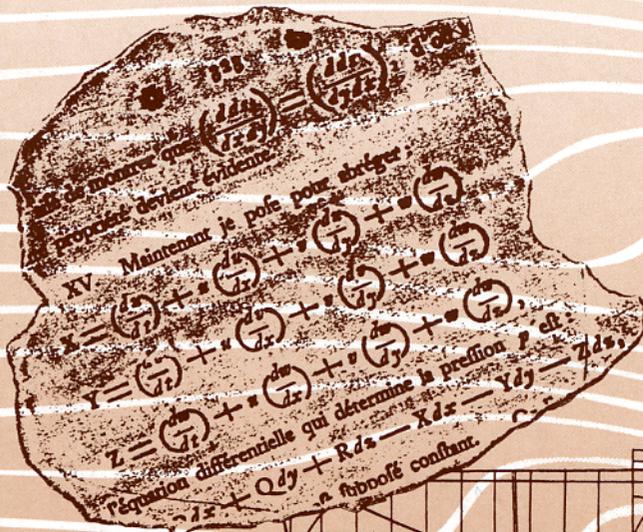
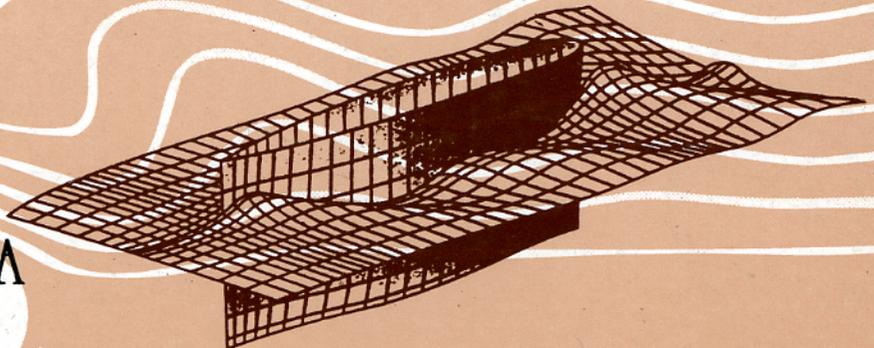


Ingeniería

Revista de la Universidad de Costa Rica
JULIO/DICIEMBRE 1993 VOLUMEN 3 No. 2



INGENIERIA
1993



FRANE RELAY LA TECNOLOGIA DE TRANSICION

Luis Núñez Alfaro

Frame Relay es posible gracias a los recientes desarrollos tecnológicos que proveen medios de transmisión más confiables. Al igual que ATM, el concepto Frame Relay está relacionado íntimamente con ISDN, principalmente, pero también con B-ISDN¹. B-ISDN, trata, fundamentalmente, con metodologías y tecnologías para el diseño de redes con facilidades multimedia: voz, imágenes y datos. Esta es una tecnología de punta que está cobrando gran importancia rápidamente.

Frame Relay opera en redes de conmutación rápida de paquetes, conocida en inglés como Fast Packet Switching². Al no requerirse el *overhead* o recargo en comprobación de errores, es posible ganarse este retraso en beneficio de tiempos más cortos de entrega de paquetes, o celdas o tramas. Al no tener funciones de enrutamiento explícitas, también es posible utilizar Frame Relay en redes LAN donde existe un mínimo de errores por transmisión e inclusive para la interconexión de ellas por medio de puentes y/o ruteadores.

Los estándares que definen frame relay son el ANSI T1.606-618, que resulta del trabajo original de CCITT 1.122 para la especificación de

servicios en frame relay. El estándar que define frame relay es un conjunto extendido de funciones del protocolo LAP-D (LAP-D+) y conocido como LAP-F, definido en el estándar CCITT Q.922. (1;42.49)

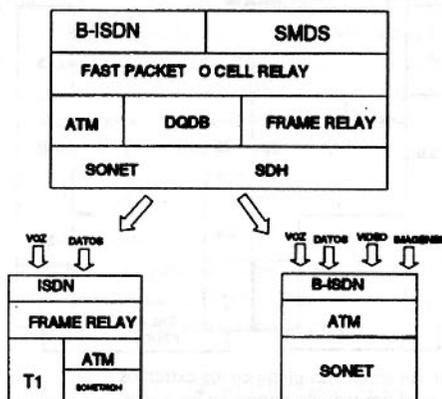


Figura 1. Concepto que enmarcan la posición de frame relay como tecnología de transición a ATM.

1 B-ISDN es el servicio conmutado que usa las técnicas de conmutación ATM para la transferencia de datos entre los entes comunicantes. Ambos, B-ISDN y ATM fueron estandarizados por CCITT (I.113, I.121, I.150, y otras recomendaciones) en 1988. B-ISDN fue desarrollado para manejar voz, datos, video e imágenes en un mismo canal, con una sola transmisión o llamada. (11;43).

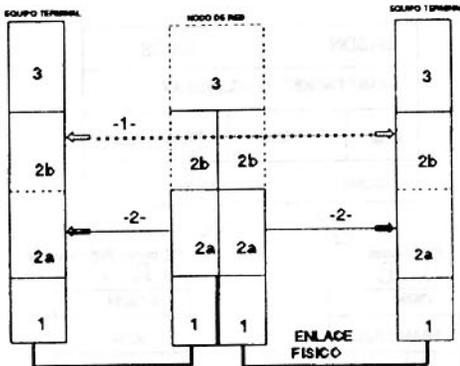
2 Es una tecnología orientada a "backbone", la cual combina atributos tanto de conmutación por circuito como de conmutación por paquetes. Puede acomodar

tanto los datos sensitivos (video, voz) como los no sensitivos al tiempo (datos). Se logra la alta velocidad gracias a la alta confiabilidad de las redes sobre las que opera (ópticas, ISDN) y a que no realiza control intermedio (nodos) de errores, eso se deja a los puntos extremos de la comunicación. Se elimina así prácticamente el nivel de red pues se requiere un mínimo de enrutamiento. Los marcos o tramas pueden ser de tamaño fijo (celdas, como en ATM) o variables (marcos, como en Frame Relay). Se utiliza multiplexación por lograr un alto rendimiento del medio de transmisión, típicamente de capacidades superiores a T1. (11;246).

EL CONCEPTO

De manera resumida, podemos decir que frame relay es una interface estandarizada para el acceso a redes basadas en "backbones", que provee acceso multiplexado y por demanda, y que permite lograr rendimientos similares en redes WAN a los logrados en redes LAN (1;64).

Las características especiales que engloba el concepto *Fast Packet*, sobre el cual funciona Frame Relay, hace posible el diseño de redes más simples y rápidas. Se ha pasado de redes de paquetes en donde, por la baja confiabilidad de la red, era necesario realizar control de errores en cada enlace a lo largo de toda la red, a redes más confiables en donde es factible realizar solo un mínimo de funciones de control de errores a lo largo de la red y dejar el control completo de errores a los extremos ("end-to-end"), como se observa en la Figura No.2. Se puede identificar como un protocolo de control de línea de acceso a la red, en el nivel dos del modelo OSI, (ref. 3).



- 1- Control de errores pleno en los extremos
- 2- Control limitado de errores en los nodos

Figura 2. Arquitectura de comunicación usando el concepto "frame relaying". Las funciones básicas de comunicación se hacen al nivel 2a, y se extienden al nivel 2b. (2;11)

En la figura No.3 se muestra un modelo conceptual de como se vería la interconexión de DTE-DCE usando Frame Relay y conectado a una red que usa ATM. Se observa como el protocolo ofrece el control de enlace entre el DCE y el modo de acceso a la red (que llamaremos aquí NAE), normalmente referido en redes ATM como CPE (*Customer Premise Equipment*) y como elemento de acceso a la red.

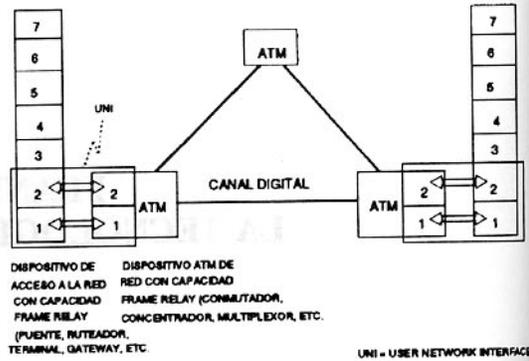


Figura 3. Modelo de funcionamiento de Frame Relay.

Con Frame Relay se puede proveer una facilidad muy importante: ancho de banda por demanda. Lo que esto significa es que el transmisor tiene la capacidad de controlar el ancho de banda asignado a él por simple petición. Es decir, que si en un momento dado se requiere disponer por ejemplo, del doble de la capacidad actual de bps, es posible para el transmisor demandar o solicitar esa nueva capacidad. Esto no sucede actualmente por cuanto la capacidad de transmisión es normalmente fijada al momento de establecer la conexión y así permanece hasta el final de la mencionada transmisión. Pero para ello se requiere mayor grado de inteligencia del elemento transmisor. Esto nos lleva a los requisitos para el éxito en el uso de Fame Relay red confiable de alta velocidad y sistema finales inteligentes.

EL PROTOCOLO

Como se observa en las figuras No.2 y No.3, Frame Relay funciona entre el DCE y un NAE, controlando el enlace entre estos. Es un protocolo orientado a conexión que ofrece las siguientes propiedades: (4;175)

- Preservación del orden de transmisión de tramas.
- No duplicación de tramas
- Baja probabilidad de pérdida de tramas.

La composición de una trama en Frame Relay es como se muestra en figura No.4. Al igual que en los protocolos que el dan origen, usa marcos o tramas de longitud variable.

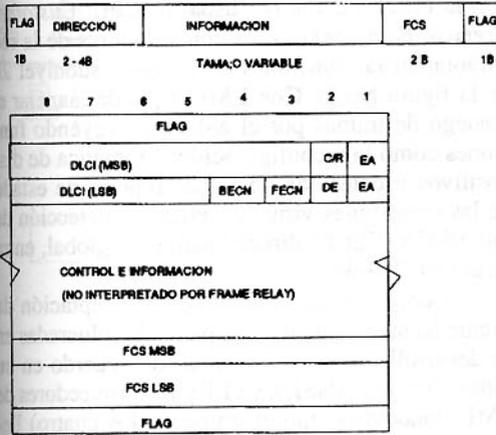


Figura 4. Estructura de la trama Frame Relay. Adaptado de (1;52) y (4;176)

Las Flags son delimitadores de la trama. El campo DLCI o Data Link Connection Identifier corresponde al mecanismo de "direccionamiento". Normalmente es de 6 bits, pero puede ser hasta de 23 bits (8.388.608 direcciones) si EA es 1. Al igual que en otros protocolos, ciertas direcciones se reservan para uso específico y predefinido. El alcance de DLCI es local, a nivel del UNI entre un NAE y un nodo, excepto si se aplica direccionamiento global.

El campo BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*) y FECN (*Forward Explicit*

Congestion Notification) son puestos a 1 para indicar que deben iniciarse procedimientos para eliminación de congestión en la red. Conforme la trama avanza por la red, puede recuperar información sobre el estado de esta para informarlo el destino o a los mismos nodos de la red, con lo cual se pueden iniciar acciones, normalmente realizadas en los extremos.

El campo DE es usado para indicar la elegibilidad con el fin de descartar la trama en redes congestionadas. El C/R es usado para control del protocolo, es un bit de indicación. El FCS usado para verificar la integridad de la trama, para lo cual usa códigos CRC.

Al comparar la estructura de la trama se observa que no contiene el campo de control que sí posee LAP-B, por ejemplo. Por ello las funciones de control se llevan en un canal separado a un nivel superior, igual que las funciones de control de flujo y control de errores. (4;176)

Cada conexión en Frame Relay tiene un único DLCI. Cuando se establece una conexión con Frame Relay, se puede definir que el circuito sea virtual (VC) y que sea conmutado (SVC) o permanente (PVC). Con la facilidad de VC se aprovecha más el ancho de banda por cuanto la misma línea o canal físico puede ser utilizada por varias comunicaciones a la vez, pudiendo lograrse además hasta 2Mbps. Los pasos básicos para la transferencia de datos son: (4;178)

- establecer conexión lógica entre puntos finales y asignar un único DLCI.
- intercambiar información.
- liberación de conexión lógica.

Al dejar los mecanismo de señalización en conexiones separadas de los de datos y a niveles superiores (4;173), se reduce la sobrecarga típica en redes como X.25 con el mantenimiento del estado para cada conexión. La diferencia en el funcionamiento del protocolo Frame Relay respecto de X.25 se observa en la figura No.5. Nótese la simplificación en la cantidad de eventos (transmisiones) requeridos para el envío de un paquete respecto en Frame Relay. Aunque X.25 también maneja el concepto de circuito de circuito virtual, los supuestos de diseño para éste le hacen mantener tablas de estado en cada nodo de la red, lo cual represente un throughput (cantidad de paquetes por unidad de tiempo, caudal) menor respecto de Farne Relay.

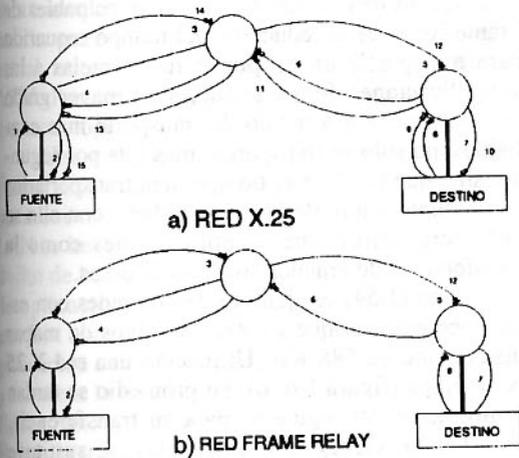


Figura 5. Comparación X.25 vs Frame Relay. En a) un paquete requiere 16 acciones de la red. en b) solo 8.

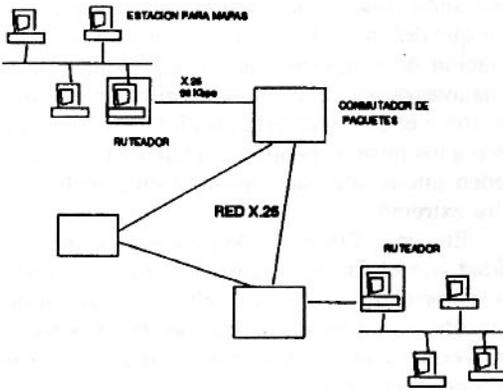


Figura 6. Transferencia de archivo de 588 KB usando red X.25 a 56Kbps.

Las funciones fundamentales que implanta el protocolo son (4;174):delimitación de trama, alineamiento y transparencia; multiplexación/demultiplexación de la trama usando el campo de dirección; inspección de la trama para asegurarse de que consiste de una cantidad entera de octetos y que no es ni muy corto ni muy largo; detección de errores de transmisión; control de congestión.

Cuando durante una transmisión un nodo encuentra que una trama tiene errores, este es simplemente descartado, dejando así el problema de recuperación a los niveles superiores.

El problema de la congestión es resuelto con dos estrategias; evitándola y recuperando. Los procedimientos de recuperación se ejecutan cuando por indicación de los niveles superiores (bits BECN y FECN), se detectó un alto porcentaje de descarte de tramas. Con estos bits puestos a 1 se le avisa al destino y origen para que regule el acceso de tramas a la red.

A nivel de la interface LMI (*Local Management Interface*) sucedió una situación interesante de comentar. Presionados por la necesidad de sacar al mercado productos que implantan las capacidades Frame Relay a nivel de la comunicación entre el usuario y la red, varios proveedores (DEC, Northern Telecom, Cisco Systems y StrataCom) decidieron no esperar a que el estándar de CCITT y ANSI evolucionara y desarrollaron sus propios estándares. Así surgen las LMI. Las LMI complementan y suplementan las especificaciones de ANSI y CCITT en los aspectos relacionados

con la interconexión del usuario (CPE: *Customer Premise Equipment*) a los conmutadores de la red explotando las funciones de usuario (subnivel 2b de la figura No.2). Con LMI se puede manejar el trasiego de tramas por el enlace proveyendo funciones como la reconfiguración automática de dispositivos y detección de fallas, reporte de estado de las conexiones virtuales, puesta y detección de bits BECN, FECN, direccionamiento global, entre otras (10; 299-301).

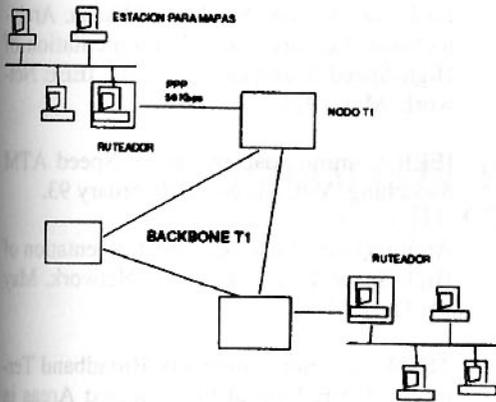
Conforme va aumentando la aceptación de Frame Relay, las distancias partes involucradas en su desarrollo se están poniendo de acuerdo en un futuro cercano ANSI, CCITT y los proveedores de LMI (conocido como el grupo de los cuatro) llegarán a consenso para un sólo estándar.

PUNTOS FUERTES

En redes privadas, la facilidad de multiplexación del canal y los VC reduce la cantidad de puertos físicos requeridos. La facilidad de direccionamiento con DLCI permite además que un solo dispositivo pueda direccionar hasta 1000 o más dispositivos, como si estuvieran directamente conectados a él. Por otra parte, la facilidad ya descrita de asignación de ancho de banda por demanda, flexibiliza la operación desde el punto de vista del usuario. Y desde el punto de vista de administración, con la interface estándar LMI (*Local Management Interface*) se amplían notablemente las facilidades de administración del enlace.

Quizá una de las mejoras más palpables de Frame Relay es la reducción del tiempo requerido para transportar un bit por la red. Gracias a las simplificaciones del protocolo, a un mayor grado de inteligencia y a medio de transporte más confiables, no solo se transportan más bits por segundo, sino que también el tiempo para transportarlos de un punto a otro de la red se reduce, con ello se benefician directamente aplicaciones como la transferencia de grandes archivos de datos.

Cita (1:54) el ejemplo de dos redes con estaciones gráficas que generan archivos de mapas típicamente de 588 KB. Utilizando una red X.25 A 56 Kbps (figura No. 6), en promedio se tardan 3 minutos y 50 segundos para su transferencia. Para ver los efectos de Frame Relay, se sustituye en dos fases el enlace con X.25 por: fase-1) por enlaces TI (1.544 Mbps), fase-2) Frame Relay, que mantiene la velocidad de acceso local de 56



PPP = Protocolo punto a punto: Frame Relay
T1 = 1.5 Mbps

Figura 7. Transferencia de archivo de 588 Kbps usando enlaces T1 pero con acceso local de 56 Kbps.

Kbps (figura No.6). En la primera fase el tiempo de transferencia se reduce a 1min. y 45seg, lo cual representa una reducción de 54%. Al pasar a la fase 2, el tiempo promedio de transferencia se reduce a 11 segundos, que representa tan solo un 10.5% del tiempo de la fase 2 y un 4.8% respecto de la fase 1. En conclusión, se evidencia una mejora sustancial en los tiempos de transferencia cuando se utiliza Frame Relay.

Frame Relay es una solución de lo que podríamos llamar, escalón evolutivo en el desarrollo de redes corporativas. La capacidad que brinda para transmitir hasta 50 Mbps, sobre todo comunicación entre los LANs, satisfacen una necesidad actual, mientras tanto se estandariza la tecnología ATM. Provee una transición apropiada a las nuevas tecnologías.

Una aplicación actual en crecimiento para Frame Relay, por la característica apuntada, es la interconexión de redes LAN. El tráfico en la red LAN es impredecible, la posibilidad de adecuar el ancho de banda según la demanda potencia el uso de aplicaciones más complejas: voz, imágenes, etc. Los beneficios se dan también en costo y simplificación de la redes para efectos administrativos y aumenta la confiabilidad, como se muestra en la figura No.7. Nótese que gracias al uso de Frame Relay, la red en malla necesaria para interconectar los NAE se puede sustituir por un "BackBone", vía de alta capacidad de tráfico (bits), utilizando multiplexación (1;50.51).

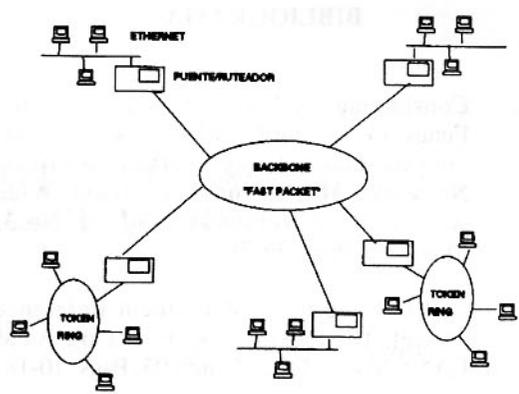


Figura 8. Ejemplo de interconexión de redes usando Frame Relay. (1:51)

IMPACTO Y APLICACIONES

La evolución en el desarrollo de aplicaciones lleva inevitablemente a aplicaciones con requerimientos de capacidad de procesamiento cada vez mayores. Esto a su vez ha empujado el desarrollo de la comunicación de datos en el sentido de lograr capacidad de transporte a velocidades de Mbps y Gbps. Las arquitecturas de red actuales, sobre todo en cuanto al rendimiento de los protocolos, no hacen posible romper la barrera de los 9600 bps, 56Kbps. Al emerger ISDN como medio seguro, confiable para el transporte a altas velocidades de los datos nuevas opciones y retos se presentan. Es aquí donde Frame Relay, como primer paso evolutivo, y ATM como la tecnología del futuro en B-ISDN, juegan su papel primordial.

Ambas tecnologías son importantes para los futuros desarrollos en telecomunicaciones, Frame Relay está ya sirviendo para aumentar la capacidad de las redes actuales de datos al simplificar el proceso de comunicación y con lograr velocidades mayores. ATM por su parte está emergiendo como la tecnología para el transporte de los millones de bits por segundo que requieren, por ejemplo, las aplicaciones en imágenes y video. Se trata en definitiva de mejorar el rendimiento de los protocolos aprovechando la cada vez mayor confiabilidad de las redes de transporte y su capacidad de transporte de más bits/seg. En un próximo artículo espero abordar ATM, la tecnología del futuro para el transporte de datos en forma conmutada y sobre vías de comunicación de alta velocidad

BIBLIOGRAFIA

1. Considering the Past and Anticipating the Future for Private Data Networks; y, Applying the Frame Relay Interface to Private Networks. IEEE Communications: Wide Area Private Networks. Vol 30. No.3. March 92. Pags. 36-78.
2. B-ISDN and the OSI Protocol Reference Model. IEEE Network: Focus on ATM LANs. Vol. 7. No.2. March 93. Pags. 10-18.
3. Gigabit Networking Research at Bellcore; y. Following the Fiber Distributed Data Interface. IEEE Network. Vol 6, No.2. November 92. Pags. 42-55. 62-68.
4. Stallings William. Faster Packet Networks. Byte. Nov. 1991.
5. La Porta Thomas. Scwhartz Mischa. Architectures. Features, and Implementation of High-Speed Transport Protocols. IEEE Network. May 1991.
6. IEEE Communications: High Speed ATM Switching. Vol. 31. No. 2. February 93.
7. Architectures. Features, and Implentation of High Speed Protocols. IEEE Network. May 91. Pags. 15,21.
8. The Washington University Broadband Terminal. IEEE Journal On Selected Areas in Communications. Feb. 93, Vol jj, No. 2. P. 276-282.
9. L. Spohn Darren. Data Network Design: ATM. Frame Relay, DQDB. SONET. McGraw-Hill Series on Computer Communications. 1993.