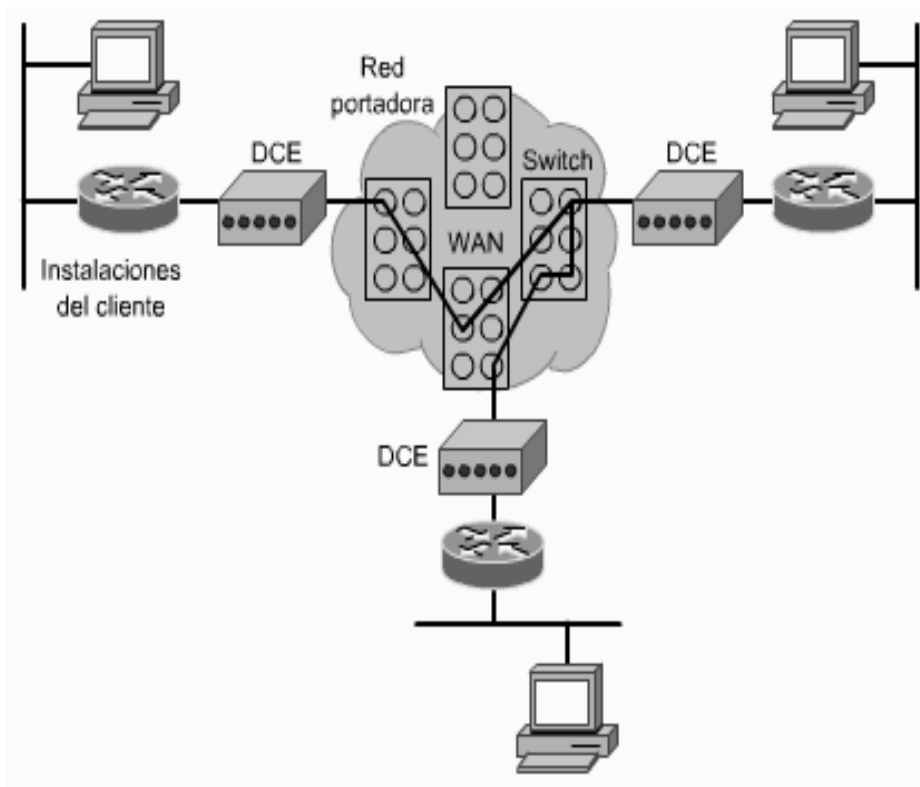


FRAME RELAY

Conmutación por paquetes



- La conmutación por paquetes es un método de conmutación WAN en el que los dispositivos de red comparten un circuito virtual permanente (**PVC**), que es similar al enlace punto a punto para transportar paquetes desde un origen hasta un destino a través de una red portadora.
- **Frame Relay, SMDS y X.25** son ejemplos de las tecnologías WAN conmutadas por paquetes. Las redes conmutadas pueden transportar tramas (paquetes) de tamaños variables o celdas de tamaño fijo. El tipo de red conmutada por paquetes más común es Frame Relay.

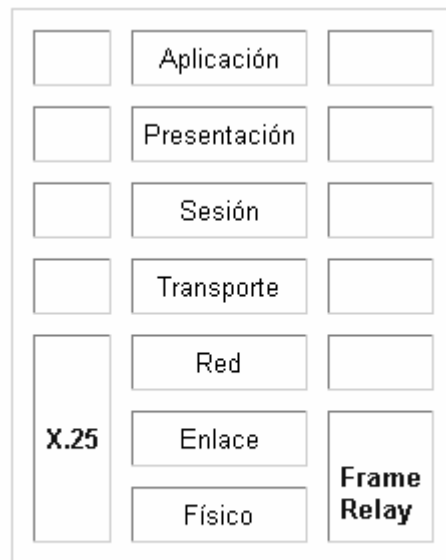
X.25

- Primer servicio estándar de red pública de datos. Especificado en 1976.
- Especifica los tres niveles inferiores (físico, enlace y red)
- Sistema jerárquico de direccionamiento X.121. Interconexión a nivel mundial.
- Diseñado para medios físicos poco fiables. Comprobación de datos a nivel de enlace (protocolo de ventana deslizante).
- No apto para tráfico en tiempo real
- Paquetes de hasta 128 bytes normalmente.
- Servicio orientado a conexión. Orden garantizado.
- Costo proporcional al tiempo (normalmente SVC) y al tráfico (número de paquetes).
- Velocidades típicas de 9,6 a 64 Kbps.
- Servicio poco interesante en la actualidad

Frame Relay

- Versión aligerada del X.25.
- Pensada para combinar con otros protocolos como TCP/IP, y para interconexión multiprotocolo de LANs
- Servicio no fiable; si llega una trama errónea se descarta y el nivel superior (normalmente transporte) ya se enterará y pedirá retransmisión
- Tamaño máximo de paquete (trama) de 1 a 8 KB
- Velocidades de acceso hasta 44.736 Mb/s, típicas de 64 a 1.984 Kb/s
- QoS definida por CIR (Committed Information Rate) y por EIR (Excess Information Rate). Esto forma parte del SLA (Service Level Agreement): acuerdo de nivel de servicio
- Eficiencia mucho mejor que X.25, especialmente a altas velocidades
- Habitualmente utiliza PVCs. SVCs no soportados por muchos operadores.
- Costo proporcional a capacidad de línea física y al CIR

Comparación X.25 y FR

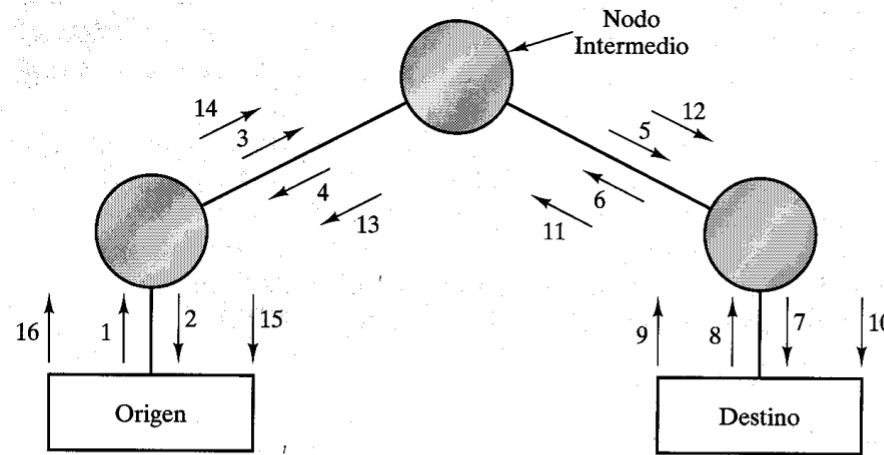


X.25		Frame Relay
Establecimiento de circuito Control de circuito Control de flujo de circuito Direccionamiento	Red	
Control de enlace Creación de tramas Control de errores Control de flujo de enlaces Fiabilidad	Enlace	Direccionamiento Creación de tramas Control de errores Gestión de interfaces
Conexión Física	Físico	Conexión Física

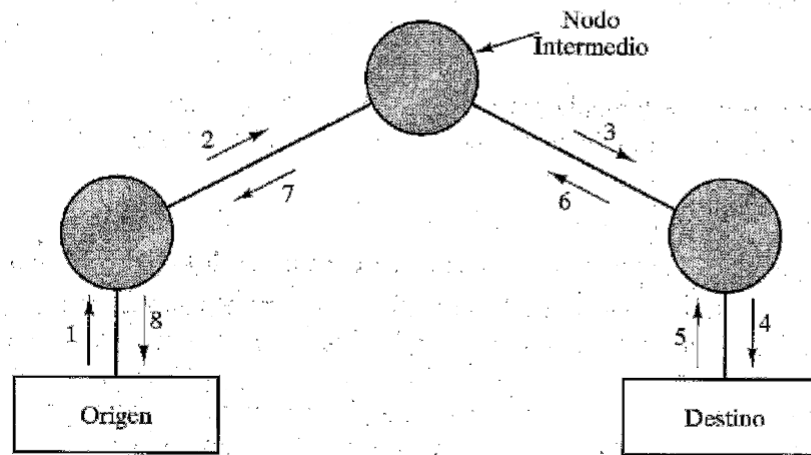
Niveles utilizados por Frame Relay y X.25

En la figura de la derecha se proporciona una lista de las funciones suministradas por cada uno de los niveles OSI para X.25 y Frame Relay. Gran parte de las funciones de X.25 se eliminan en Frame Relay. La función de direccionamiento se desplaza desde la capa 3 en X.25 a la capa 2 en Frame Relay. Todas las demás funciones del nivel 3 de X.25 no están incorporadas en el protocolo de Frame Relay.

Comparación X.25 y Frame Relay



(a) Red de conmutación de paquetes



(b) Red de retransmisión de tramas

FIGURA 10.1 Conmutación de paquetes frente a retransmisión de tramas: envío del emisor, respuesta del destino.

X.25

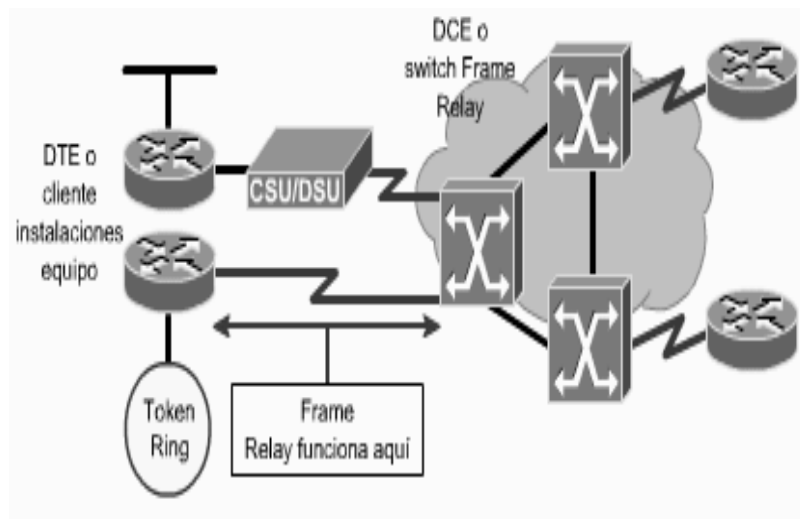
Control en cada Enlace.

Intercambio de tramas de datos y confirmaciones entre nodos

Frame Relay

Control entre hosts finales. No existe intercambio de información entre nodos. Sólo se envía un reconocimiento desde el sistema final.

DESCRIPCIÓN FR



- Es un estándar del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT) y del Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI) que define un proceso para el envío de datos a través de una red de datos públicos (PDN).
- Opera en las capas física y de enlace de datos del modelo de referencia OSI, pero **depende de los protocolos de capa superior como TCP para la corrección de errores.**
- Se basa en la **conmutación por paquetes**. Frame Relay utiliza circuitos virtuales para realizar conexiones a través de un servicio orientado a conexión.
- Frame Relay es un protocolo de capa de enlace de datos conmutado de estándar industrial, que maneja múltiples circuitos virtuales mediante el **encapsulamiento de Control de enlace de datos de alto nivel (HDLC)** entre dispositivos conectados.

Términos de FR (1/3)

- **Velocidad de acceso:** La velocidad medida por reloj (velocidad de puerto) de la conexión (loop local) a la nube Frame Relay. Es equivalente a la velocidad a la que los datos viajan hacia dentro o fuera de la red.
- **Identificador de conexión de enlace de datos (DLCI):** Es un número que identifica el extremo final en una red Frame Relay. Este número sólo tiene importancia para la red local. El switch Frame Relay asigna los DLCI entre un par de routers para crear un circuito virtual permanente.
- **Interfaz de administración local (LMI):** Estándar de señalización entre el equipo terminal del abonado (CPE) y el switch Frame Relay a cargo del manejo de las conexiones y mantenimiento del estado entre los dispositivos. Se soportan tres tipos de LMI: cisco, ansi y q933a.
- **Velocidad de información suscrita (CIR):** CIR es la velocidad garantizada, en bits por segundo, que el proveedor del servicio se compromete a proporcionar.

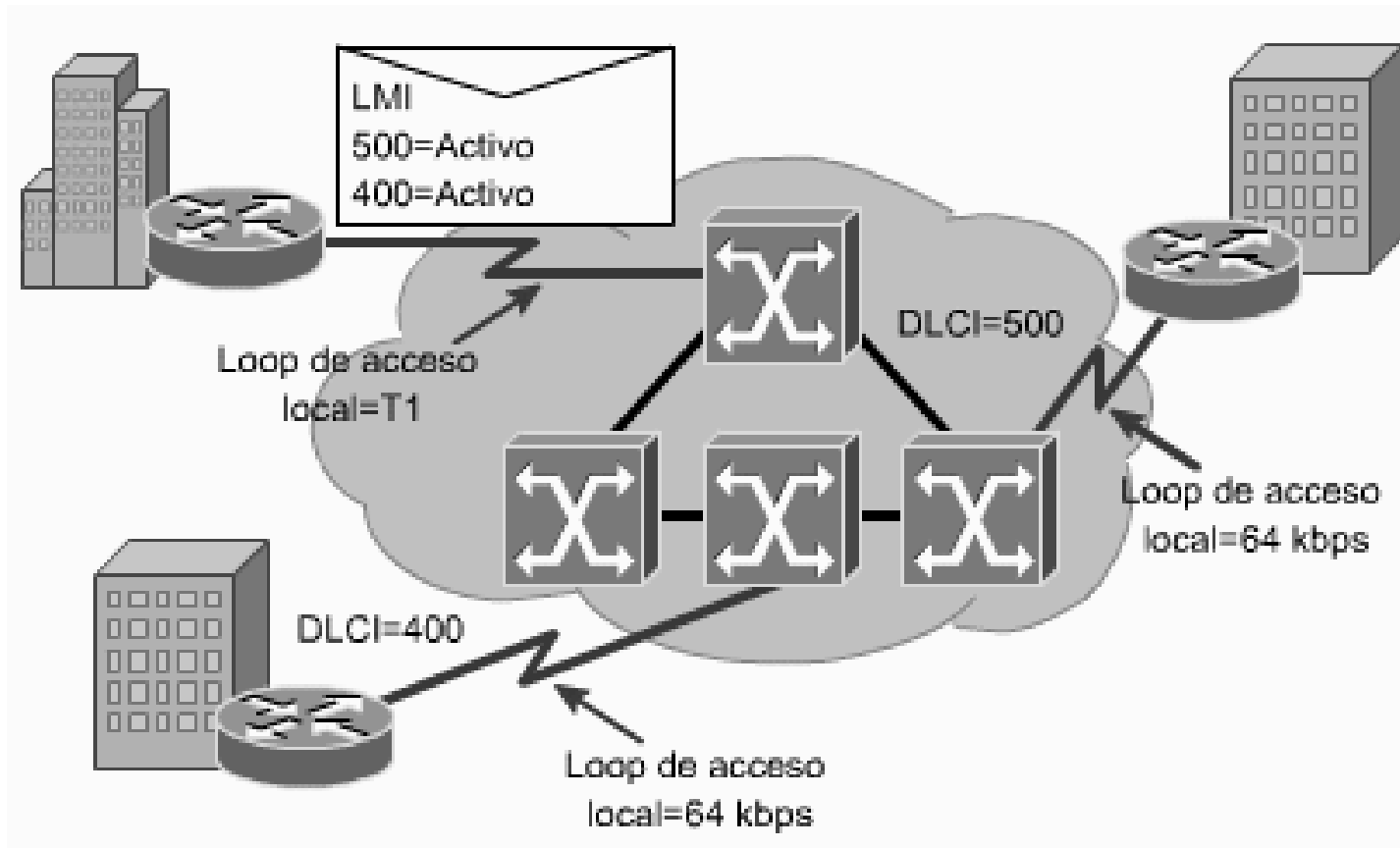
Términos de FR (2/3)

- **Ráfaga suscrita:** Cantidad máxima de bits que el switch acepta transferir durante un intervalo de tiempo. (Se abrevia como Bc)
- **Ráfaga excesiva:** Cantidad máxima de bits no suscritos que el switch Frame Relay intenta transferir más allá de la CIR. La ráfaga excesiva depende de las ofertas de servicio que el distribuidor coloca a disposición, pero se limita generalmente a la velocidad de puerto del loop de acceso local.
- **Indicador de posible para descarte (DE):** Bit establecido que indica que la trama se puede descartar para darle prioridad a otras tramas si se produce congestión. Cuando el router detecta congestión de red, el switch Frame Relay descarta en primer lugar los paquetes con el bit DE. El bit DE se establece en el tráfico sobresuscrito (es decir, el tráfico recibido después de alcanzar la CIR).

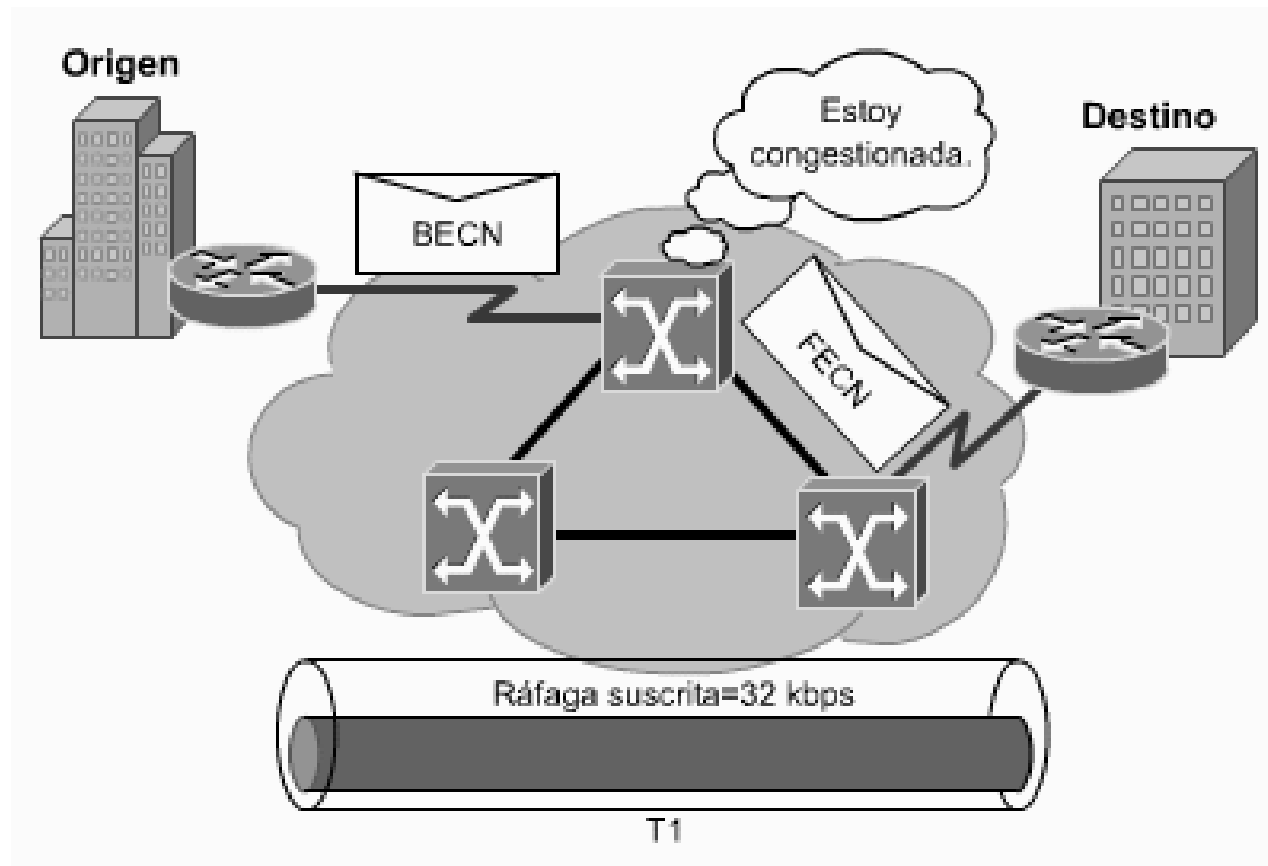
Términos de FR (2/3)

- Notificación explícita de la congestión (FECN): Bit establecido en una trama que notifica a un DTE que el dispositivo receptor debe iniciar procedimientos para evitar la congestión. Cuando un switch Frame Relay detecta la existencia de congestión en la red, envía un paquete FECN al dispositivo destino, indicando que se ha producido la congestión.
- Notificación de la congestión retrospectiva (BECN): Bit establecido en una trama que notifica a un DTE que el dispositivo remitente debe iniciar procedimientos para evitar la congestión. Cuando un switch Frame Relay detecta congestión en la red, envía un paquete BECN al router origen, instruyendo al router para que reduzca la velocidad a la cual está enviando los paquetes. Si el router recibe cualquier BECN durante el intervalo de tiempo en curso, reduce la velocidad de transmisión un 25%.

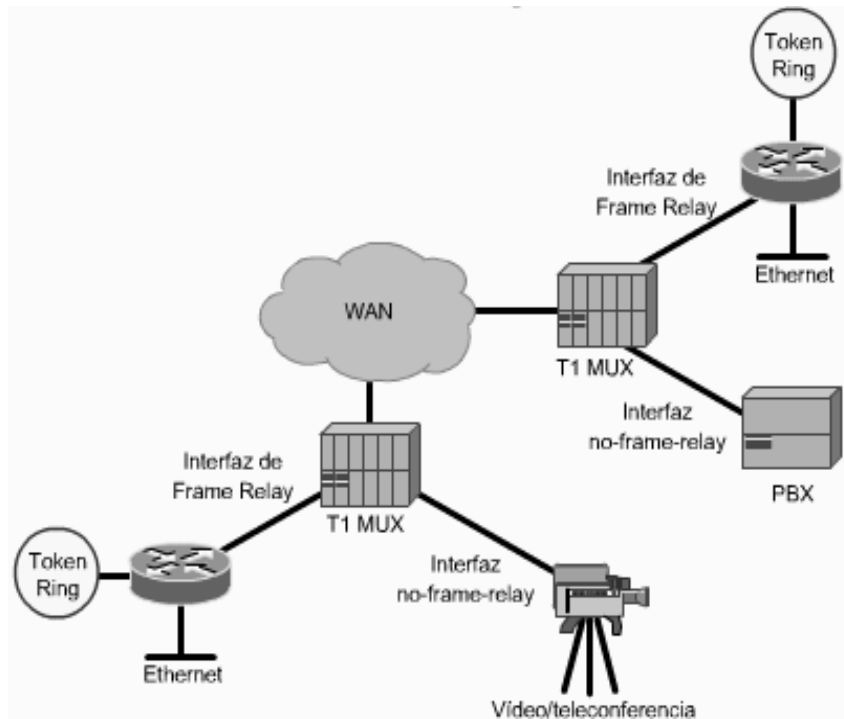
Tecnología Frame Relay (1/2)



Tecnología Frame Relay (2/2)

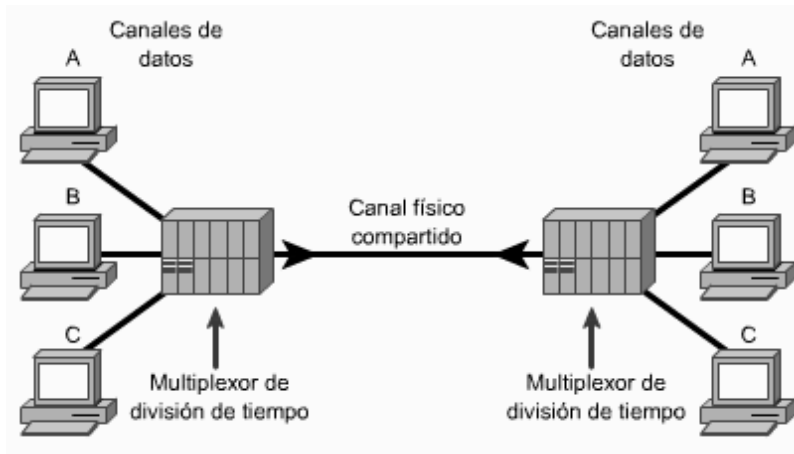


Red Frame Relay



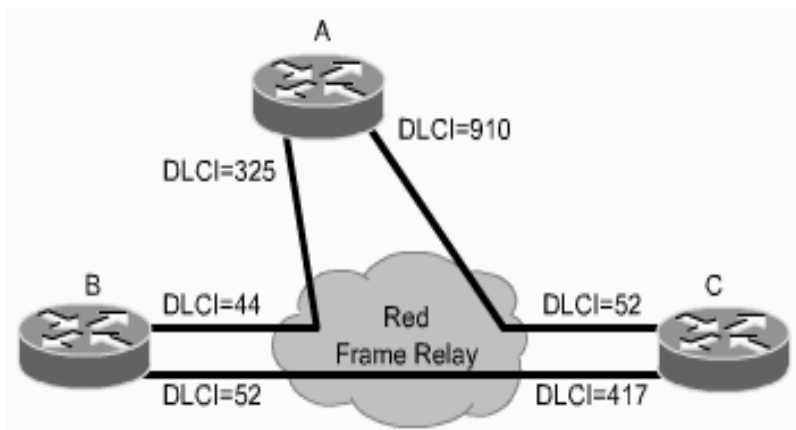
- No existe ningún estándar en la actualidad para la conexión cruzada de equipamiento dentro de una red Frame Relay. Por lo tanto, el soporte de las interfaces Frame Relay no necesariamente implica que se deba utilizar el protocolo Frame Relay entre los dispositivos de red. De esta manera, se puede utilizar la conmutación por circuito tradicional, la conmutación por paquetes o un enfoque híbrido que combine estas tecnologías, como vemos en la figura.

Multiplexión Frame Relay



- Como interfaz entre el equipo del usuario y de red, Frame Relay proporciona un medio para realizar la multiplexión de varias conversaciones de datos lógicas, denominadas circuitos virtuales, a través de un medio físico compartido asignando DLCI a cada par de dispositivos DTE/DCE.
- La multiplexión Frame Relay permite un uso más flexible y eficiente del ancho de banda disponible. Por lo tanto, Frame Relay permite a los usuarios compartir el ancho de banda a un costo reducido.

DLCI's



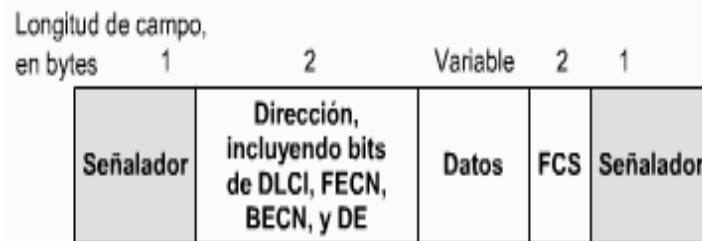
- Los estándares Frame Relay direccionan circuitos virtuales permanentes (PVC) que se encuentran administrativamente configurados y administrados en una red Frame Relay. Los PVC de Frame Relay son identificados por los DLCI
- Los DLCI de Frame Relay tienen importancia local. Es decir que los valores en sí no son únicos en la WAN Frame Relay. Dos dispositivos DTE conectados por un circuito virtual podrían utilizar un valor DLCI distinto para referirse a la misma conexión.

Funcionamiento de la multiplexación.

- Frame Relay proporciona un medio para realizar la multiplexión de varias conversaciones de datos lógicas.
- El equipo de conmutación del proveedor de servicios genera una tabla asignando los valores DLCI a puertos salientes.
- Cuando se recibe la trama, el dispositivo de conmutación analiza el identificador de conexión y entrega la trama al puerto saliente asociado.
- La ruta completa al destino se establece antes de enviar la primera trama.

Trama Frame Relay

- Señalador: Indica el principio y el final de la trama Frame Relay.
- Dirección: Indica la longitud del campo de dirección. La Dirección contiene la siguiente información:
 - Valor DLCI: Indica el valor de DLCI. Se compone de los 10 primeros bits del campo Dirección.
 - Control de congestión: Los últimos 3 bits del campo de dirección, que controlan los mecanismos de notificación de congestión Frame Relay. Estos son FECN, BECN y bits posibles para descarte (DE).
- Datos: Campo de longitud variable que contiene datos de capa superior encapsulados.
- FCS: Secuencia de verificación de trama (FCS), utilizada para asegurar la integridad de los datos transmitidos.¹⁷

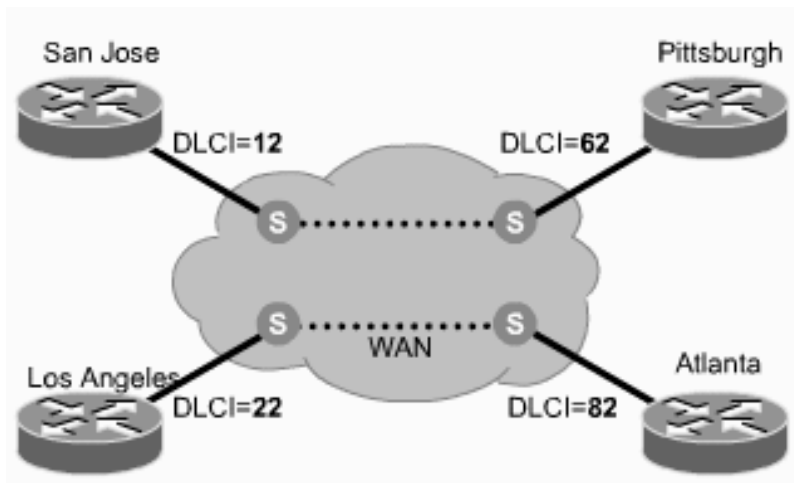


Direccionamiento FR (1/2)

- El espacio de direccionamiento DLCI se limita a 10 bits. (1024 direcciones DLCI posibles).
- La porción utilizable de estas direcciones es determinada por el tipo de LMI utilizada.
 - El tipo LMI Cisco soporta un intervalo de direcciones DLCI desde DLCI 16-1007 para el transporte de datos de usuario.
 - El tipo LMI ANSI/UIT soporta un intervalo de direcciones desde DLCI 16-992 para el transporte de datos de usuario.

Las direcciones DLCI restantes se reservan para que el distribuidor las pueda implementar. Esto incluye mensajes LMI y direcciones multicast.

Direccionamiento FR (2/2)



- En la figura, supongamos que hay dos PVC, uno entre Atlanta y Los Ángeles y uno entre San José y Pittsburgh. Los Ángeles utiliza DLCI 22 para referirse a su PVC con Atlanta, mientras que Atlanta hace referencia al mismo PVC como DLCI 82. De la misma forma, San José utiliza DLCI 12 para hacer referencia a su PVC con Pittsburgh y Pittsburgh utiliza DLCI 62.
- La red utiliza mecanismos internos para diferenciar con precisión a los dos identificadores de PVC de significación local.

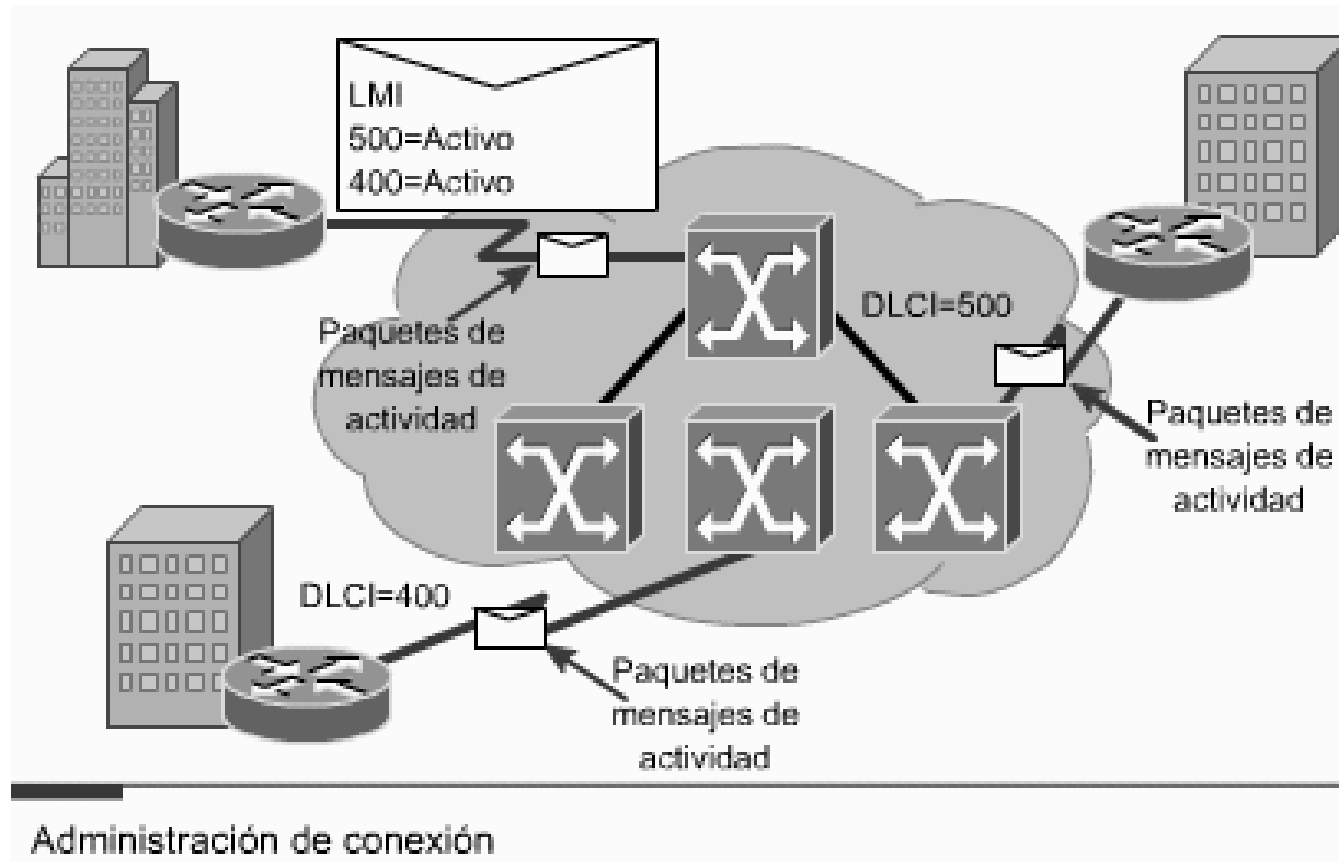
LMI

- Las principales funciones del proceso LMI son las siguientes:
 - Determinar el estado operacional de distintos PVC que el router conoce.
 - Transmitir paquetes de mensaje de actividad para garantizar que el PVC permanezca activo y no se inhabilite por inactividad.
 - Comunicarle al router que los PVC están disponibles.
- El router puede invocar tres tipos de LMI: **ansi, cisco y q933a.**

Extensiones LMI

- **Mensajes de estado de circuito virtual (común):** Proporcionan comunicación y sincronización entre la red y el dispositivo de usuario, informan periódicamente acerca de:
 - existencia de nuevos PVC
 - la eliminación de PVC existentesLos mensajes de estado de circuito virtual evitan el envío de datos a través de PVC que ya no existen.
- **Multicast (opcional):** Permite al emisor transmitir una sola trama pero que sea entregada por la red a múltiples receptores.
- **Direccionamiento global (opcional):** Otorga a los identificadores de conexión significación global. Similar a una red de área local (LAN) en términos de direccionamiento. Los protocolos ARP, ejecutan su función en Frame Relay igual que en una LAN.
- **Control de flujo simple (opcional):** Proporciona un mecanismo de control de flujo XON/XOFF (de conexión/desconexión) que se aplica a toda la interfaz Frame Relay. Está destinado a dispositivos cuyas capas superiores no pueden utilizar los bits de notificación de congestión y que necesitan algún nivel de control de flujo.

Operación de LMI



Formato de trama LMI

- DLCI específico = 1023
- 4 bytes obligatorios.
 - El primero de los bytes obligatorios (indicador de información sin número) posee el mismo formato que el indicador de trama de información sin número (UI) de LAPB, con el bit de sondeo/final en cero.
 - El segundo byte se conoce como discriminador de protocolo, que se establece en un valor que indica LMI.
 - El tercer byte obligatorio (referencia de llamada) siempre se rellena con ceros.

Longitud de campo,
en bytes

	1	2	1	1	1	1	Variable	2	1
Señalador	LMI DLCI	Indicador de información sin numerar	Discriminador de protocolo	Referencia de llamada	Tipo de mensaje	Elemento(s) de información	FCS	Señalador	

– El último byte obligatorio es el campo con el tipo de mensaje. Se han definido dos tipos de mensajes: mensajes de estado y mensajes de petición de estado. Los mensajes de estado responden a los mensajes de petición de estado.

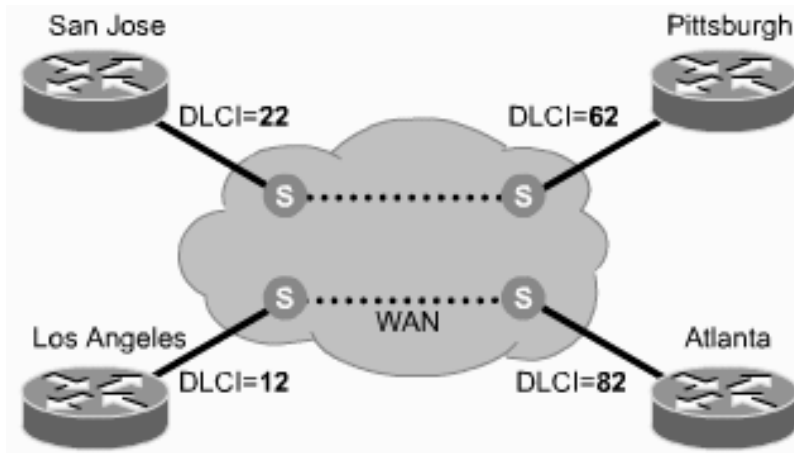
Juntos, los mensajes de estado y de petición de estado, ayudan a verificar la integridad de los enlaces lógicos y físicos. Esta información resulta fundamental en un medio de enrutamiento, ya que los protocolos de enrutamiento toman decisiones en base a la integridad del enlace.

- IE (Elemento de información) se compone de un identificador IE de 1 byte, un campo de longitud IE y 1 o más bytes que contienen los datos en sí.

Direccionamiento Local VS Global

- **La especificación Frame Relay básica (no extendida) soporta sólo los valores del campo DLCI que identifican los PVC con significación local.**
 - En este caso, no existen direcciones que identifiquen las interfaces de red ni nodos conectados a estas interfaces.
 - Como estas direcciones no existen, no pueden ser detectadas mediante técnicas tradicionales de resolución y descubrimiento de direcciones.
 - Esto significa que con un direccionamiento Frame Relay normal, se deben crear mapas estáticos para comunicar a los routers qué DLCI deben utilizar para detectar un dispositivo remoto y su dirección de red asociada.
- **Con la extensión de dir. global, los valores insertados en el campo DLCI de una trama son direcciones de significación global de dispositivos de usuario final individuales (por ejemplo, routers).**

Direccionamiento global

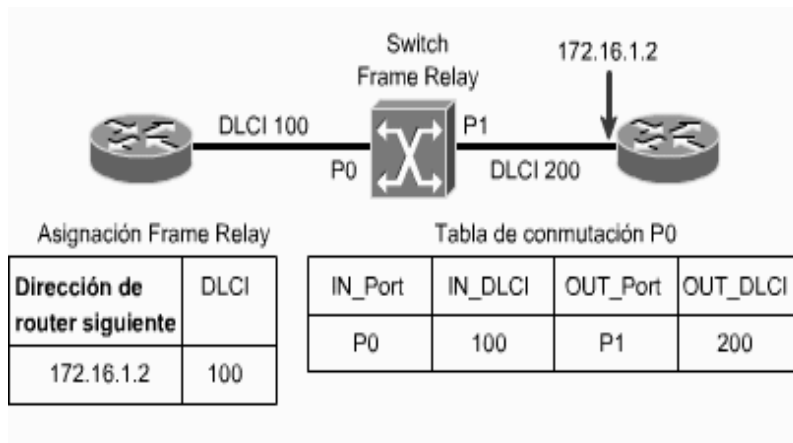


- Cada interfaz tiene su propio identificador. Supongamos que Pittsburgh debe enviar una trama a San Jose. El identificador para San Jose es 22, de manera que Pittsburgh coloca el valor 22 en el campo DLCI y envía la trama a través de la red Frame Relay. Cada interfaz de router posee un valor definido como identificador de nodo, de manera que los dispositivos individuales se puedan distinguir. Esto permite el enrutamiento en entornos complejos. **El direccionamiento global ofrece importantes ventajas en una red grande y compleja. La red Frame Relay ahora aparece en la periferia de cada router como cualquier LAN.**

Extensión Multicast

- El multicast es otra función LMI opcional importante.
- Los grupos de multicast son designados por una serie de cuatro valores DLCI reservados (de 1019 a 1022).
- Las tramas enviadas por un dispositivo que utiliza uno de estos DLCI reservados son replicadas por la red y se envían a todos los puntos de salida en el conjunto designado.
- La extensión de multicast también define los mensajes LMI que notifican a los dispositivos del usuario acerca del agregado, eliminación y presencia de los grupos de multicast.
- Para las redes que aprovechan el enrutamiento dinámico, la información de enrutamiento se debe intercambiar entre muchos routers. Los mensajes de enrutamiento se pueden enviar con eficiencia utilizando tramas con un DLCI de multicast. Esto permite que los mensajes se envíen a grupos determinados de routers.

ARP inverso (1/2)

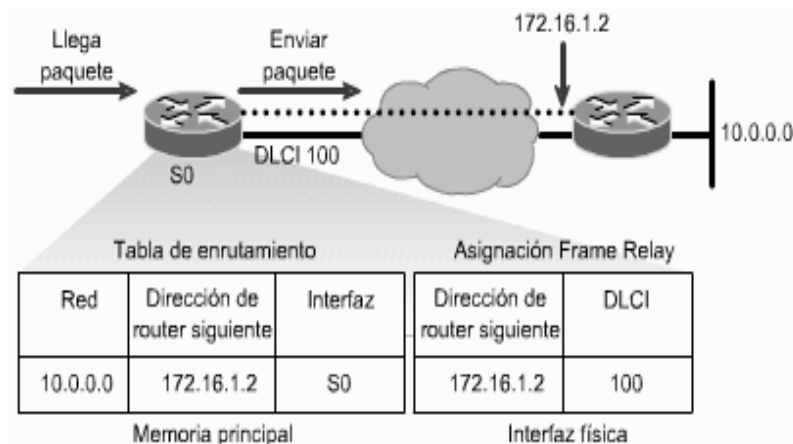


- El mecanismo ARP inverso permite al router generar la asignación de Frame Relay automáticamente. El router detecta los DLCI que se están utilizando desde el switch durante el intercambio LMI inicial. El router envía entonces una petición ARP inversa a cada DLCI por cada protocolo configurado en la interfaz si el protocolo es soportado. La información de retorno desde del ARP inverso entonces se utiliza para generar la asignación Frame Relay.

ARP inverso (2/2)

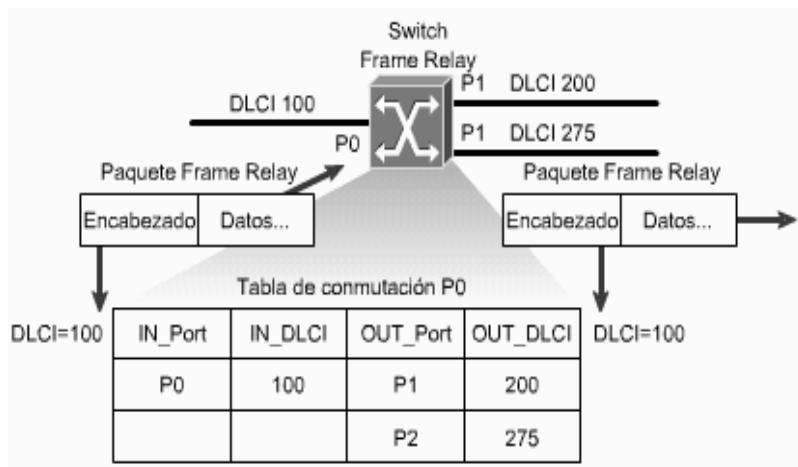
- Normalmente, el protocolo ARP inverso se utiliza para solicitar la dirección de protocolo del salto siguiente para una conexión específica. Las respuestas a ARP inverso se introducen en una tabla de asignación de dirección a DLCI (es decir, una asignación Frame Relay). Se utiliza entonces la tabla para enrutar el tráfico saliente. Cuando ARP inverso no es soportado por el router remoto, al configurar OSPF en Frame Relay, o cuando es necesario controlar el tráfico de broadcast mientras está utilizando el enrutamiento, debe definir la tabla de dirección a DLCI estáticamente. Las entradas estáticas se denominan asignaciones estáticas.

Asignación de FR



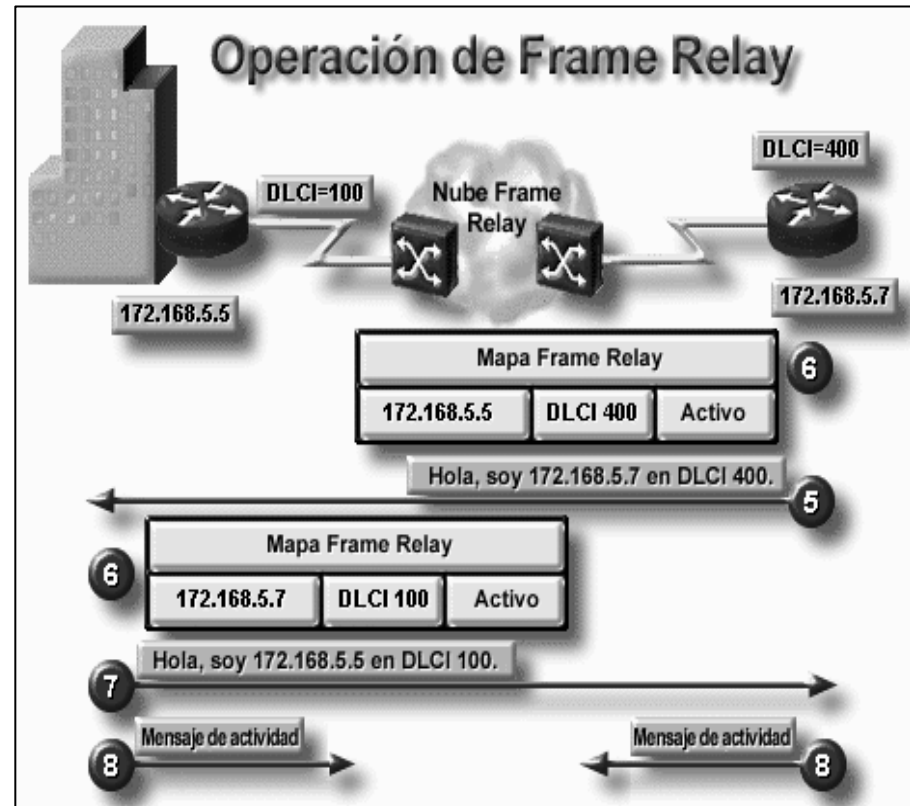
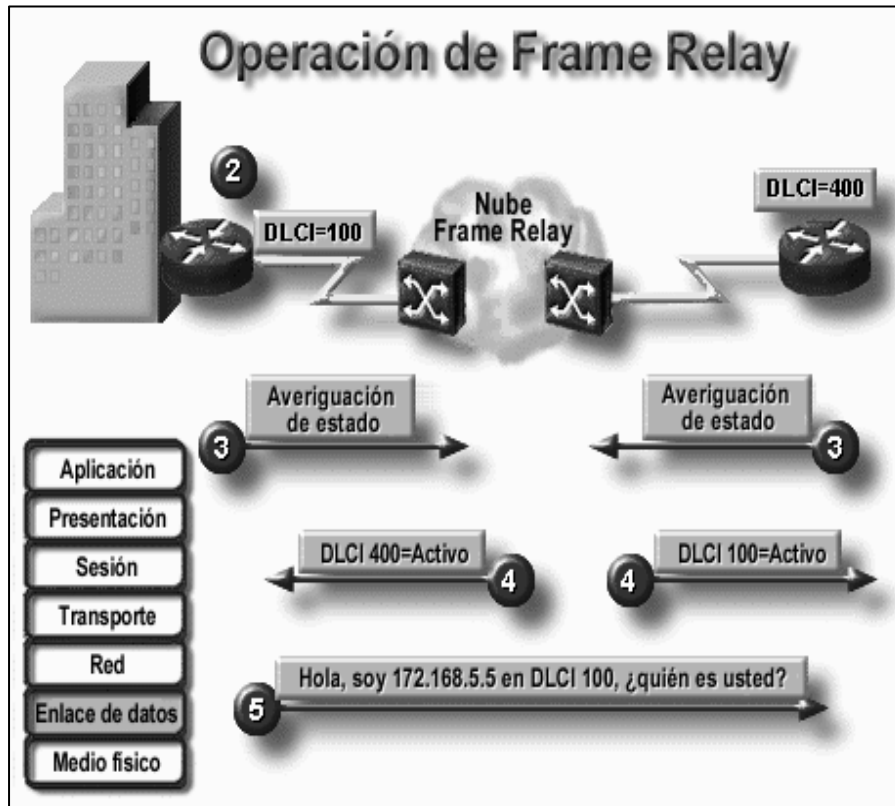
- La dirección del router de salto siguiente determinada por la tabla de enrutamiento se debe resolver a un DLCI Frame Relay.
- La resolución se realiza mediante una estructura de datos denominada asignación Frame Relay.
- La tabla de enrutamiento se utiliza entonces para suministrar la dirección de protocolo del salto siguiente o el DLCI para el tráfico saliente.
- Esta estructura de datos se puede configurar estáticamente en el router, o bien, la función ARP inverso se puede utilizar para configurar automáticamente la asignación.

Tabla de conmutación FR



- La tabla de conmutación Frame Relay consta de cuatro entradas: dos para el puerto y DLCI entrante, y dos para el puerto y DLCI saliente.
- El DLCI se puede, por lo tanto, reasignar a medida que pasa a través de cada switch; el hecho de que se pueda cambiar la referencia de puerto explica por qué el DLCI no cambia aun cuando la referencia de puerto cambia.

FUNCIONAMIENTO DE FR (1/2)



FUNCIONAMIENTO DE FR (2/2)

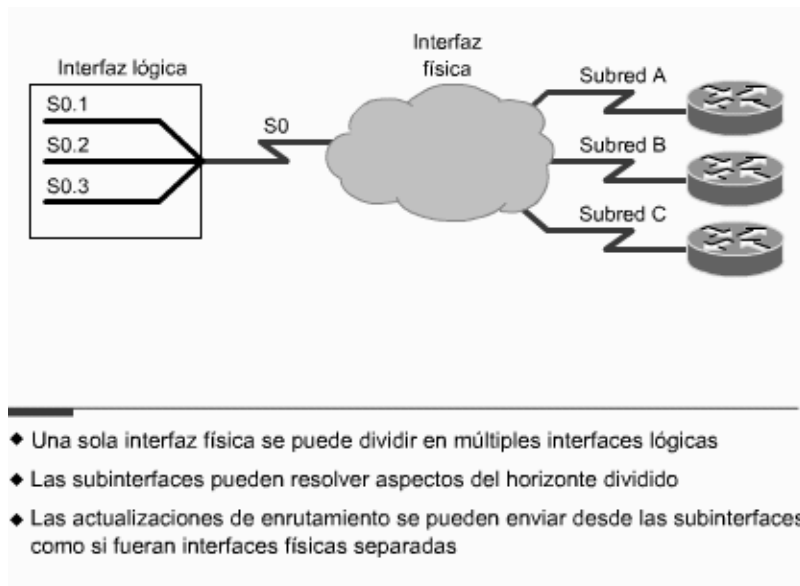
1. Se ordena el servicio Frame Relay a un proveedor de servicio, o se crea una nube Frame Relay privada.
2. Cada router, ya sea directamente o a través de un CSU/DSU, se conecta al switch Frame Relay.
3. Cuando se habilita el router CPE, éste envía un mensaje de información de estado al switch FR. El mensaje notifica al switch acerca del estado del router, e interroga al switch acerca del estado de la conexión de los otros routers remotos.
4. Cuando el switch FR recibe la solicitud, responde con un mensaje de estado que incluye los DLCIs de los routers remotos a los cuales el router local puede enviar datos.
5. Por cada DLCI activo, cada router envía un paquete de solicitud de ARP inverso presentándose y solicitando a cada router remoto que se identifique respondiendo con su dirección de capa de red.
6. Por cada DLCI que conozca el router a través de un mensaje de ARP inverso, se crea una entrada de asignación dentro de la tabla de asignación FR del router. (DLCI local, dirección de red del router remoto y **estado de la conexión**)
7. Cada 60 segundos. Los routers intercambian mensajes ARP inversos.
8. Por defecto, cada 10 segundos el router CPE envía un mensaje de actividad (keepalive) al switch FR (¿sigue activo el Sw FR?).

Estados de conexión posibles

En la tabla de mapeo Frame Relay aparecen tres estados de conexión posibles:

- Estado activo – Indica que la conexión está activa y que los routers pueden intercambiar datos.
- Estado inactivo – Indica que la conexión local al switch FR está funcionando, pero la conexión del router remoto al switch FR no está funcionando.
- Estado de borrado – Indica que no se está recibiendo ningún LMI desde el switch FR o que no está teniendo lugar ningún servicio entre el router CPE y el switch FR.

Subinterfaces (1/3)



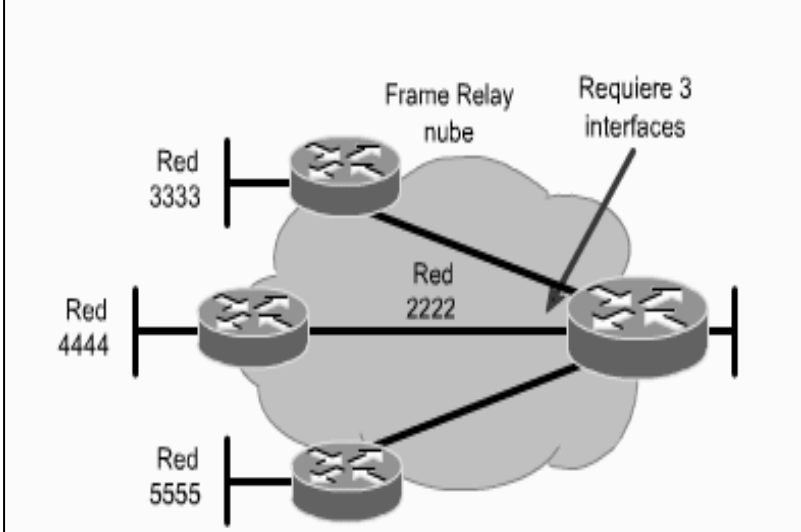
- Para permitir el envío de actualizaciones de enrutamiento completas en una red Frame Relay, podemos configurar el router con interfaces lógicamente asignadas denominadas subinterfaces.
- Las subinterfaces son subdivisiones lógicas de una interfaz física.
- En una configuración de subinterfaz cada PVC se puede configurar como una conexión punto a punto, que permite a la subinterfaz actuar como línea dedicada.

Subinterfaces (2/3)

- Las primeras implementaciones de Frame Relay requerían que un router (es decir, un dispositivo DTE) tuviera una interfaz serial WAN para cada PVC.
- Dividiendo lógicamente una sola interfaz serial WAN física en varias subinterfaces virtuales, el costo total de la implementación de la red Frame Relay se puede reducir.
- Una sola interfaz de router puede prestar servicios a varias ubicaciones remotas a través de subinterfaces individuales únicas.

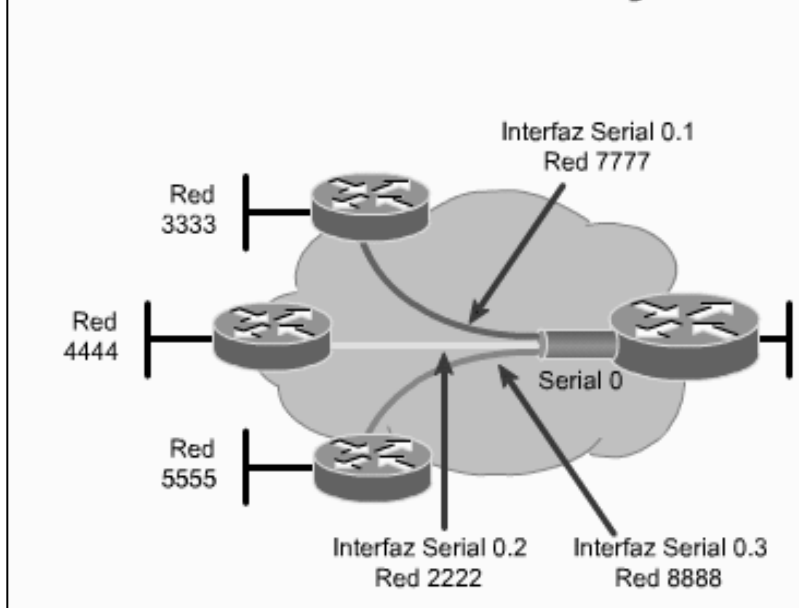
Sin subinterfaces vs subinterfaces

Implementación de Frame Relay sin subinterfaces



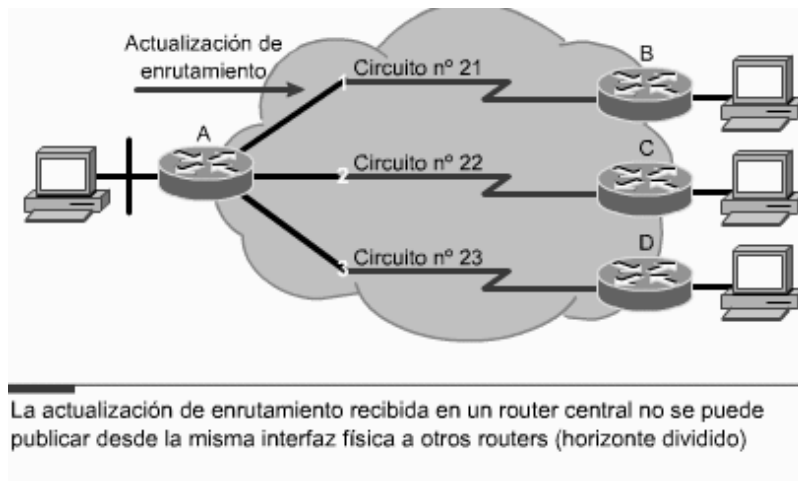
*El número creciente de interfaces en el router es efectivo, pero incrementa el coste.

Subinterfaz Frame Relay



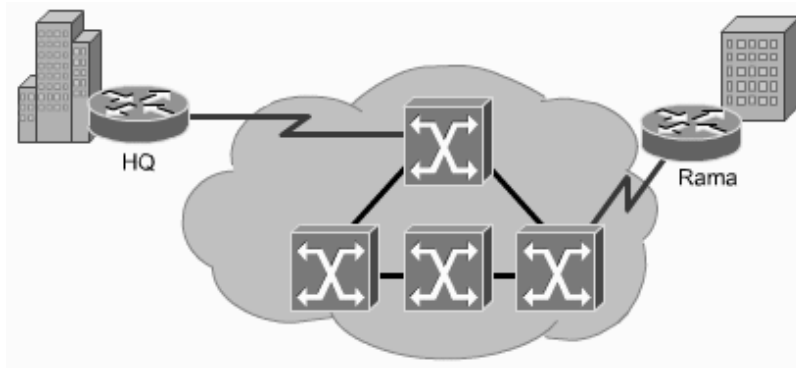
*Cada subinterfaz se considera una red única y un número DLCI único

Split Horizon



- Si un router remoto envía una actualización al router de la sede central que conecta múltiples PVC a través de una sola interfaz física, el router de la sede central no puede publicar esta ruta a través de la misma interfaz física a otros routers remotos.

Configuración Básica FR (1/2)



- Una configuración Frame Relay básica da por sentado que se desea configurar Frame Relay en una o más interfaces físicas y que LMI y ARP inverso son soportados por los routers remotos.
- En este tipo de entorno, LMI notifica al router acerca de la disponibilidad de los DLCI.
- ARP inverso se activa por defecto, de manera que no aparece en el resultado de la configuración.

Configuración Básica FR (2/2)

- Paso 1: Seleccionar la interface e ir al modo de configuración de interf:
router(config)#interface serial 0
- Paso 2: Configurar una dirección de red:
router(config-if)#ip address 192.168.38.40 255.255.255.0
- Paso 3: Seleccionar el tipo de encapsulamiento utilizado para encapsular el tráfico de extremo a extremo:
router(config-if)# encapsulation frame-relay [cisco | IETF] donde CISCO es la opción por defecto que se utiliza para conectarse a otro router cisco e IETF se usa para conectarse a otros routers.
- Paso 4: Si se usa IOS ver. 11.1 o inferior se debe de especificar el tipo de LMI utilizado por el Switch:
router(config-if)# frame-relay lmi-type {ansi | cisco | q933a } donde cisco es el valor por defecto. En versiones 11.2 y superiores el tipo de LMI se detecta automáticamente, por lo que no hace falta configurarlo.
- Paso 5: Configurar el ancho de banda para el enlace:
router(config-if)# bandwidth kilobits (afecta a la métrica del IGRP)
- Paso 6: Si se desactivó ARP inverso en el router, se debe de volver a habilitar. (se encuentra activado por defecto):
router(config-if)# frame-relay inverse-arp [protocol] [dlci] donde protocol: IP, IPX, Appletalk, DECnet, VINES y XNS.
dlci es el DLCI de la interface local con el que se desea intercambiar mensajes de ARP inverso.

Verificación de operaciones FR

<code>show interfaces serial</code>	Muestra información acerca de DLCI de multicast, los DLCI utilizados en la interfaz serial configurada por Frame Relay, y el LMI que usa DLCI para el LMI.
<code>show frame-relay pvc</code>	Muestra el estado de cada conexión configurada y las estadísticas de tráfico. Este comando también es útil para ver la cantidad de paquetes BECN y FECN recibidos por el router.
<code>show frame-relay map</code>	Muestra la dirección de capa de red y el DLCI asociado para cada destino remoto al que está conectado el router local.
<code>show frame-relay lmi</code>	Muestra estadísticas de tráfico LMI. Por ejemplo, muestra la cantidad de mensajes de estado intercambiados entre el router local y el switch Frame Relay.

Show interfaces ,¿línea activa? (1/2)

- En modo privilegiado: show interfaces serial 0
- Confirmar que los siguientes mensajes aparecen en la salida del comando:

- Serial0 is up, line protocol is up ✍ La conexión FR está activa.

- LMI enq sent 163, LMI stat recvd 136

La conexión está enviando y recibiendo datos.

- LMI type is CISCO

El tipo LMI (interfaz de administración local) ha sido configurado correctamente para el router.

Show interfaces ,¿línea activa? (2/2)

- Si existen problemas:
 - Confirmar con el proveedor del servicio FR que la configuración LMI es correcta.
 - Confirmar que hay mensajes de actividad y que el router está recibiendo actualizaciones LMI.

Confirmación de las asignaciones Frame Relay

Paso 1	<p>Desde el modo EXEC privilegiado, introducir el comando <code>show frame-relay map</code>. Confirmar que el estado definido, mensaje activo (que aparece en negrilla en el ejemplo) aparezca para cada subinterfaz serial:</p> <pre>1600# show frame-relay map Serial0.1 (up): point-to-point dlci, dlci 17(0x11,0x410), broadcast, status defined, active</pre>
Paso 2	<p>Si el mensaje no aparece, se deben seguir estos pasos:</p> <ol style="list-style-type: none">Confirmar que el router de sitio central esté conectado y configurado.Consultar la portadora de Frame Relay para verificar que la línea esté operando correctamente.
Paso 3	<p>Para continuar con la configuración, se debe volver a entrar al modo de configuración global.</p>

Confirmación de conectividad al proveedor de sitio central (dir 198.168.38.40)

```
1600# ping 192.168.38.40
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to
192.168.38.40,
    timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5),
    round-trip min/avg/max = 32/32/32 ms
1600#
```

Si el porcentaje de éxito es de 10% o superior, este paso de verificación se considera exitoso.

Configuración de la interfaz serial de una configuración Frame Relay

Paso 1	Entrar al modo de configuración para la interfaz serial: <code>1600(config)# interface serial 0</code>
Paso 2	Establecer el método de encapsulamiento en esta interfaz como Frame Relay: <code>1600(config-if)# encapsulation frame-relay</code>
Paso 3	Habilitar los cambios de configuración en esta interfaz: <code>1600(config-if)# no shutdown</code>

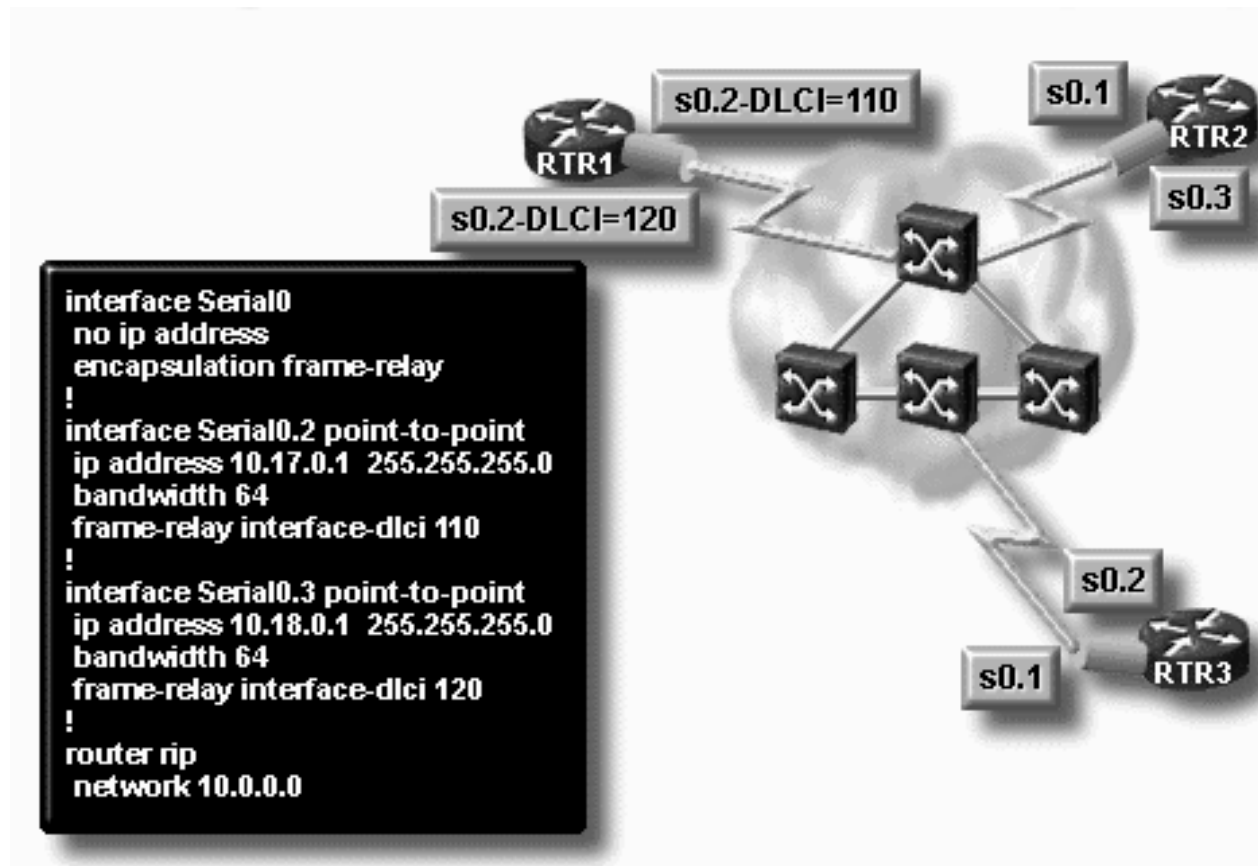
Verificación de la configuración FR (1/2)

Paso 1	Esperar 60 segundos después de introducir el comando <code>encapsulation frame-relay</code> .
Paso 2	Desde el modo EXEC privilegiado, introducir el comando <code>show frame-relay pvc</code> .
Paso 3	<p>Confirmar que el mensaje PVC STATUS=ACTIVE (que aparece en negrilla en el ejemplo siguiente) aparezca en el resultado del comando:</p> <pre>1600# show frame-relay pvc PVC Statistics for interface Serial0 (Frame Relay DTE) DLCI = 17, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0.1 input pkts 45 output pkts 52 in bytes 7764out bytes 9958 dropped pkts 0 in FECN pkts 0in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0 in DE pkts 0 out DE pkts 0 pvc create time 00:30:59, last time pvc status changed 00:19:21</pre>
Paso 4	Registre el número que aparece en <code>DLCI = message</code> . (En este ejemplo, el número es 17.) Se usa este número para terminar de configurar la interfaz Frame Relay.

Verificación de la configuración FR (2/2)

Paso 5	<p>Si no hay resultado después de introducir este comando, se usa el comando <code>show interfaces serial 0</code> para determinar si la interfaz serial está activa. Un ejemplo de este comando se encuentra en la siguiente sección, "Configuración de la conexión Frame Relay punto a punto". La primera línea del resultado del comando debe ser:</p> <p>Serial0 is up, line protocol is up</p> <p>Si la primera línea del resultado del comando es <code>Serial0 is up, line protocol is down</code>, entonces se debe confirmar que el tipo de LMI para el switch Frame Relay sea correcto, verificando que el tipo de LMI sea el mensaje CISCO en el mismo resultado del comando.</p>
Paso 6	<p>Para continuar con la configuración, se debe volver a entrar al modo de configuración global.</p>

Configuración de subinterfaces



Notas sobre la configuración

- Hay que quitar cualquier dirección de capa de red asignada a la interfaz física. Si la interfaz física tiene una dirección, los frames no serán recibidos por las subinterfaces locales.

Seleccionar la subinterfaz que se desea configurar:

- **router(config-if)#interface serial *number.subinterface-number* {multipoint | point-to-point }**
 - *.subinterfaz-number* – El número de subinterfaz en el rango de 1 a 4294967293. El número de interfaz que precede al periodo (.) debe coincidir con el número de interfaz al cual pertenece esta subinterfaz.
 - **multipoint** – Seleccionar si se desea que el router envíe los broadcasts y actualizaciones de enrutamiento que recibe. Seleccionarlo si existe enrutamiento IP y se desea que todos los routers estén en la misma subred.
 - **point-to-point** – Seleccionar si no se desea que el router envíe broadcasts o actualizaciones de enrutamiento y si se desea que cada par de routers punto a punto tenga su propia subred.
- Se requiere que se seleccione uno u otro; no hay parámetro por defecto.

Punto a punto / Multipunto

Configuración de subinterfaces

Multipunto

- Las subinterfaces actúan como red NBMA por defecto
- Puede ahorrar subredes porque utiliza una subred única
- Buena para la topología de malla completa

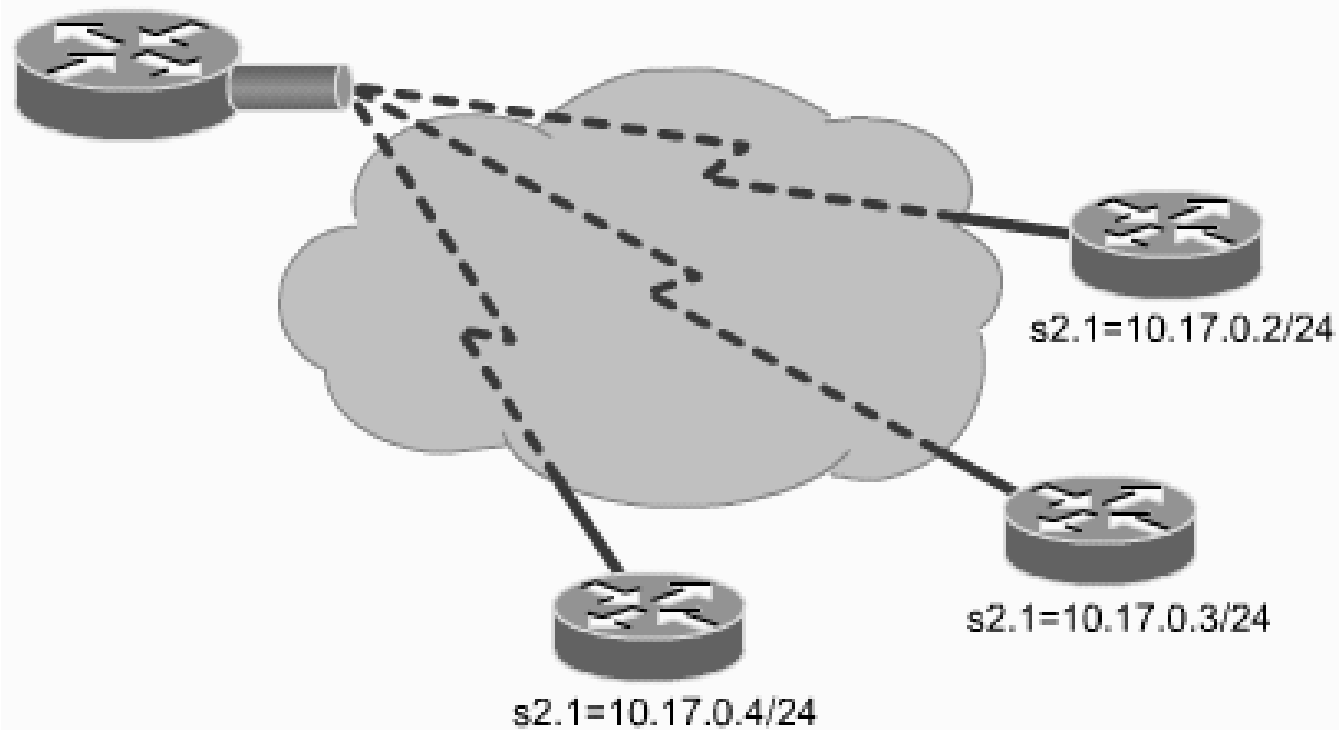
Punto a punto

- Las subinterfaces actúan como línea dedicada
- Cada conexión punto a punto requiere su propia subred
- Buena para topologías en estrella o malla parcial

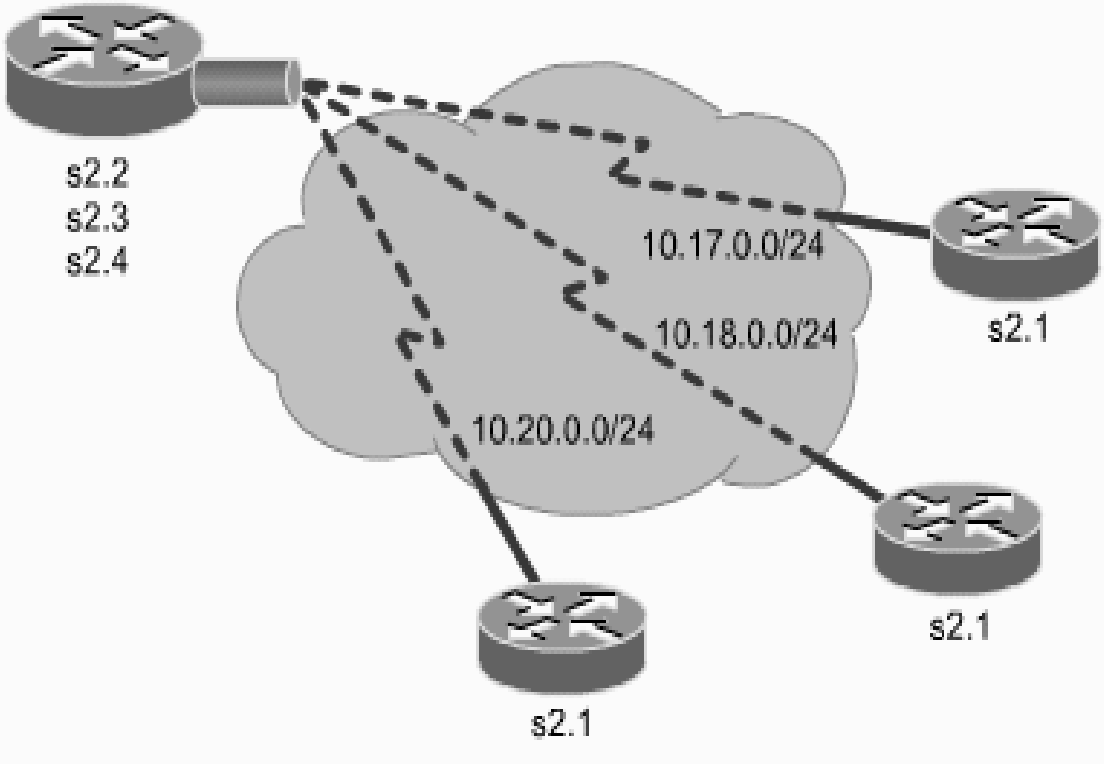
- **Punto a punto:** Se utiliza una sola subinterfaz para establecer una conexión PVC en relación con otra interfaz física o subinterfaz en un router remoto.
 - Las interfaces estarían en la misma subred y cada interfaz tendría un solo DLCI. Cada conexión punto a punto constituye su propia subred.
 - En este entorno, los broadcasts no representan un problema porque los routers son punto a punto y actúan como una línea arrendada.
- **Multipunto:** Se utiliza una sola subinterfaz para establecer múltiples conexiones de PVC a múltiples interfaces físicas o subinterfaces en routers remotos.
 - Todas las interfaces participantes estarían en la misma subred y cada interfaz tendría su propio DLCI local.
 - En este entorno, como la subinterfaz funciona como una red Frame Relay común, las actualizaciones de enrutamiento están sujetas a un split horizon (horizonte dividido).

Ejemplo de configuración de subinterfaces multipunto

s2.2=10.17.0.1/24



Ejemplo de configuración de subinterfaces punto a punto



Configuración de DLCI

- Si se configura la subinterfaz como multipunto o punto a punto, se debe configurar el DLCI local para la subinterfaz y así distinguirla de la interfaz física:

router(config-if)#frame-relay interface-dlci *dlci-number*

- *dlci-number* – Define al número de DLCI local que se enlaza a la subinterfaz. Esta es la única manera de enlazar un PVC derivado de LMI a una interfaz puesto que LMI no reconoce subinterfaces.
- Este comando se requiere para todas las interfaces punto a punto.
- Se requiere también para las subinterfaces multipunto para las cuales se habilita ARP inverso.
- No se requiere para subinterfaces multipunto configuradas con mapas de ruta estáticos.
- No utilizar este comando en interfaces físicas.

Configuración comandos opcionales (1/2)

Router(config-if) **frame-relay map** *protocolo direcc.-de-protocolo*
dlci [broadcast] [ietf | cisco | payload-compress packet-by-packet]

Parámetro	Descripción
<i>protocol</i>	Define el protocolo soportado, puenteo o control de enlace lógico.
<i>protocol-address</i>	Define la dirección de capa de red de la interfaz del router destino.
<i>dlci</i>	Define el DLCI local utilizado para conectar a la dirección de protocolo remoto.
broadcast	(Opcional) Envía broadcasts a esta dirección cuando el multicast no está habilitado. Se usa esto si se desea que el router envíe actualizaciones de enrutamiento.
ietf cisco	(Opcional) Selecciona el tipo de encapsulamiento Frame Relay que se debe usar. Se usa <i>ietf</i> sólo si el router remoto no es un router Cisco. De lo contrario, se usa <i>cisco</i> .
payload-compress packet-by-packet	(Opcional) Compresión de carga paquete por paquete con el método Stacker.

Configuración comandos opcionales (2/2)

Router (config-if) #
keepalive number
● Establece el intervalo en el cual el router envía mensajes de actividad

Router (config-if) #
frame-relay local-dlci number
● Define el número de DLCI local

- En Frame Relay, puede aumentar o disminuir el intervalo entre mensajes de indicación de actividad. Puede extender o reducir el intervalo durante el cual la interfaz de router envía mensajes de actividad al switch Frame Relay. El valor por defecto es de 10 segundos.

```
router(config-if)# keepalive  
number
```

donde "number" (número) es el valor, en segundos, que generalmente es de 2 a 3 segundos más rápido (es decir, un intervalo más corto) que el de la configuración del switch Frame Relay para asegurar la sincronización correcta.

Si un tipo de LMI no se utiliza en la red, o cuando realiza la prueba de interconexión entre routers, necesita especificar el DLCI para cada interfaz local utilizando el siguiente comando:

```
router(config-if)# frame-relay  
local-dlci number
```

donde "number" es el DLCI de la interfaz local a utilizar.