Relay, en el aprovechamiento del concepto de circuitos virtuales y costos asociados de la red. Sin embargo esto tiene la desventaja de un jitter potencialmente alto, especialmente en la Internet, donde hay variaciones en los ruteos de los paquetes.

En muchas redes corporativas VoIP, sin embargo, la variabilidad de los ruteos no es necesariamente adherida al jitter, porque muchas redes IP WAN no tienen ciclo de ancho de banda obligado y ruteos similares son usualmente disponibles para paquetes consecutivos.

Para redes corporativas, la principal diferencia entre VoFR y VoIP pública está en el costo de los servicios y la topología de la red. Cuando la topología es primeramente 'Homerun' o 'hub and spoke' donde cada sucursal está comunicada con la central y entre ellas, puede llevarse a cabo ruteando a través de la central. Para esta topología de red, en redes públicas el costo es menor para VoFR que para VoIP.

Para una topología más grande y más compleja, donde se deberán utilizar muchos PVC de frame relay, el costo de las redes públicas VoFR supera al de VoIP. La tabla 3.5 suma el costo por separado de Frame Relay e IP, para dos portadores.

1. Usando líneas de acceso de 56 kbps en cada extremo, más líneas rápidas en los hub y un multiplexor PVC, por cada sitio remoto.
2. Usando 56 kbps en cada sitio, sin locaciones de hub.
3. 12 PVC por cada sitio.
4. Usando CIR para integración de voz y datos.
5. Usando acceso T3 al hub.

Para muchas redes corporativas, las cuales son usualmente hub and spoke, con una mezcla de voz y datos, la red pública frame relay, es más barata que IP, en un 35 a 50 %. Para tráfico predominante de voz/fax en redes punto a punto, Frame Relay tiene mayor ventaja porque requiere menos ancho de banda. Solamente para grandes redes, alrededor de 25 a 50 sitios remotos IP VPN tiene ventaja en costo.

Para redes diseñadas con líneas dedicadas, el costo de las redes WAN frame relay e IP son idénticos para el mismo ancho de banda. En una aplicación típica, donde muchos de los

Conexion simple (Kbps)	Portdora Frame Relay	A IP	Portdora Frame Relay	B IP
56	277	480	282	700
128	487	764	482	1100
512	1047	1321	1042	1900
T1(1544)	2217	1780	2207	2700
10-sitios delegaciones y centrales	3785	6112	3830	8900
25-sitios delegaciones y centrales	9110	13780	9225	20200
50-sitios delegaciones y centrales	18220	27560	18450	40400
100-sitios delegaciones y centrales	36440	55120	36900	80800
1000-sitios delegaciones y centrales	355660	544080	360300	797200
10- sitio totalmente mallado	3890	4800	3940	7000
25-sitio totalmente mallado	15725	12000	15850	17500
25-sitio parcialmente mallado	10925	12000	11051	17500
50-H&S.6PVCs por sitio	26220	27560	26450	404000

Cuadro 3.5: Costos en dolares de Frame Relay e IP.

datos son en background el ancho de banda requerido será similar. El costo de acceso a la WAN será el mismo. Para redes puras de voz y datos, IP requiere alrededor de un 50 % más y cuesta más, independientemente de la topología. En muchos casos se encuentra en el rango de 25 a 50 % y a veces mucho más tal como 60 a 80 %.

Ambas redes públicas están disponibles con velocidades de acceso a WAN de hasta T3. Hay alrededor de 50 a 60 mil redes públicas corporativas de voz y datos de Frame Relay, mientras el número de redes VoIP directamente conectadas a IP VPN está en el orden de 2 a 4 mil.

3.14. Conclusión

Ambos VoIP y VoFR ofrecen una aproximación viable para adherir voz y fax a redes corporativas de datos, y ambos ofrecen una aproximación viable a construcción de redes puras de voz y fax. Para muchas aplicaciones no hay grandes diferencias en la calidad de las comunicaciones voz/fax, asumiendo que el tráfico no es portado por Internet. Esto puede ser sin embargo, una diferencia material en costo y operación entre VoIP y VoFR. La diferencia varía acorde a la implementación voz/fax en redes corporativas y puras de voz/fax.

Del lado de los VDDID la diferencia asoma desde dos desventajas de VoIP, los grandes tamaños del header y la carencia de un protocolo de control de ruteo ampliamente desarrollado, tales como RSVP, que controle la segmentación de los paquetes. Del otro lado del servicio de la WAN la diferencia sustancial está en el costo de los servicios IP VPN sobre frame relay. Ambos dependiendo de la implementación.

Para redes corporativas de voz y datos, los RFRAD de gran funcionalidad están más ampliamente disponibles que los equipos similares de VoIP. Para algunas redes es importante

este tipo de funcionalidades. En definitiva el soporte para VoFR es mejor que para VoIP, porque tiene una base instalada significativamente grande y una basta experiencia.

Los paquetes IP grandes tienen un header que materialmente afectan la solución de voz y dato, cuando las líneas de acceso a la WAN son de baja velocidad, en el rango de 19.2 kbps a 56/64 kbps, el efecto es especialmente notable.

El número de troncales VoIP que puede portar una línea es materialmente menor que VoFR. Sobre 128 kbps el efecto es marginal, porque a esa velocidad se acomodan todos los troncales de voz/fax necesitados en los sitios remotos, tanto VoFR como VoIP.

El problema de la segmentación es notado también en bajas velocidades de accesos, para las mismas entre los 19.2 kbps y 56/64 kbps el mismo puede reducirse a 10 o 15% y por encima de los 256 kbps es imperceptible.

En muchos casos construir redes corporativas usando IP VPN, es más caro que usar servicios públicos Frame Relay, esto es notado en la integración de voz/fax. Las excepciones son grandes, en redes de gran tamaño, donde la naturaleza, sin conexión, de IP sobrepasa en el ahorro de costos para grandes cantidades de PVC. Otra ventaja de IP es la disponibilidad para los accesos en locaciones remotas. Esto puede ser muy variado dependiendo de las organizaciones.

Para construir una red integrada de voz y datos, cuando hay una red de datos IP existente, con routers, se debe usar gateway VoIP. En general el costo para descartar los router y FRAD existentes e instalar nuevos RFRAD de voz/fax es más caro que adherir gateway VoIP y hay menos desorganización desarrollando las LAN adhiriendo gateway, que desarrollando nuevos dispositivos WAN. Esta conclusión asume que la velocidad de los dispositivos de acceso a WAN, son suficientes como para acomodar el tráfico de voz/fax adherido. Si el ancho de banda es incrementado para VoIP pero no para VoFR, las ventajas de costo en los gateway VoIP puede reducirse rápidamente.

Cuando se construye una nueva red para tráfico de datos, esta también portará voz y fax, usando RFRAD y servicios público Frame Relay, en general esto es más barato que utilizar gateway sólo de datos, más FRAD o gateway para VoFR o VoIP, y es mejor en la eficiencia de accesos a la WAN. El tráfico de voz/fax deberá atravesar la WAN como Frame Relay nativos, mientras que el tráfico IP será encapsulado, probablemente con el estándar RFC 1490.

La VoFR es mejor cuando se está expandiendo una red de datos IP, para una cantidad significativa. O cuando se actualizan los equipos de router en la red IP. Ambos escenarios ofrecen una oportunidad para instalar voz/fax con RFRAD. VoFR es también mejor cuando se adhiere voz/fax a un tráfico no IP existente tal como SNA.

■

Cuando construimos una red pura de paquetes de voz/fax hay que tener en cuenta cuatro consideraciones.

Calidad de voz, ancho de banda costo/eficiencia, costo VDID y flexibilidad de las interfaces. Ambos VoIP y VoFR soportan una excelente calidad de voz. El costo de los productos es similar, por canal y por rango final. Una instalación típica multiplexado alrededor de 100 a 200 canales desde 8 T1/E1, en una oficina central sobre un simple T1/E1

Características	Frame Relay	IP
Funcionalidad VDID	Bien equipado	Mejorando
Canal	Experimentado	Creciendo
Base instalada	Grande	Pequeño
Calidad de voz	Muy buena	Muy buena
Retardo	Bajo	Bajo
Jitter	Pequeño	Pequeño
Voz/Fax Overhead de paquetes	Bajo	Alto
Acceso WAN V/F capacidad de canal		
-Las líneas con velocidad baja	Adecuada	Marginal
-Las líneas con velocidad alta	Adecuada	Adecuada
Acceso WAN degradacion de eficiencia		
-Las líneas con velocidad baja	2-4 %	10-15 %
-Las líneas con velocidad alta	0-2 %	0-5 %
Costos de servicios WAN		
-Topología en estrella	Menos costoso	Mas costoso
-Topología de mallado parcial	Coso similar	Costo similar
-Topología de mallado completo	Mas costoso	menos costoso
Uso para redes IP existentes		+++
Uso para redes no IP existentes	+++	
Uso para redes IP nuevas o nuevas no IP	+++	
Uso para expandir o actualizar redes IP	+	

Cuadro 3.6: Comparativa de Frame Relay e IP

La principal diferencia es el ancho de banda costo/eficiencia. Los grandes overhead de los paquetes IP, a menos que sean reducidos por la compresión del header, reducirán la eficiencia del ancho de banda VoIP e incrementarán el costo del ancho de banda WAN. Con VoFR a 10 kbps por canal, o T1 las WAN pueden portar 192 canales de voz/fax. Estos tienen la ventaja de la multiplexación estática de los paquetes de voz.

Con VoIP a 15 kbps por canal, sin compresión de header la misma línea puede portar solo 128 canales de voz/fax.

La cuarta consideración, flexibilidad de la interfaz, concierne a la habilidad de los VDID para conectar una variedad de switch en oficinas centrales. A menudo, la interfaz es E1 y hay una variedad de matices de esta velocidad, que podrá ser direccionado acorde a la marca CO (oficina central) y a veces al país o región.

La mayor madurez de los productos VoFR tienden a darle en esa área una pequeña ventaja, pero en realidad no hay una fundamental con respecto a VoIP.

Para compañías que deseen ahorrar costo en un futuro cercano, VoFR es una solución natural, simplemente por que posee calidad de servicio en forma estándar y no requiere de otros protocolos. Pero la decisión sobre que producto elegir dependerá de la estrategia a utilizar y de la infraestructura existente[?]

Conclusiones

Tradicionalmente, frame relay se ha presentado para su uso en la transmisión de datos, algo lógico por tratarse de una red de paquetes con antecedentes en el viejo X25. No ha sido común entonces considerar la transmisión de comunicaciones telefónica a través de redes frame relay. Dichas comunicaciones también tradicionalmente se han manejado por redes de circuitos conmutados como las propias de las compañías telefónicas.

Cuando hay un circuito dedicado a una comunicación telefónica, la conexión permanece aunque no se hable. En las redes de paquetes, en cambio, sólo se hace uso de ella cuando se envía o recibe un paquete, es decir cuando hay datos entre dos usuarios.

Si en una red de datos se agregan las comunicaciones telefónicas, además del ahorro en los costos totales de la empresa se obtienen otros beneficios administrativos y de mantenimiento resultante de la integración.

Tratar de usar una red orientada a paquetes como frame relay para la transmisión de voz, requiere básicamente asegurar que el mecanismo de transferencia se realice en tiempo real para que la voz paquetizada se escuche prácticamente como en una red convencional de voz.

Se puede afirmar que existen dos beneficios que comparten ambas tecnologías y estas son: reducir los costos de operación de las empresas e incrementar la utilización de los recursos de la red, combinando un número de canales de tráfico de voz y de datos, utilizando una red (Frame relay o IP) existente y fiable, capaces de satisfacer las necesidades de envío de voz y datos.

La comunicación de voz sobre frame relay hoy en día es una opción que muchas empresas están utilizando, pero su eficiencia estará sujeta al proveedor de servicios y al ancho de banda que puede ofrecer para la entrega de los paquetes de datos, si por otro lado se tiene una red bien diseñada, es casi una garantía que se obtendrá una muy buena comunicación a través de ella, tanto frame relay como Ip están expuestas a tener problemas de congestión en sus redes, esto puede provocar que la calidad de voz disminuya, en ambos casos la solución será incrementar el ancho de banda de la red, pero esto traería incrementos en los costos de la renta de los servicios pero sería mucho menor que si estuviese alquilando líneas dedicadas para la transmisión de voz.

El uso de la tecnología de voz sobre IP se ha implementado más que la de voz sobre frame relay debido al crecimiento del uso del Internet a nivel mundial, ambas tecnologías aun se encuentran muy lejos de lograr competir con los canales de voz de la telefonía pública, debido a que no puede garantizar un ancho de banda mínimo en las redes de IP públicas.

El uso de los gateways para conectarse a las redes de telefonía pública nos brinda la

opción de conectarnos a operadores internacionales, aun precio de llamada local (conexión a internet), pero con un servicio de voz que no llena los requisitos de calidad de voz (QoS).

El hecho de que Ip pueda ser transportado en cualquier tecnología WAN, VoIp se convierte en la tecnología del futuro, ya que esta es independiente de que protocolo de transporte se este utilizando.

Ambas tecnologías requieren que se garantice una entrega de paquetes en tiempo real para que se garantice una comunicación con calidad de voz aceptable.

Bibliografía

- [1] Regis J. "Bud" Bates. (2002), *Broadband Telecommunications Handbook (2a Ed.)* , EEUU: McGraw-Hill.
- [2] Behrouz A. Forouzan. (2007), *Data Communication and Networking(4a Ed)*, EEUU: MCGraw-Hill.
- [3] Regis J. Bates, Donald W. Gregory(2000), *Voice & Data Communications Handbook(3a Ed)*, New York, EEUU: McGraw-Hill
- [4] Walter Goralski (1999), *Frame Relay For High Speed Networks* , New York, EEUU: Wiley .
- [5] Jonathan Chin (2004), *Cisco Frame Relay Solution Guide*, Indianapolis,EEUU: Cisco Press
- [6] Donna Fox, Kazunari Suzuki, B. Venkatesh(2000), *IBM Voice over Frame Relay Perform Guide*, International Technical Support Organization
- [7] Debashish Mitra (2001), *Network Convergence and Voice over IP*, EEUU: Tata Consultancy Services,
- [8] Mark Sportack (2001), *IP Routing Fundamentals*,Indianapolis,EEUU: Cisco Press
- [9] Jonathan Davidson, Peters, Manoj Bhatia, Satish Kalidindi, Sudipto Mukherjee (2006), *James, Voice over IP Fundamentals(2a Ed)*, Indianapolis, EEUU: Cisco Press
- [10] Uyles Black(2004), *Voice Over IP* New Jersey, EEUU: Prentice Hall PTR,
- [11] Denise Donohue, David Mallory, Ken Salhoff (2006), *Cisco Voice Gateways and Gatekeepers*, Indianapolis,EEUU: Cisco Press
- [12] Sivannarayana Nagireddi (2008), *VoIP VOICE AND FAX SIGNAL PROCESSING*, New Jersey,EEUU: Ed Wiley
- [13] Robert Caputo(2000), *Cisco[®] Packetized Voice and Data Integration*, EEUU: McGraw-Hill Technical Expert Series.
- [14] Kevin Brown (2004), *IP Telephony Unveiled* , Indianapolis,EEUU: Cisco Press.

- [15] BHUMIP KHASNABISH, *IMPLEMENTING VOICE OVER IP*, Lexington, Massachusetts, EEUU: A JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION,
- [16] Timothy Kelly, *Voip for Dummies* , Indianapolis, Indiana, EEUU: Wiley Publishin,inc
- [17] José Manuel Huidobro Moya, David Roldan MArtinez (2006), *Tecnología VoIP y Telefonía IP* , México: Alfaomega,
- [18] Ernesto Ariganello (2008), *Técnicas de Configuración de Routers CISCO* ,México: Alfaomega,
- [19] U.S. Dedicated IP/MPLS VPN Services Top One Million Customer Sites, Surpassing Frame Relay/ATM(2008, Junio 26). *Vertical Systems Group*[en línea]. Boston, EEUU. Recuperado el 30 de Julio del 2009, de <http://www.verticalsystems.com/prarticles/stat-flash-0608-ipvpn/sites.html>}
- [20] Codificación en bloques contra codificación conjunta de señales de voz: En busca de la solución integral, *Tecnologico de Monterey* [en línea]. México:José Ramón Rodríguez Cruz, Recuperado el 30 de Julio del 2009, de <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferecia/58/58-III.05.html>.
- [21] RFC 1490 Traducción al español , *Red Grupo de Trabajo T. Bradley* [en línea]. Terry Bradley, Recuperad el 30 de Julio del 2009. de <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc1490&lang=es>.

Apéndices

Acrónimos

ANSI. Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ARP inverso. Procotolo de resolución de direcciones inverso.
BECN. Notificación retrospectiva de congestión
CAS.- Canal asociado de digitalización
CCITT. Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico
CCS.- Canal común de digitalización
CELP.- Codificación Predictiva Lineal Excitada por Código
CIR. Velocidad de información suscrita.
CLLM.- Mensajes de gestión consolidada de capa-enlace
CRC.- Comprobación de redundancia cíclica.
CSU/DSU. Unidad de servicio de canal/unidad de servicios de datos
DCE. Equipo Terminal de circuito de datos
DLCI. Identificador de conexión de enlaces de datos.
DNS.-Servidor de nombres de dominio
DSP.- Procesador digital de señales
DTE. Equipo Terminal de datos frame relay
DTMF.- Dual-Tone Multi-Frequency
FDDI.- Interfaz de datos distribuida por fibra
FECN. Notificación explícita de congestión.
FRAD. Dispositivo de Acceso Frame Relay
HDLC. Control de enlace de datos de alto nivel
ISPs.- Proveedores de servicio de Internet
ISPs.- Proveedores de servicios de Internet
ITU. Unión Internacional de Telecomunicaciones
KTS.- Key Telephone System,
LAN. Red de Área Local
LAP-F. Procedimiento de Acceso al Enlace para Servicios Portadores en Modo Frame
LMI.- Interfaz de administración Local
LMI. Interfaz de administración local.
MCU.- Unidad Multidifusión
MPLS.-Swiching de etiquetas multiprotocolo

NLPID.- Identificador de Protocolo de Capa de Red
OSI.- Internetwork de sistemas abiertos
PCM.- Modulación de código de pulso
PSTN.- Red Telefónica Conmutada Pública
PVC. Circ.uito virtual permanente
QoS.- Calidad de servicio
RAS.- Protocolo para el registro de admisión
RDSI. Red digital de servicios integrados
RSVP.- Protocolo de reservación de recursos
RTP.- Protocolo de Transporte de Tiempo Real
SMDS.- Significa Servicio de datos conmutado multimegabits
SNA.- Arquitecturas de sistemas de red
STDM. Mulplexado por División de Tiempos Estadístico
SVC. Circuito virtual conmutado
TDM. Multiplexado por División del Tiempo
UDP.-Protocolo de Datagramas de Usuario
UI. Información no numerada
UNI. Interfase de Usuario de Red
VDID.- Dispositivo de integración de voz y datos
VDN.- Red de distribución de video
WAN. Red de Área Extensa

Glosario

ARP inverso. Protocolo.- de resolución de direcciones inverso. Método para crear rutas dinámicas en una red. Permite que un dispositivo detecte la dirección de red de otro asociado a través de un circuito virtual[18].

802.5.- es un estándar por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), y define una red de área local (LAN) en configuración de anillo (Ring), con método de paso de testigo (Token) como control de acceso al medio. La velocidad de su estándar es de 4 ó 16 Mbps.

Backbone.- Núcleo estructural de la red que conecta todos los componentes de la red de manera que se pueda producir la comunicación.

BECN. Notificación retrospectiva de congestión en la red. Bit establecido por una red frame relay en las tramas que viajan en dirección opuesta a las tramas que encuentran una ruta congestionada. Los DTE que reciben tramas con el bit BECN ya establecido pueden solicitar que los protocolos de mayor nivel tomen las acciones de control de flujo que sean necesarias[18].

Best effort.- Máximo esfuerzo.

CELP.- Codificadores híbrido, se basa en procedimientos de búsqueda de análisis-por-síntesis, cuantización de vectores con pesos y predicción lineal[20].

CIR. Velocidad de información suscrita. Velocidad a la cual una red frame relay acepta transferir información en condiciones normales, con un promedio con incremento de tiempo mínimo, la CIR se mide en bits por segundo[18].

CNLP.- Protocolo de Redes No Orientado a Conexión.

CSU/DSU. Unidad de servicio de canal/unidad de servicios de datos, dispositivo de interfaz digital que se conecta al equipamiento del usuario final al par telefónico digital local.

Cuando dos LAPM módems establecen una sesión, ellos transmiten datos en tramas usando técnicas síncronas orientadas a bits. Un computador conectado aun enviando datos a los modem LAP como entradas asíncronas estándar, sin embargo el modem transmitirá esto como tramas

DCE. Equipo Terminal de circuito de datos, son dispositivos de red propiedad del proveedor[18].

DECnet .-define un marco general tanto para la red de comunicación de datos como para el procesamiento distribuido de datos. El objetivo de DECnet es permitir la interconexión generalizada de diferentes computadoras principales y redes punto a punto, multipunto o conmutadas de manera tal que los usuarios puedan compartir programas, archivos de datos y dispositivos de terminales remotos[18].

DECnet es un grupo de productos de Comunicaciones, desarrollado por la firma Digital Equipment Corporation. La primera versión de DECnet se realiza en 1975 y permitía la comunicación entre dos mini computadoras PDP-11 directamente. Se desarrolló en una de las primeras arquitecturas de red Peer-to-peer.

DECnet soporta la norma del protocolo internacional X.25 y cuenta con capacidades para conmutación de paquetes.

DLCI. Identificador de conexión de enlaces de datos. Valor que especifica un PVC o SVC en una red frame relay. La especificación frame relay básica, los DLCI son significativos a nivel local (Los dispositivos conectados pueden usar distintos valores para especificar la misma conexión). En la especificación LMI extendida, los DLCI son significativos a nivel global (Los DLCI especifican dispositivos finales individuales)[18].

DSP.- procesador digital de señales.

DTE. Equipo Terminal de datos, equipo del cliente que finaliza la conexión frame relay[18].

El Jitter.-es la variación en el retardo[17].

FECN. Notificación explícita de congestión. Bit establecido por una red frame relay para informar al DTE que recibe la trama que se ha experimentado congestión en la ruta desde el origen hacia el destino. Los DTE que reciben las tramas con el bit FENC establecido pueden solicitar que los protocolos de mayor nivel tomen las acciones de control de flujo que sean necesarias.

Gateway.- Dispositivo que conecta dos redes con diferentes arquitecturas de red, permitiendo la transferencia de datos entre ellas. La pasarela ejecuta una conversión de protocolos para poder interconectar las dos redes. Puede implementar diversos niveles de seguridad, como VPN o firewall[18].

IETF. Internet Engineering Task Force - Grupo de Tareas de Ingeniería de Internet.

LAP. Procedimientos de Acceso de Enlace.

LAPB Procedimientos de Acceso de Enlace balanceado, es el protocolo de enlace de datos para protocolo X.25[18].

LAPD (Link Access Procedure D-Channel).-es un protocolo usado sobre el canal D del ISDN. La llamada se establece y otras señalizaciones toman lugar sobre el canal D. Las transmisiones de datos tienen lugar sobre el canal B [18].

LAPF (Link Access Procedure for Frame-Mode Bearer Services).- esta diseñado para su uso en Frame Relay. Es similar a LAPD en su formato de tramas excepto que allí no hay ningún campo de control dentro de la trama. Así, LAPF es utilizado para portar datos únicamente y allí no hay señalización en la capa de enlace de datos para desarrollar control de flujo y control de error. Sistemas finales desarrollan estas funciones dentro de los protocolos de capa superior [18].

LAPM (Link Access Procedure for Modems).-Este es un protocolo de enlace de datos usado para modems con corrección de error V.32

Las transmisiones LAPB típicamente tienen lugar sobre enlaces físicos punto a punto.

LMI. Interfaz de administración local. Conjunto de mejoras para la especificación frame relay básica. El LMI incluye soporte para un mecanismo de mensajes de actividad, que verifica que los datos fluyan; un mecanismo de multicast que proporciona al servidor de red su DLCI local y DLCI multicast; direccionamiento global, que proporciona a los DLCI significado global en lugar de simplemente significado local en la red frame relay; y un mecanismo de estado, que indica el estado en curso de los DLCI que el switch conoce[18].

MCU.- Unidad Multidifusión[17].

MLP (Multilink Procedure).-es una extensión de LAPB que permite para múltiples enlaces físicos, así proveyendo mayor tráfico., un dispositivo que tiene múltiples enlaces LAPB

implementaría MLP como un protocolo de administración de capa superior que permitiría alojar tramas para los enlaces. MLP se ve como un enlace de múltiples LAPB, tanto como un pool de enlaces para transmitir información desde protocolos de alto nivel tanto como tramas.

Multicasting.- es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente, usando la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada enlace de la red sólo una vez y creando copias cuando los enlaces en los destinos se dividen[17].

PBX.-central telefónica privada.

PCM.- Modulación por Impulsos Codificados.

PSTN.- Red Telefónica Conmutada Pública.

PVC. Circuito virtual permanente. Circuito virtual que se establece de una forma permanente. Los pvc permiten ahorrar ancho de banda asociado con el establecimiento de corte de circuitos si determinados circuitos virtuales deben existir en todo momento.

Q.921.- Recomendación de la ITU-t se especifican los procedimientos de acceso al enlace por el canal D (LAPD) de un acceso de abonado de la red digital de servicios integrados (RDSI)[18].

Q.931.- Protocolo que recomienda una capa de red entre el extremo final de la terminal y el switch RDSI local. Q,931 no impone una recomendación de extremo a extremo. Los diversos proveedores y tipos de switch de RDSI pueden usar varias implementaciones de Q.931[18].

RSVP (por sus siglas en ingles Protocolo de reservación de recursos).

RTP protocolo de tabla de enrutamiento

Scrambling.- Procedimiento de alteración de la señal de transmisión de voz, mediante la modificación de alguna de las características de la señal eléctrica. Entre los métodos empleados están la inversión de frecuencias, o la división de la banda de frecuencias con la permutación de las subbandas entre sí. A este procedimiento se le denomina impropiamente «cifrado».

Se diferencia del LAPB (LAP Balanceado) por su secuencia de segmentación/ensamblaje de tramas.

Signal keep-alive.- señal de actividad.

SMDS significa Servicio de datos conmutado multimegabits. Es un servicio de red de área extendida diseñado para una conectividad LAN a LAN. Es una red metropolitana, con base en celdas, sin conexión, de alta velocidad, publico, banda ancha y paquetes conmutados.

SNA. Arquitectura de sistemas de red[18].

SVC. Circuito virtual conmutado. Circuito virtual que se establece de forma dinamica a demanda y que se interrumpe cuandola transmisión se completa. Los SVC se utilizan cuando la transmisión de datos es esporadica.

Token ring.- arquitectura de red desarrollada y soportada por IBM, con topología lógica en anillo[18].

UDP.- Protocolo de Datagramas de Usuario[18].

VDID.-Voice/Data Integration Device dispositivo de integración de voz y datos.