

Frame Relay

Agenda

- **Introducción.**
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- Gestión.
- New Features y aplicaciones de FR.

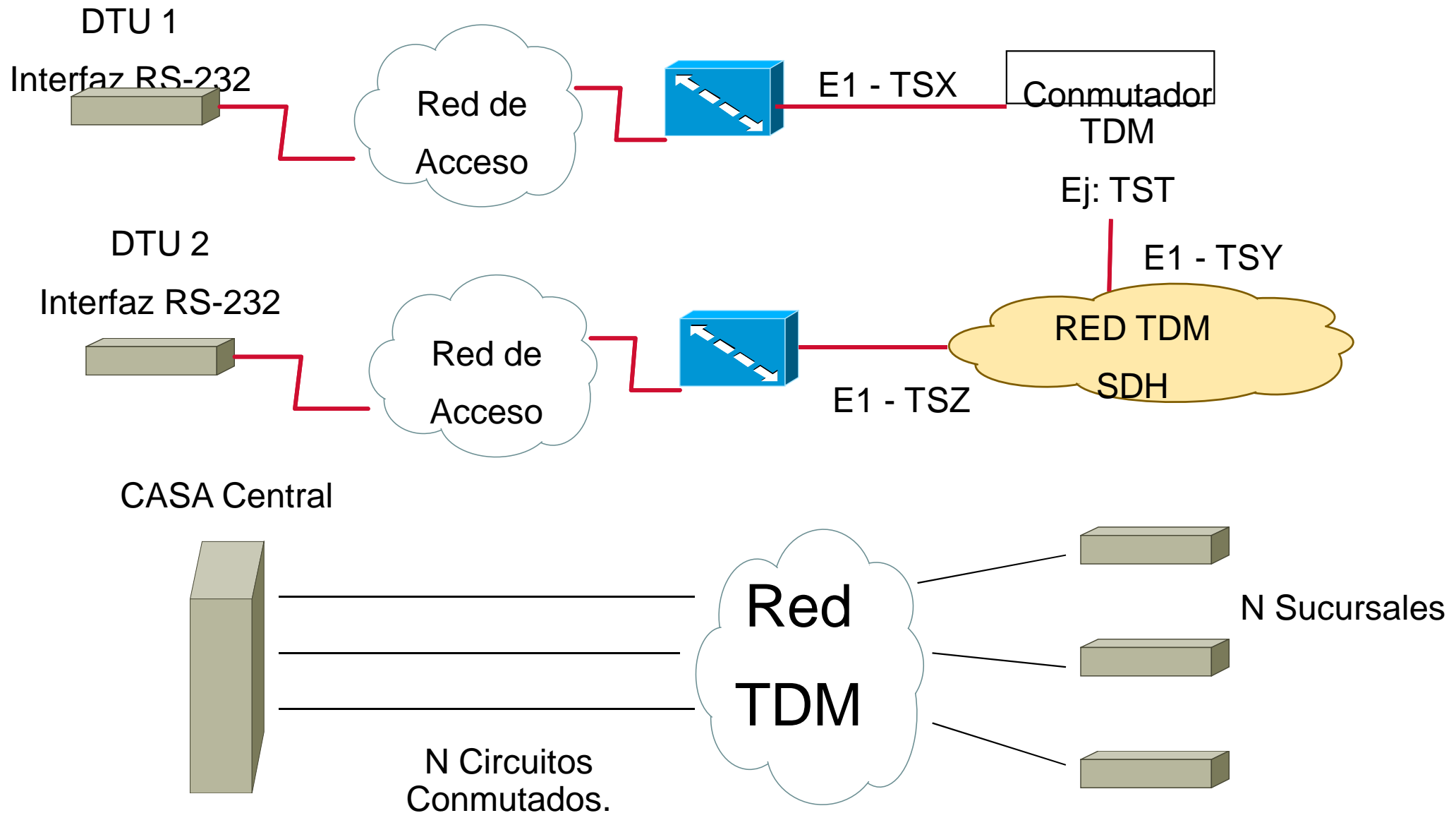
Circuitos Virtuales vs Circuitos Conmutados

- Circuitos Conmutados:
 - Hay reservas de recursos en Time Slots (TDM) desde el origen al final.
 - Poco Overhead, herencia del sistema telefónico.
 - Alta Velocidad y bajo delay.
 - Adecuado para “bit rate” constante, mal gasta recurso para “bit rate” variable.
 - Generalmente Múltiplos de 64K.
 - Soluciones de Alta Disponibilidad prohibitivas.
 - Protocolos utilizados: HDLC, SDLC, PPP.

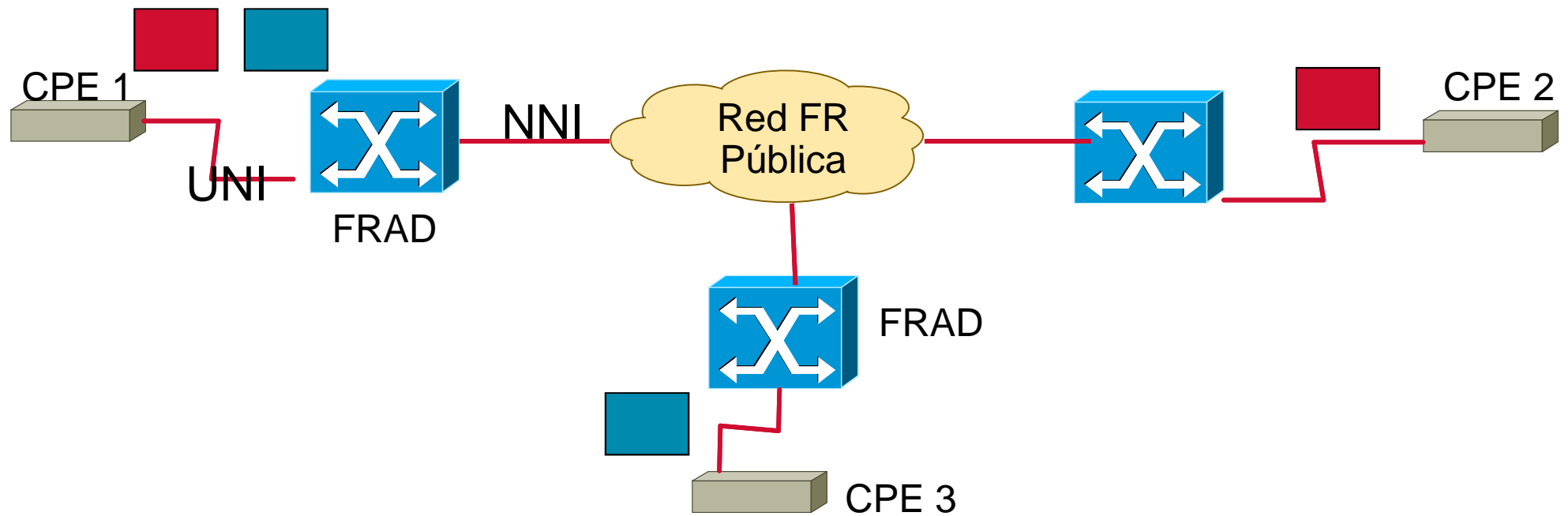
Circuitos Virtuales vs Circuitos Conmutados

- Circuitos Virtuales:
 - Hay reservas de recursos pero a nivel estadístico (espacio en colas, etc).
 - Altas Velocidades, delay puede variar.
 - Overhead permite multiplexación, incluso en puerto del cliente.
 - PVC: Permanent Virtual Circuit, generalmente generado por herramientas de gestión.
 - SVC: Switched Virtual Circuit, generados por plano de control FR.

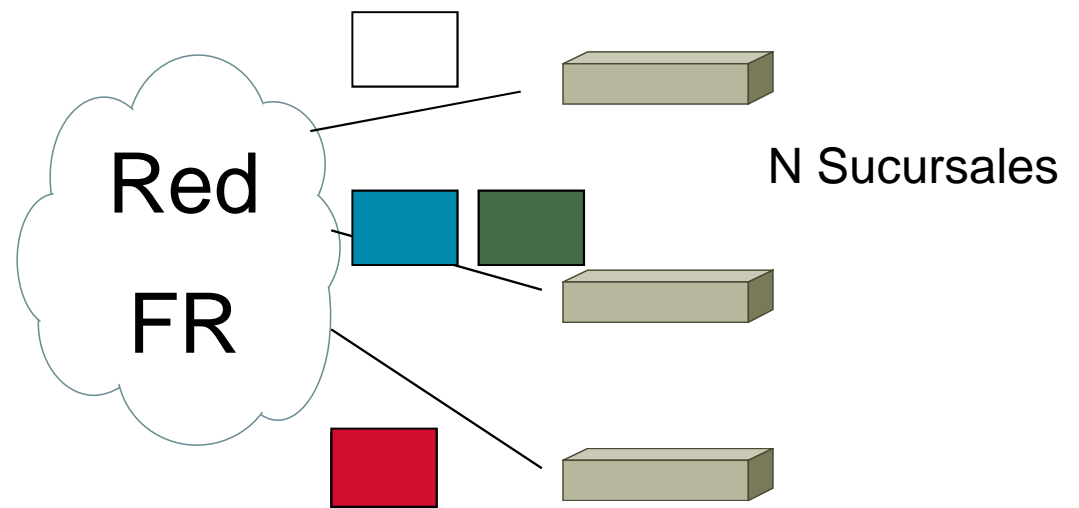
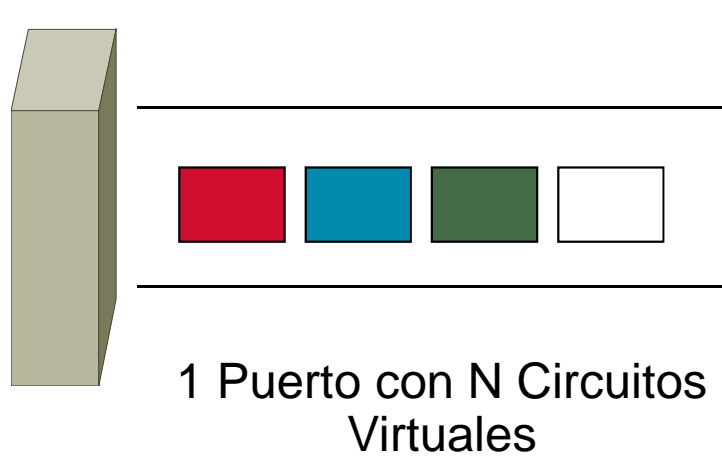
Circuitos Conmutados:



Circuitos Virtuales:



CASA Central



Un poco de Historia – Red X25

- Madura 1980s.
- Orientado a Conexión.
- STDM, mediante LGN (Logical Group Number) y LCN (Logical Channel Number).
- Red poco confiable y terminales poco inteligentes
⇒ hincapié en Flow Control, Error Check (en capa 2 y 3).
- Delay elevado (retransmisiones), poco aconsejado para aplicaciones sensibles al delay y la variación del mismo (jitter) como voz y video.

Un poco de Historia – ISDN

- ISDN frame-mode bearer para servicios adicionales de paquetes ITU I.122/I.233.
- LAPD ITU Q.921 (Q.922 LAPF)
- ITU Q.931 (Q.933 Access Signaling)
- Las normas ITU tienen un costo, no son tan accesibles como las RFC de la IETF.

Antecedentes:

Drivers para Frame Relay:

- Las aplicaciones pasan a ser basadas en interfaces gráficas: se necesita más velocidad de transmisión.
- Tráfico de ráfagas: Asignación de BW dinámico.
- Aparecen equipos terminales inteligentes: Pueden soportar un stack de protocolo, baja necesidad de overhead para la red.
- Mejora de Performance.
- Proliferación de redes digitales: Las líneas digitales son más confiables, hay que simplificar los protocolos (X.25 y SNA)

Frame Relay:

- Tecnología de Circuitos Virtuales.
- Características:
 - Permite multiplexado estadístico entre distintos circuitos.
 - Permite compartir puerto entre diferentes circuitos.
 - Alta Velocidad y Bajos Retardos.
 - Tamaño de trama variable.
 - Implementa mejoras para tráfico de voz o video.
 - Remueve de X.25 todas las funcionalidades que pueden realizar las capas superiores.
 - Permite la configuración punto-multipunto (multicast).

Agenda (II)

- Introducción.
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- Gestión.
- New Features y aplicaciones de FR.

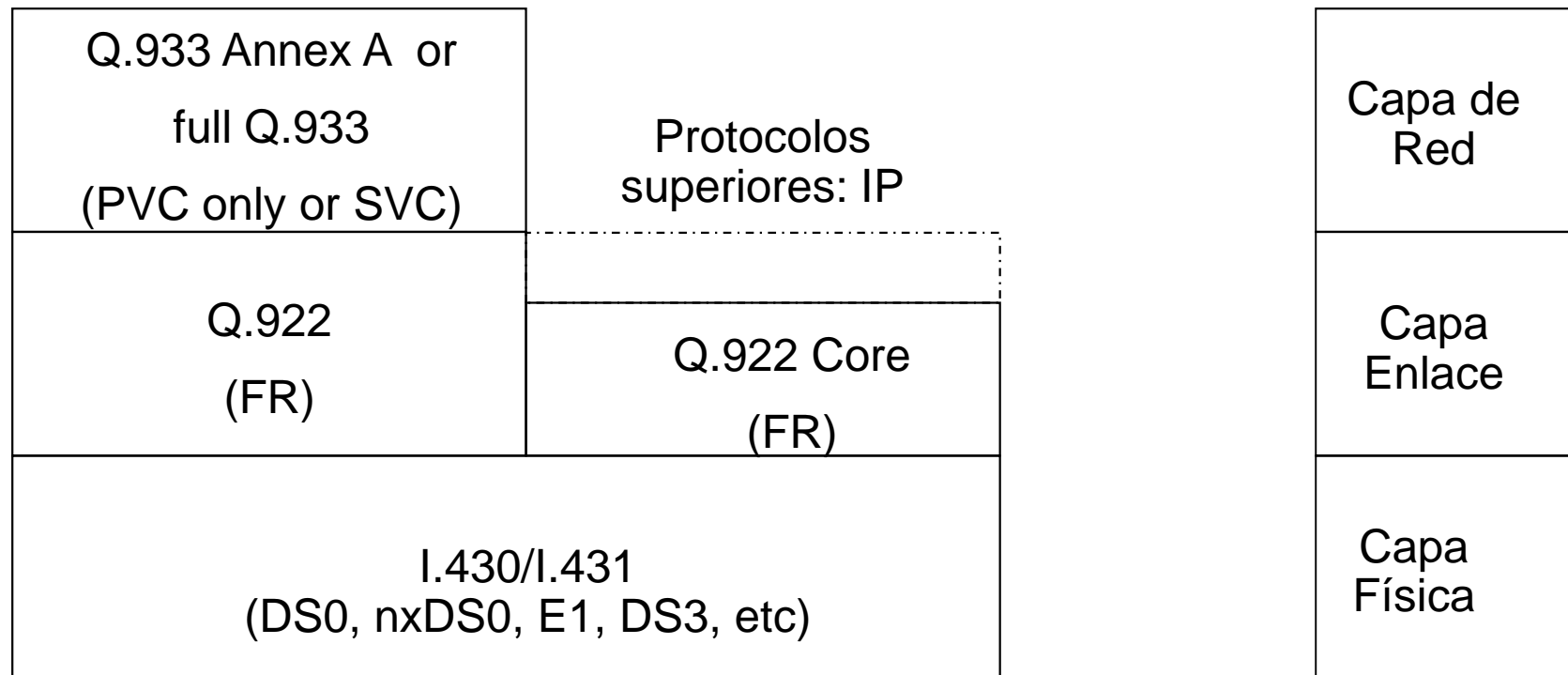
Estandarización Frame Relay:

- Primer estándar en 1990.
- Actores:
 - ANSI.
 - ITU-T.
 - Frame Relay Forum (Gang of four).

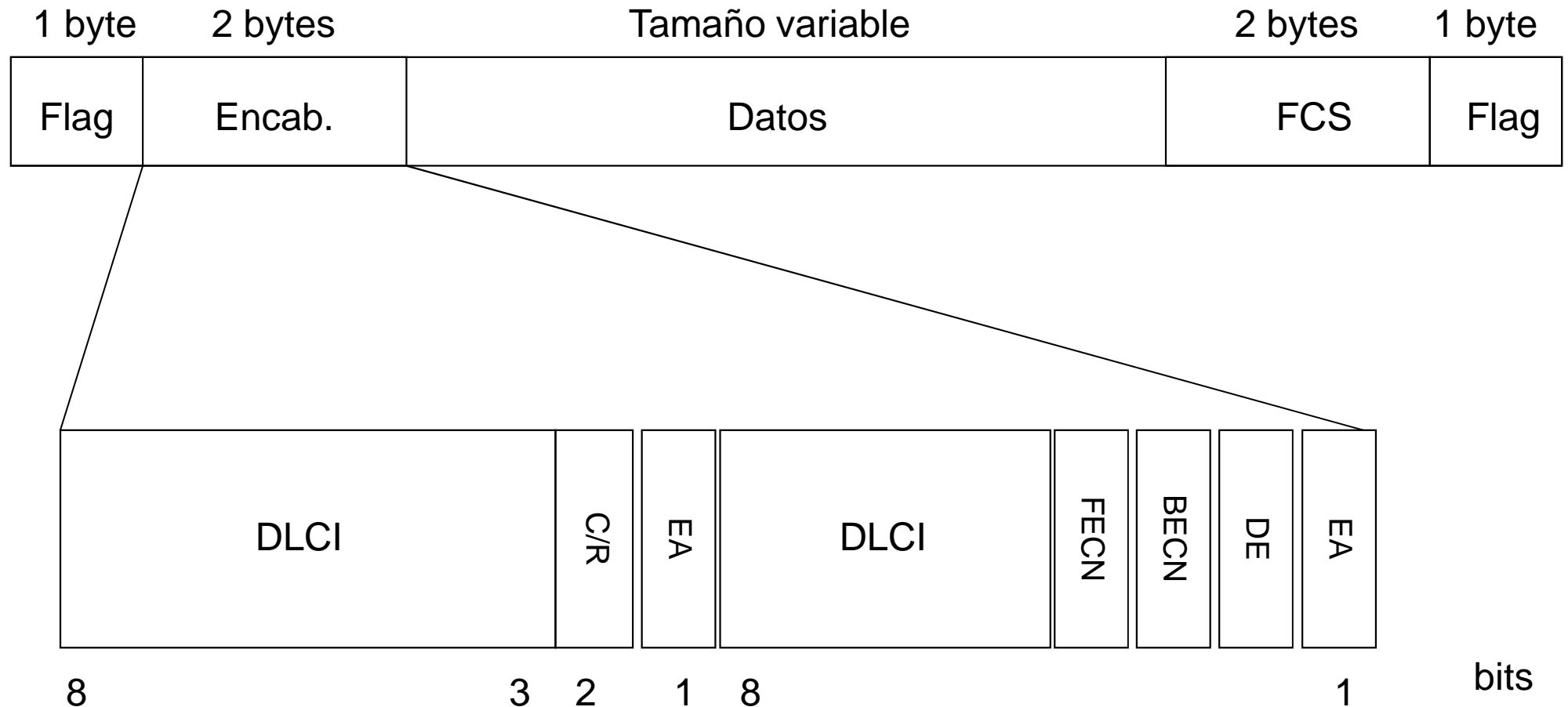
Arquitectura Frame Relay:

Plano de Control

Plano de Usuario



Trama Frame Relay (Q.922):



El tamaño del campo DLCI puede variar, teniendo encabezados de 2, 3 y 4 bytes.

Trama Frame Relay (LAP-F):

- Flag: Idem HDLC="01111110".
Implementa "bit stuffing".
- Encabezado: Puede tener tamaño variable.
- Datos: MTU-HDLC: 8188bytes.
Hay estándares FR de menor tamaño
(normalmente 1600).
- FCS: $G(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1$
- FCS sobre todo el frame excepto las Flags.

Encabezado FR: DLCI

- Data Link Connection Identifier: Identifica al circuito virtual (puerto lógico). El tamaño puede ser variable.
- Puede reutilizarse en cada interfaz física: Significado Local.
- Hay 32 valores reservados: 0 a 15, 992 a 1007 y 1008 a 1023 (considerando 2 bytes).

Encabezado FR:

- C/R: Command/Response. Permite realizar comandos de punta a punta por parte de los usuarios.
- EA: Address Field Extension bit: Indica si hay extensiones del tamaño de DLCI. (EA=0, hay otro byte de direccionamiento).
- FECN, BECN: Utilizados para notificar la existencia de Congestión.
- DE: Utilizado en Control de Tráfico.

Agenda (III)

- Introducción.
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- Gestión.
- New Features y aplicaciones de FR.

Componentes de una Red FR:

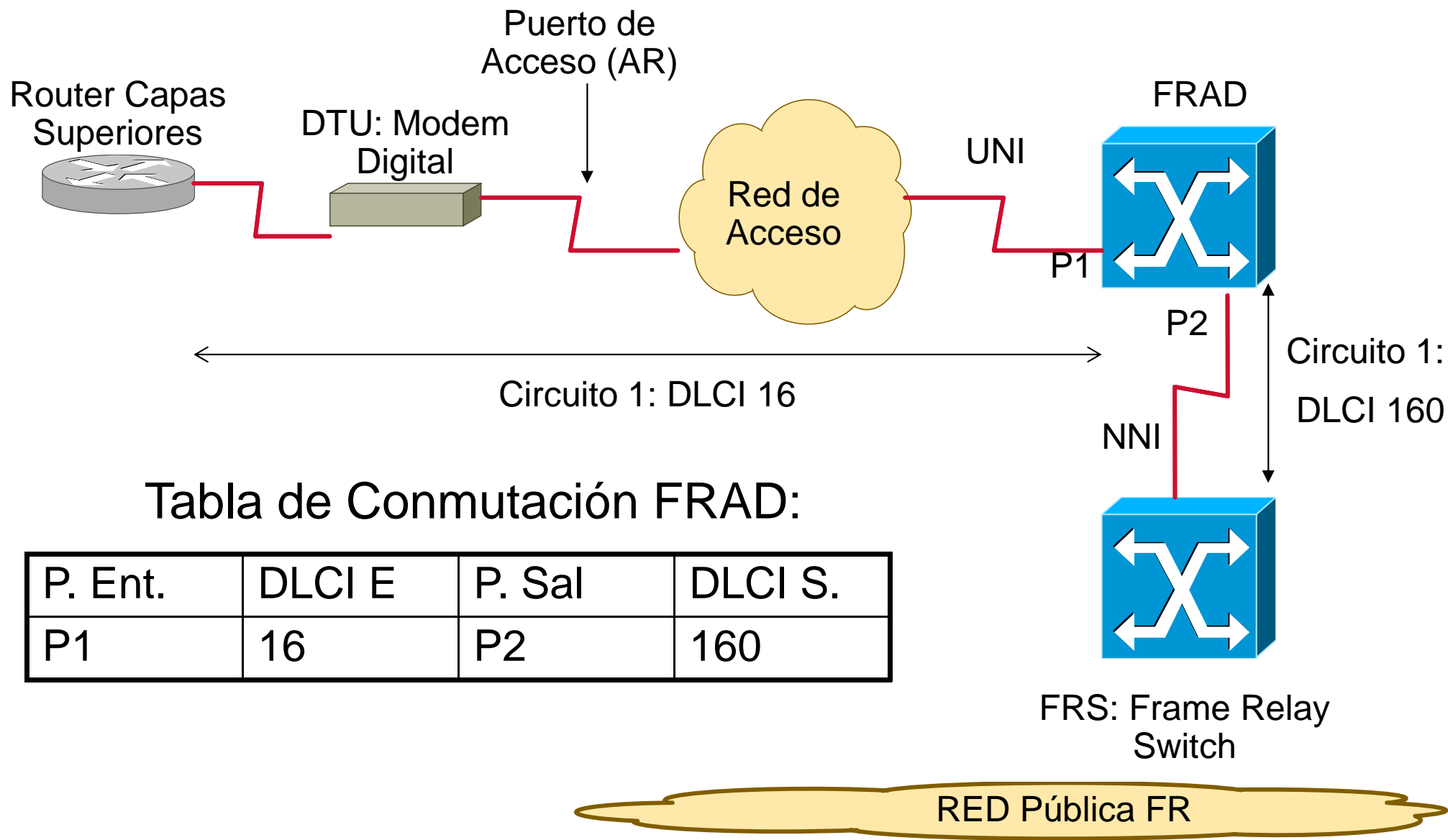
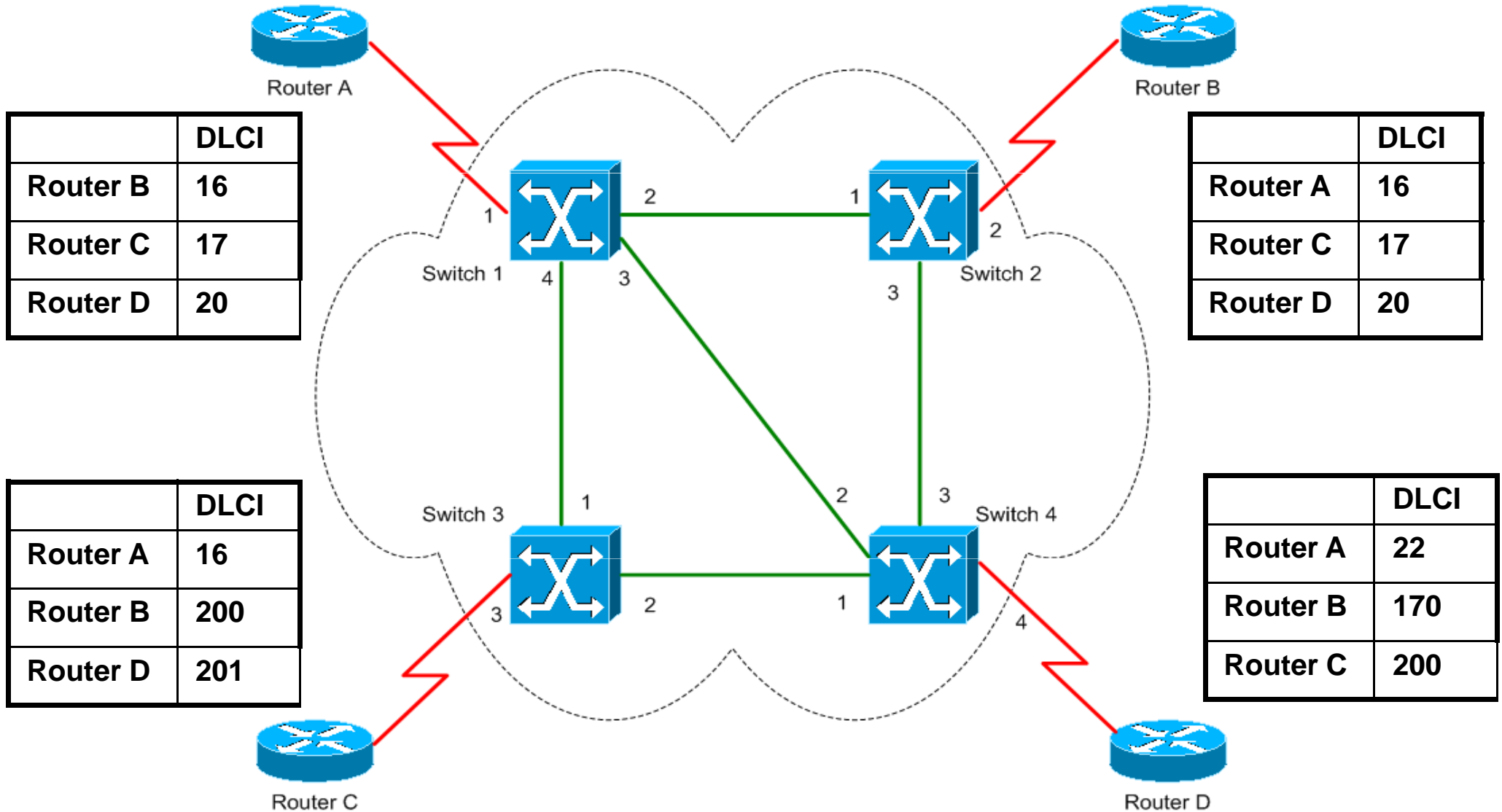


Tabla de Conmutación FRAD:

P. Ent.	DLCI E	P. Sal	DLCI S.
P1	16	P2	160

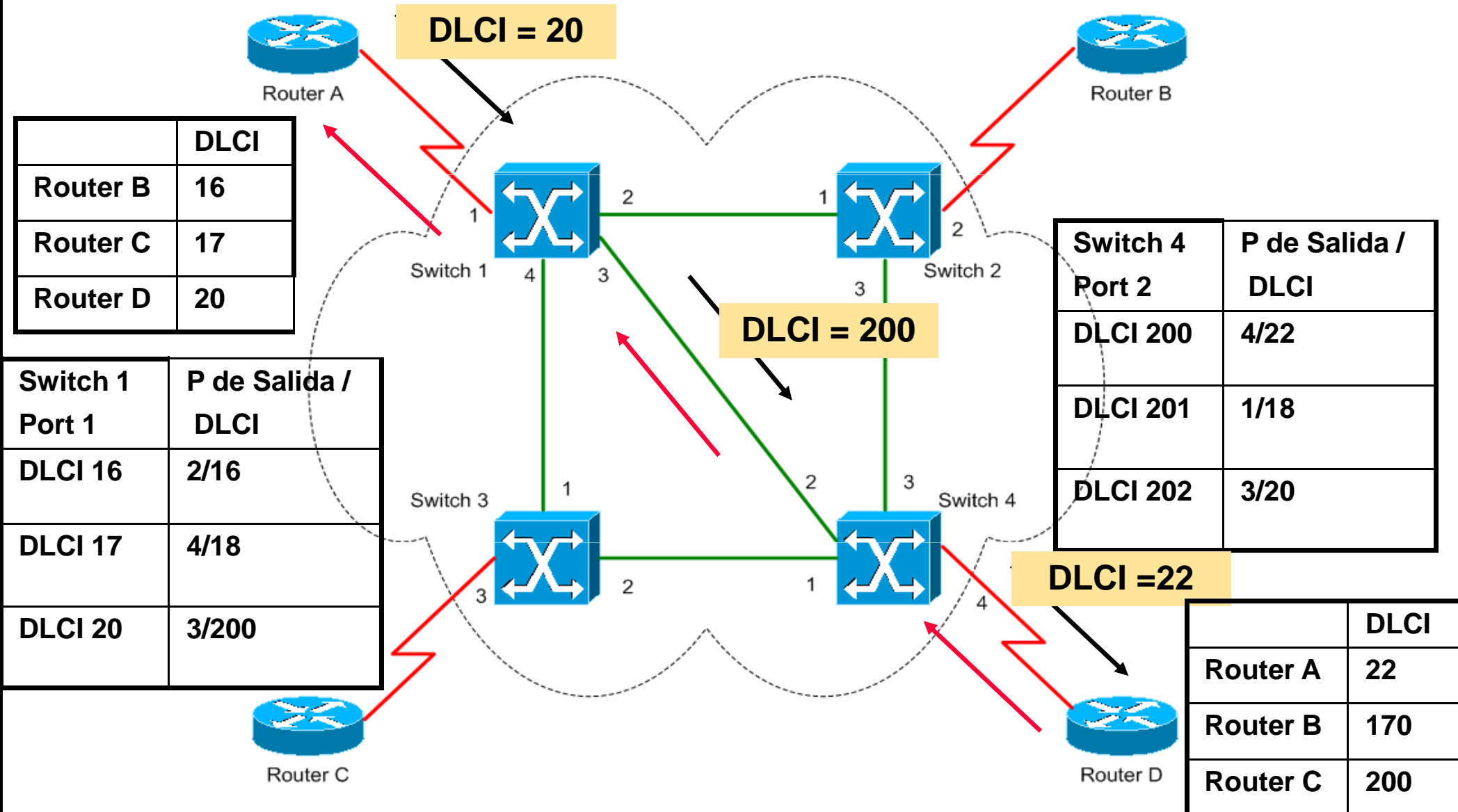
DLCI Significado LOCAL

Router A → Router D



DLCI Significado Local

Router A → Router D



Agenda (IV)

- Introducción.
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- Gestión.
- New Features y aplicaciones de FR.

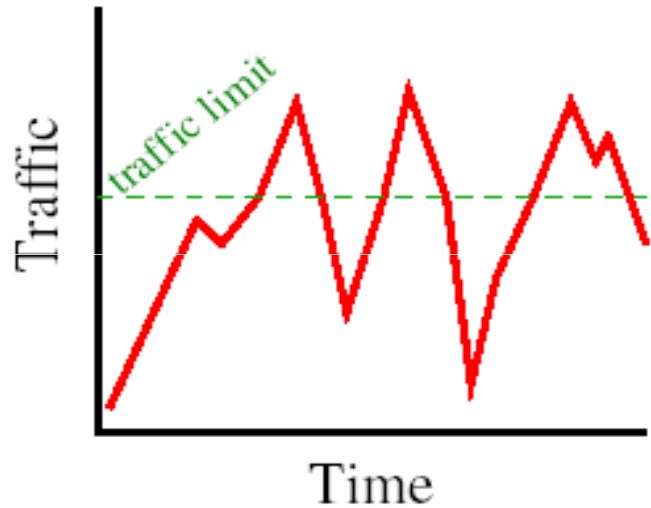
Control de Tráfico Frame Relay

- La red debe controlar a las fuentes para que no envíen más información de la que tiene contratada.
- El control se hace a través del contrato de tráfico entre un cliente y la red.
- Contrato de tráfico contiene descriptores de tráfico (parámetros a cumplir). Existen únicamente en interfaces **UNI**.

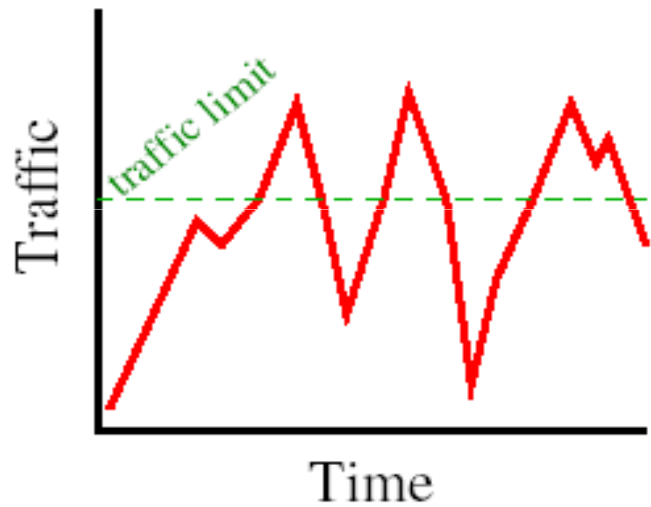
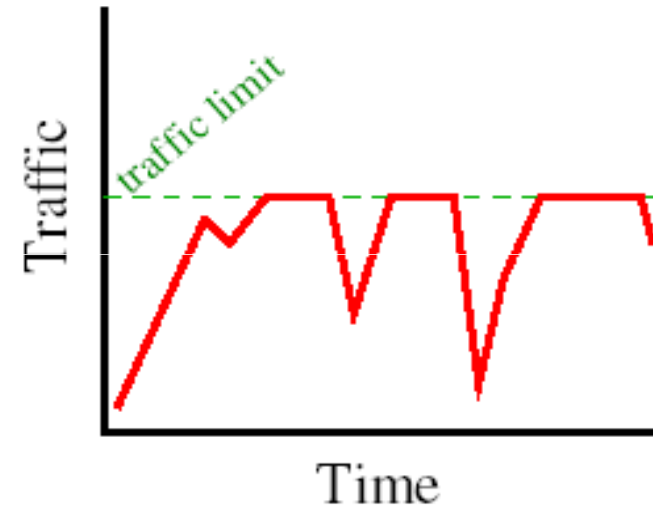
Control de Tráfico Frame Relay

- Traffic Shaping: Adecuación del tráfico realizada por el cliente para cumplir con el contrato y no ser penalizado por el proveedor.
- Policing Function: control de conformidad al contrato de tráfico de un usuario, se realiza en el nodo de ingreso (FRAD)
- Función Connection Admission Control. Un nodo debe ser capaz de aceptar o rechazar la creación de nuevos PVC.

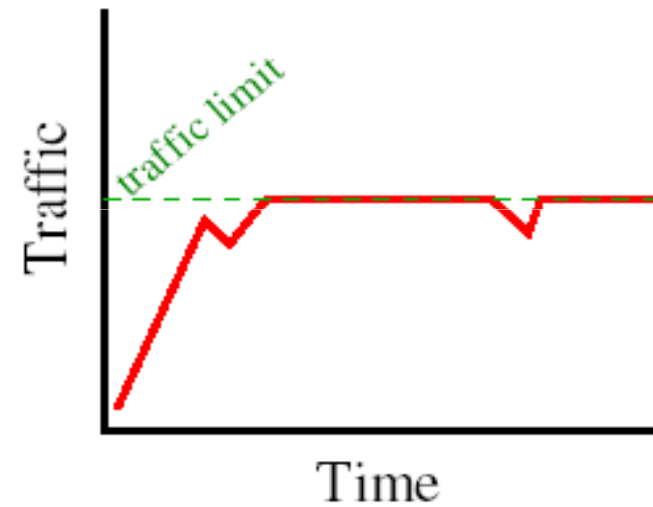
Policing vs Shaping



Policing



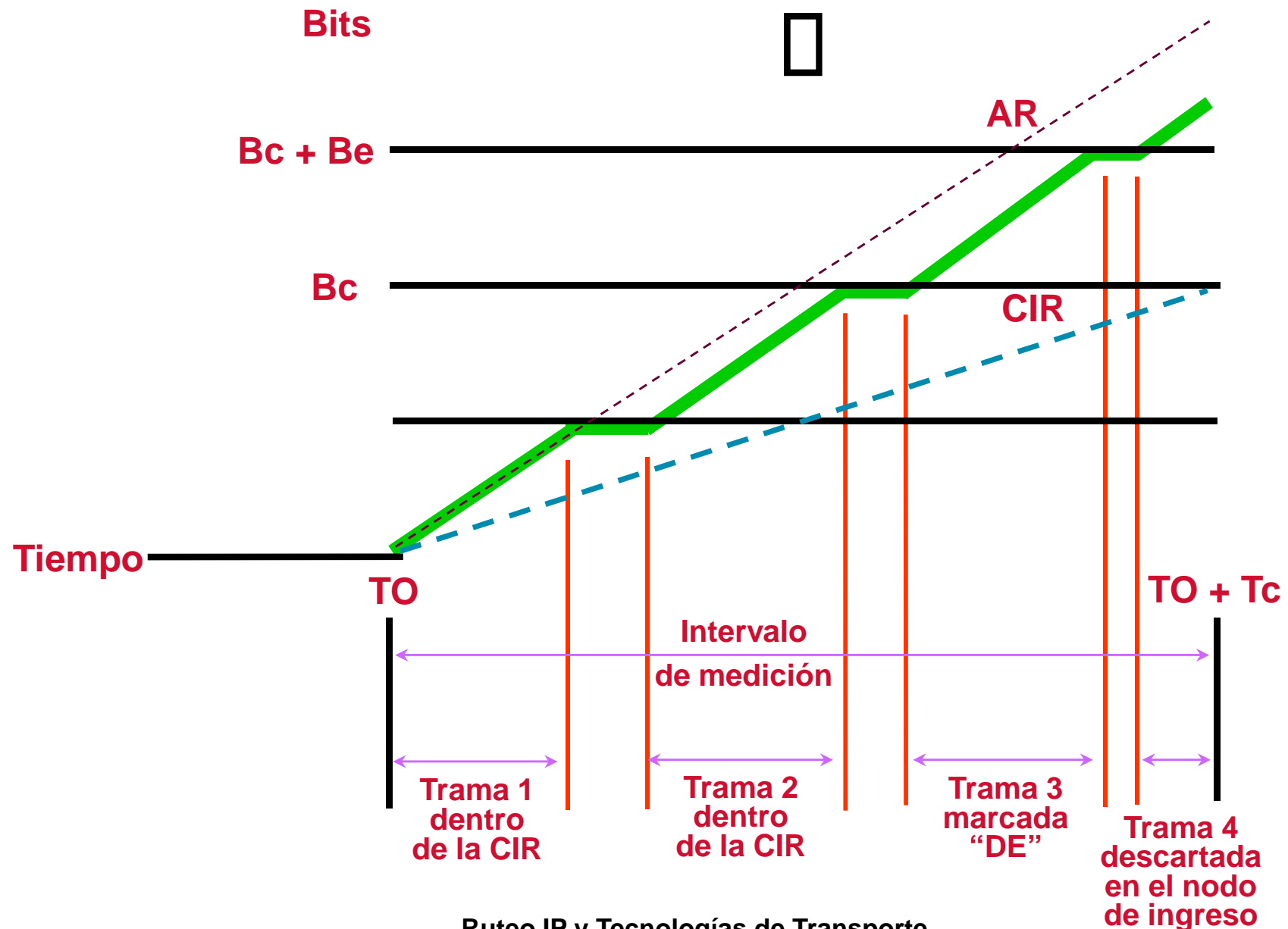
Shaping



Control de Tráfico FR:

- Descriptores de Tráfico:
 - AR: Access Rate.
 - CIR: Committed Information Rate.
 - Bc: Committed Burst Size.
 - Be: Excess Burst Size.
 - Tc: Committed Rate Measurement Interval.

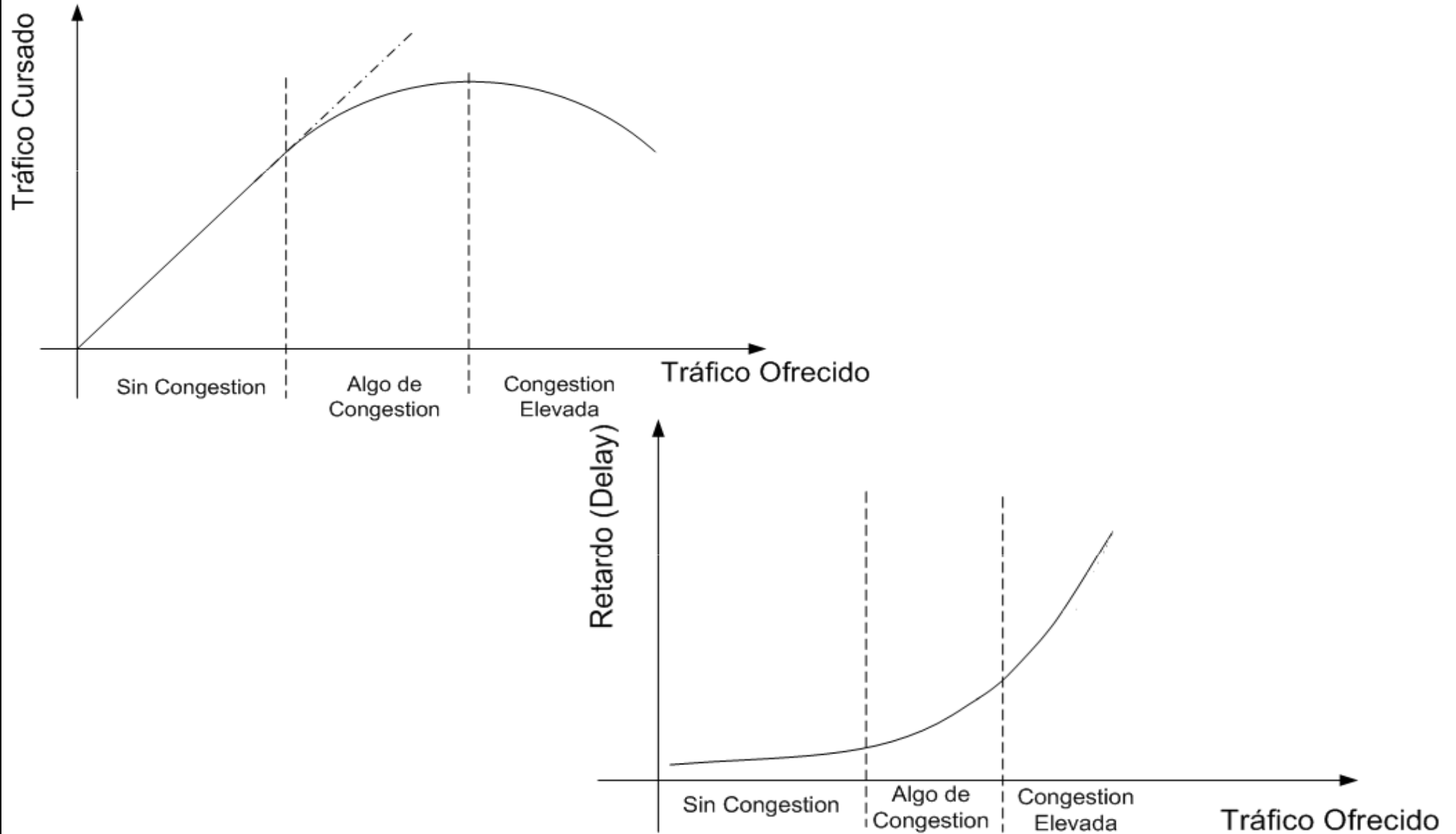
Control de Tráfico FR (I.370)



Control de Tráfico FR:

- Comentarios:
 - Siempre transmito a velocidad AR.
 - Tratamiento de tramas marcadas (DE=1) depende de implementación del Conmutador. Generalmente única cola por interfaz, no por PVC. Pueden haber problemas de Delay-Jitter.
 - Si $\sum CIR > AR$, tengo sobre asignación FR. Se puede dar tanto en UNI, como en NNI.

Congestión ¿Qué pasa?

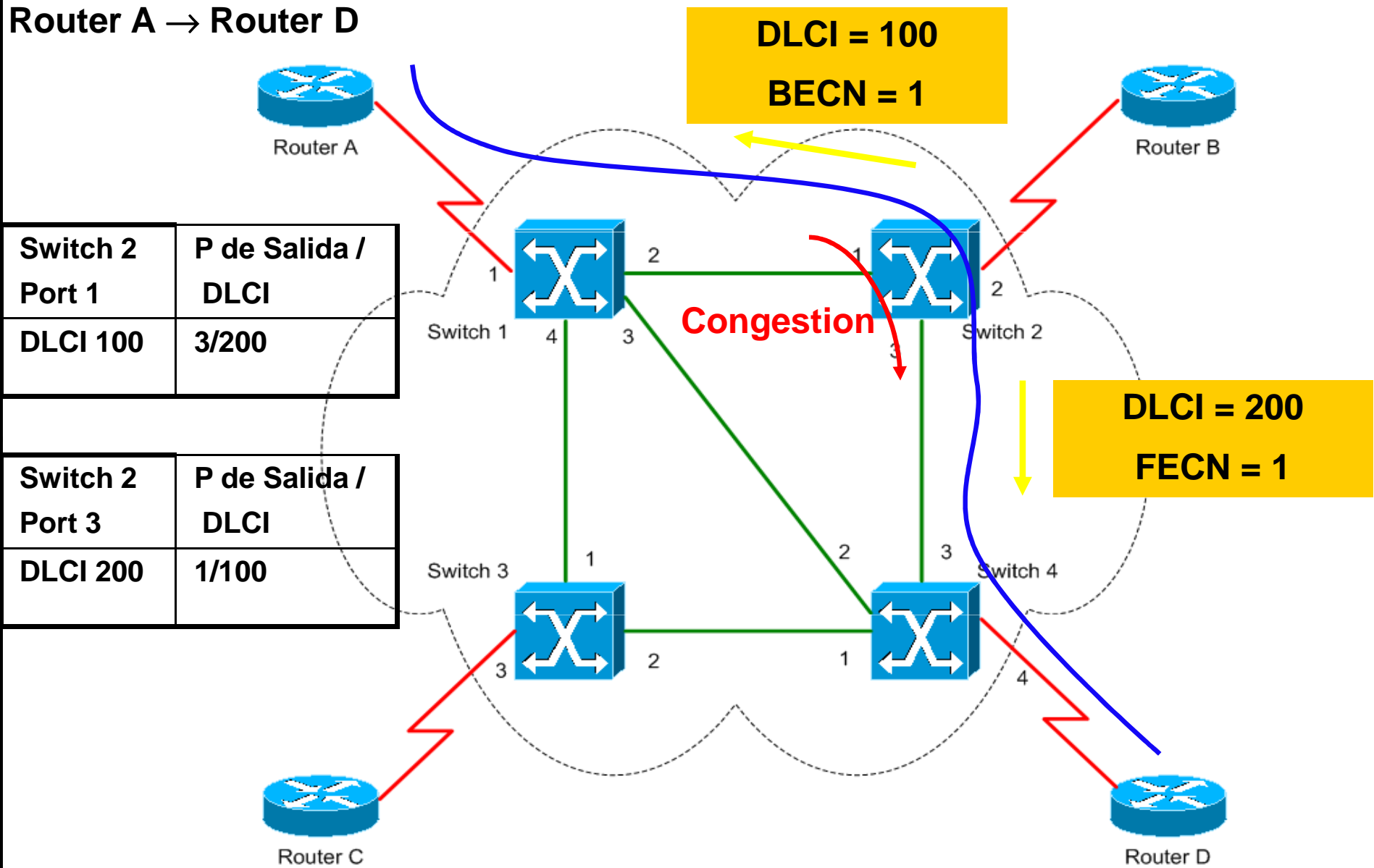


Control de Congestion FR

- Las funciones CAC no resuelven todo, como se permite STM (ganancia y bajo costo) puede ser que no se encuentre lugar en “colas” de salida (Congestión).
- Una vez que hay Congestión, hay tráfico que se va a perder (descarto tramas). Búsqueda de Justicia, castigar solo a los DLCI involucrados.
- Estrategia usuario, CIR bajo y un Be alto (mas barato), corro mas riesgos de que me descarten.
- Problema en avalancha si los protocolos de capas superiores piden retransmisiones.

Control de Congestion- FECN y BECN.

Router A → Router D



Switch 2 Port 1	P de Salida / DLCI
DLCI 100	3/200

Switch 2 Port 3	P de Salida / DLCI
DLCI 200	1/100

Consolidated Link Layer Management (CLLM)

- Respuesta de ITU-T y ANSI a Congestión para cuando no hay tráfico de vuelta (no puedo usar BECN).
- Utiliza DLCI = 1023 (Header 2 bytes).
- Envía el motivo junto con una lista de los DLCI que están involucrados en la Congestión.
- Pueden referirse a congestión de corto o largo plazo (libre en el estándar)
- Si el DLCI no esta activo, significa que no lo active.

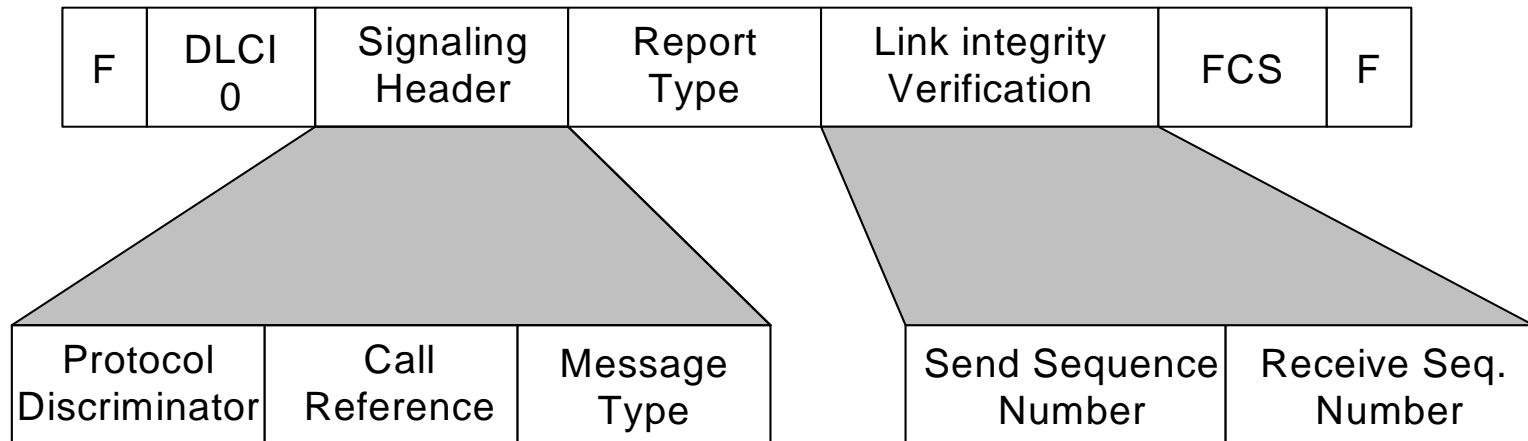
Agenda (V)

- Introducción.
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- **Gestión.**
- New Features y aplicaciones de FR.

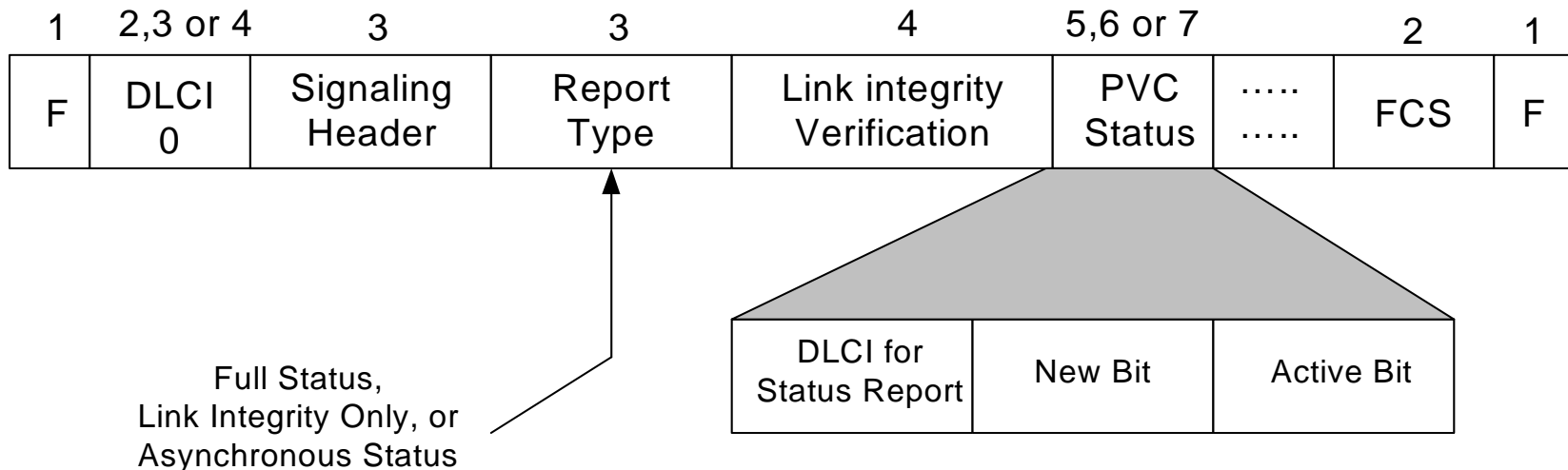
Local Management Interface

- La sencillez de Frame Relay no permite tener administración, control o conocer el estado de una conexión.
- Es posible implementar FR sin un mecanismo de señalización \Rightarrow se usa un DLCI diferente (rango reservado).
- LMI muy alineado con LAPD ISDN.
- Información de estado de PVC STATUS ENQUIRY y STATUS.
- Diferencias mínimas entre ANSI, ITU-T y FRF. Soluciones propietarias también.

LMI – Status Enquiry y Status



Q.933 Annex A STATUS ENQUERY



Q.933 Annex A STATUS

LMI – STATUS ENQUIRY

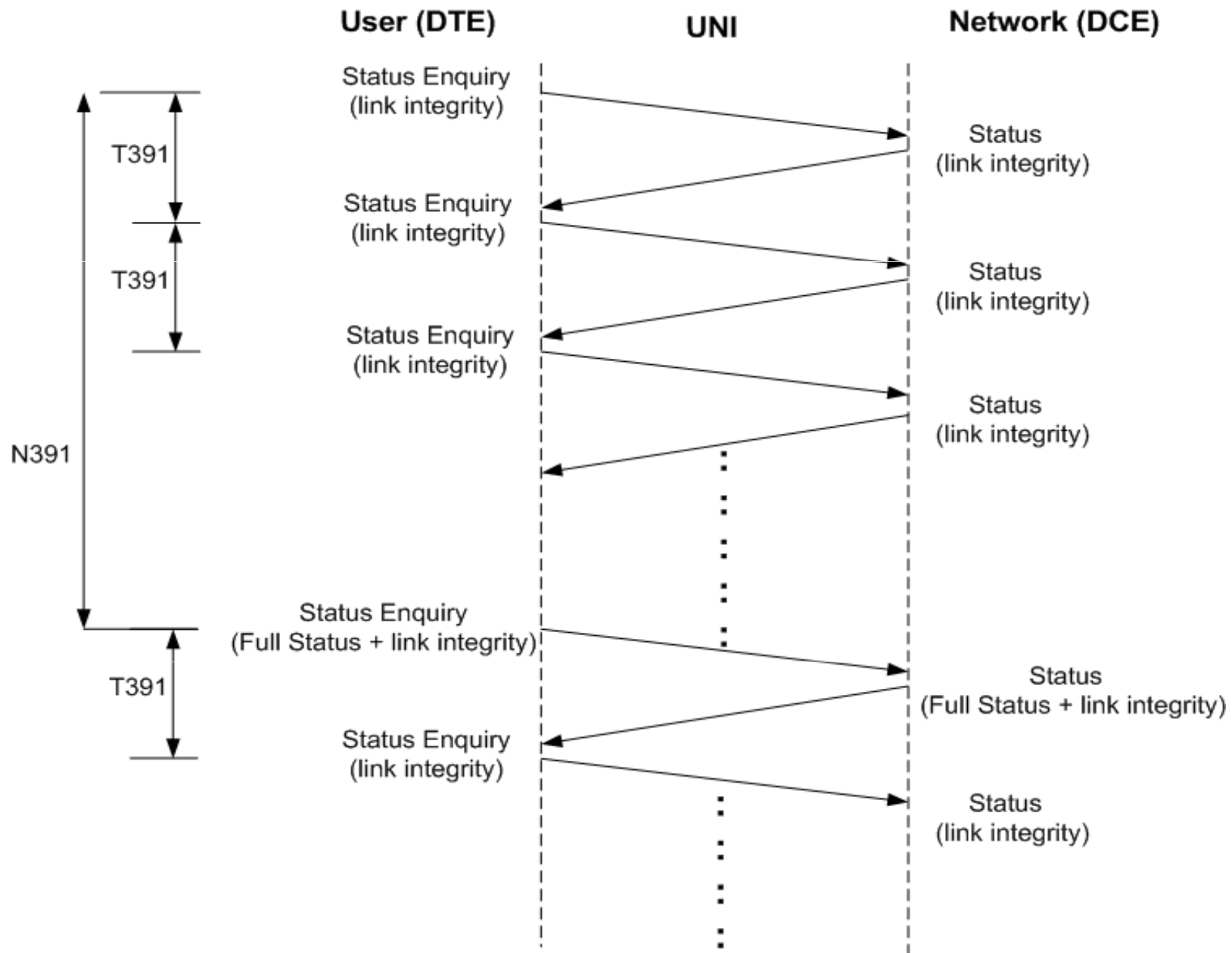
- STATUS ENQUIRY llevan 2 Information Element: Record Type y Link Integrity.
- Record Type:
 - Full Status
 - Link Integrity Verification only
 - **Single PVC Asynchronous Status**
- Link Integrity lleva número de secuencia (0 solo se utiliza al comienzo), send and receive.

LMI STATUS

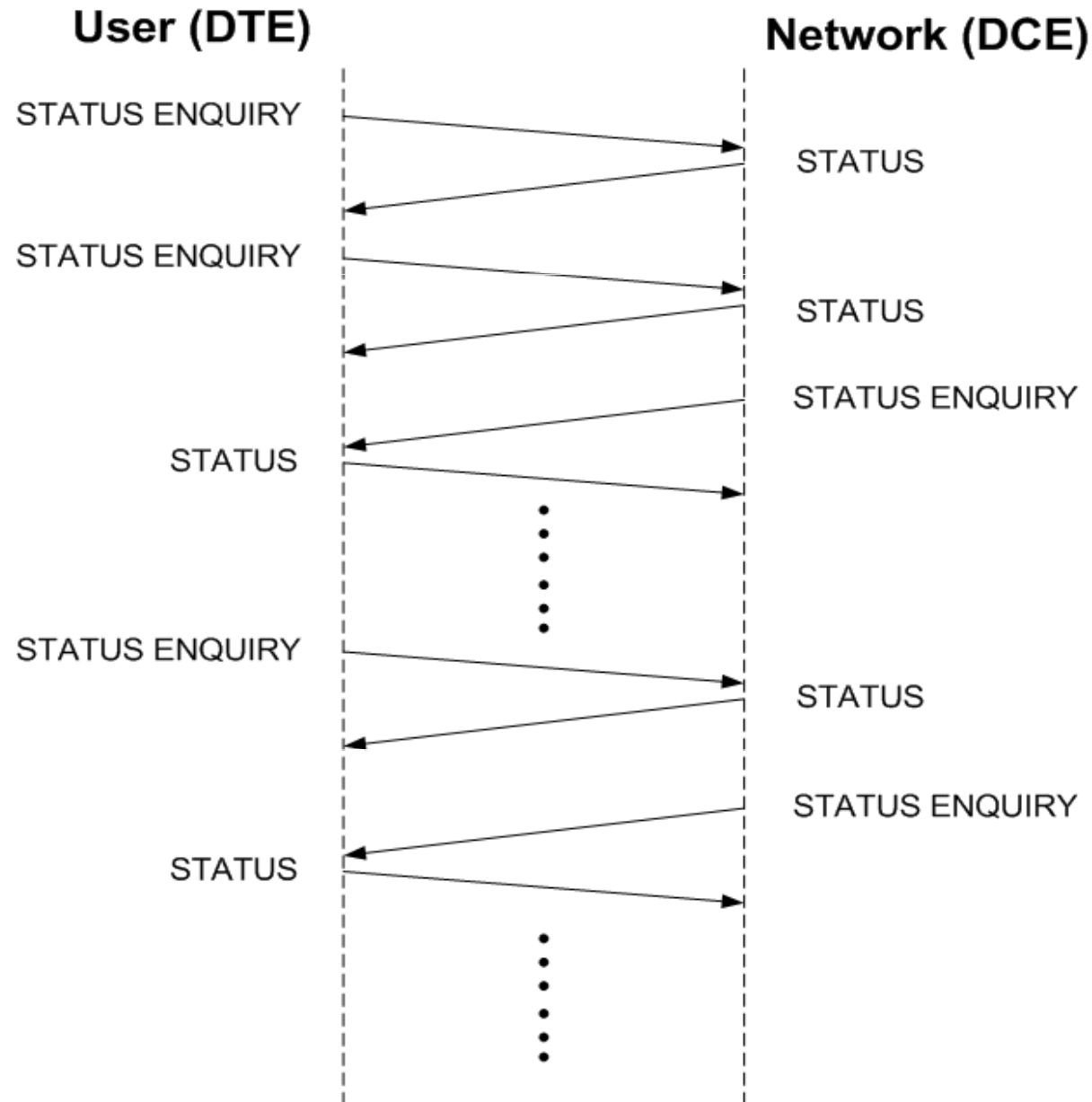
- Tiene un Message Type diferente al Status Enquiry.
- Link Verification, copia número de secuencia del usuario e incrementa su número de secuencia.
- Avisa si un PVC (DLCI) esta activo, es nuevo o esta inactivo (campos New y Active).
- Full Status, manda el estado de cada PVC. Si no ve a un PVC lo da de baja.
- Inconveniente: para 1600 bytes puedo responder a un “Full Status” hasta 317 PVCs.

-LMI Asíncrono.

LMI Unidireccional – UNI



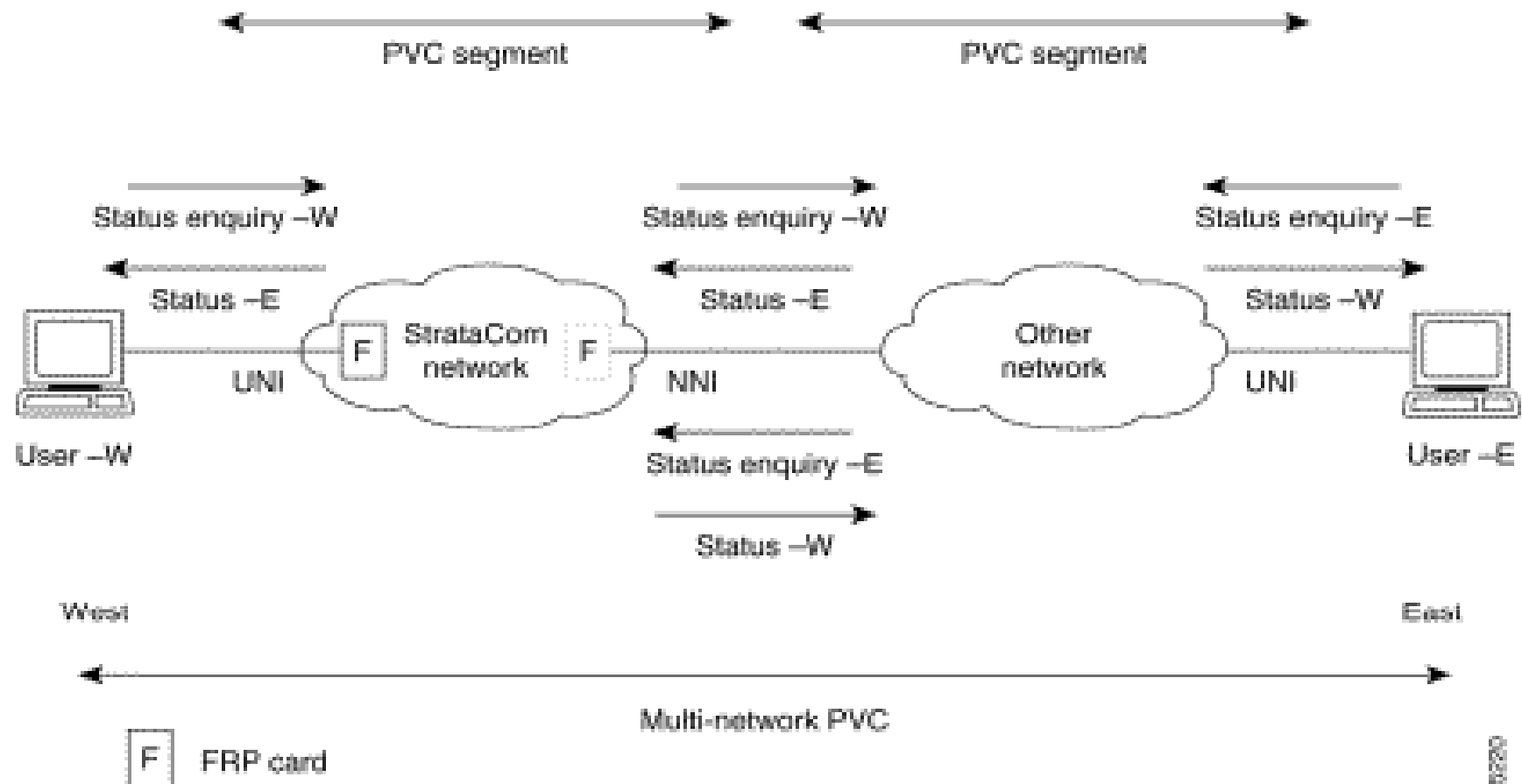
LMI Bidireccional - NNI



LMI FRF - Status

- Problema de un “Full Status” UNI, FRF 1.2 Full Status Continued (Report Type).
- Problema “propagación” de un nuevo PVC, Single PVC Asynchronous Status (Report Type). Tanto en la UNI como la NNI.
- Asynchronous LMI: Se usa tanto para el STATUS como para STATUS ENQUIRY.
- Altamente recomendado con PVC y SVC.

LMI – UNI & NNI



Agenda (VI)

- Introducción.
- Estandarización.
- Componentes de una Red FR.
- Control de Tráfico y Congestión.
- Gestión.
- **New Features y aplicaciones de FR.**

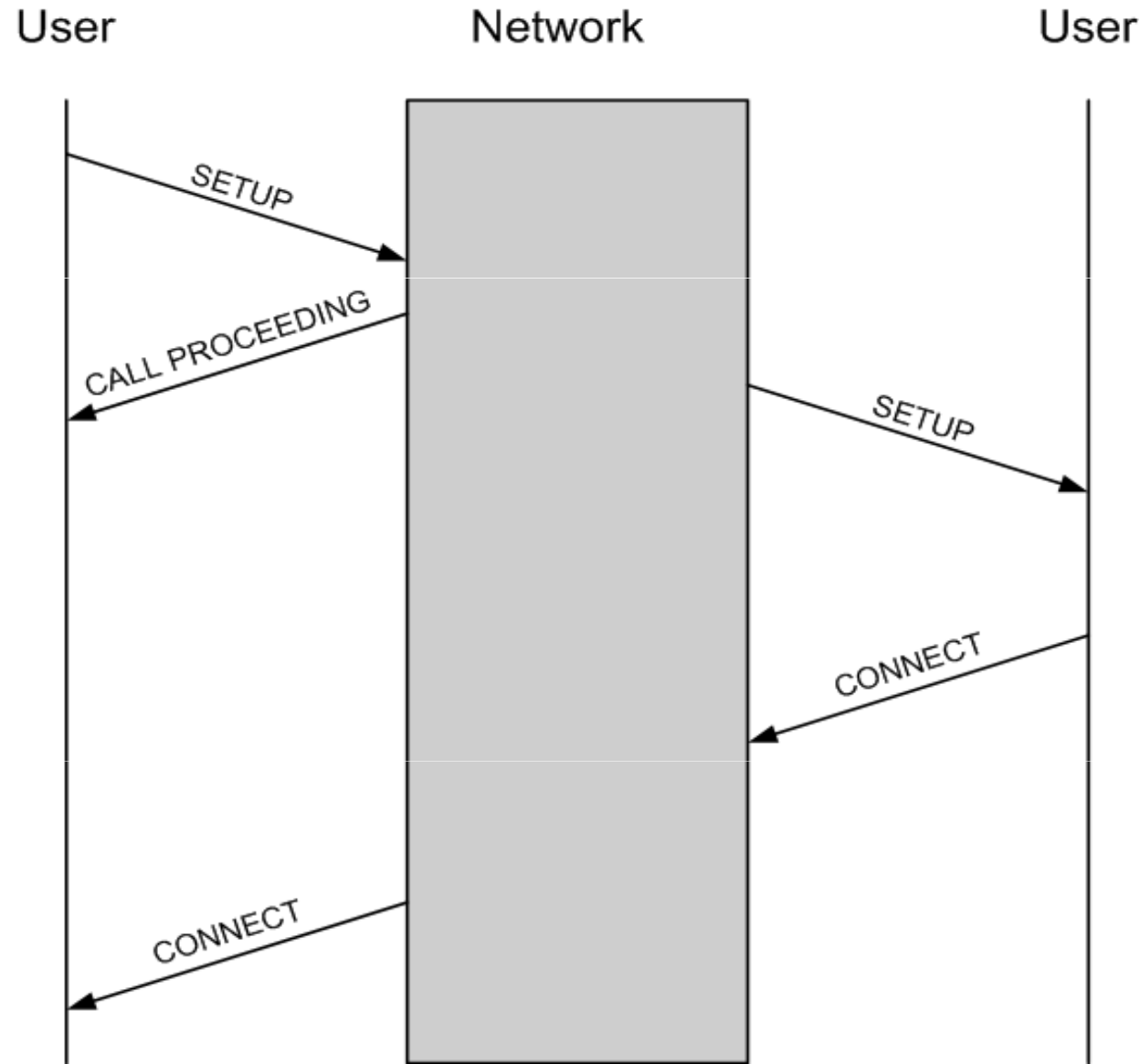
Frame Relay – New Features

- SVC.
- FR Fragmentation (UNI, NNI, end to end).
- VoFR (Fragmetación, Codecs, Gateways)
- Multilink.
- Internetworking.

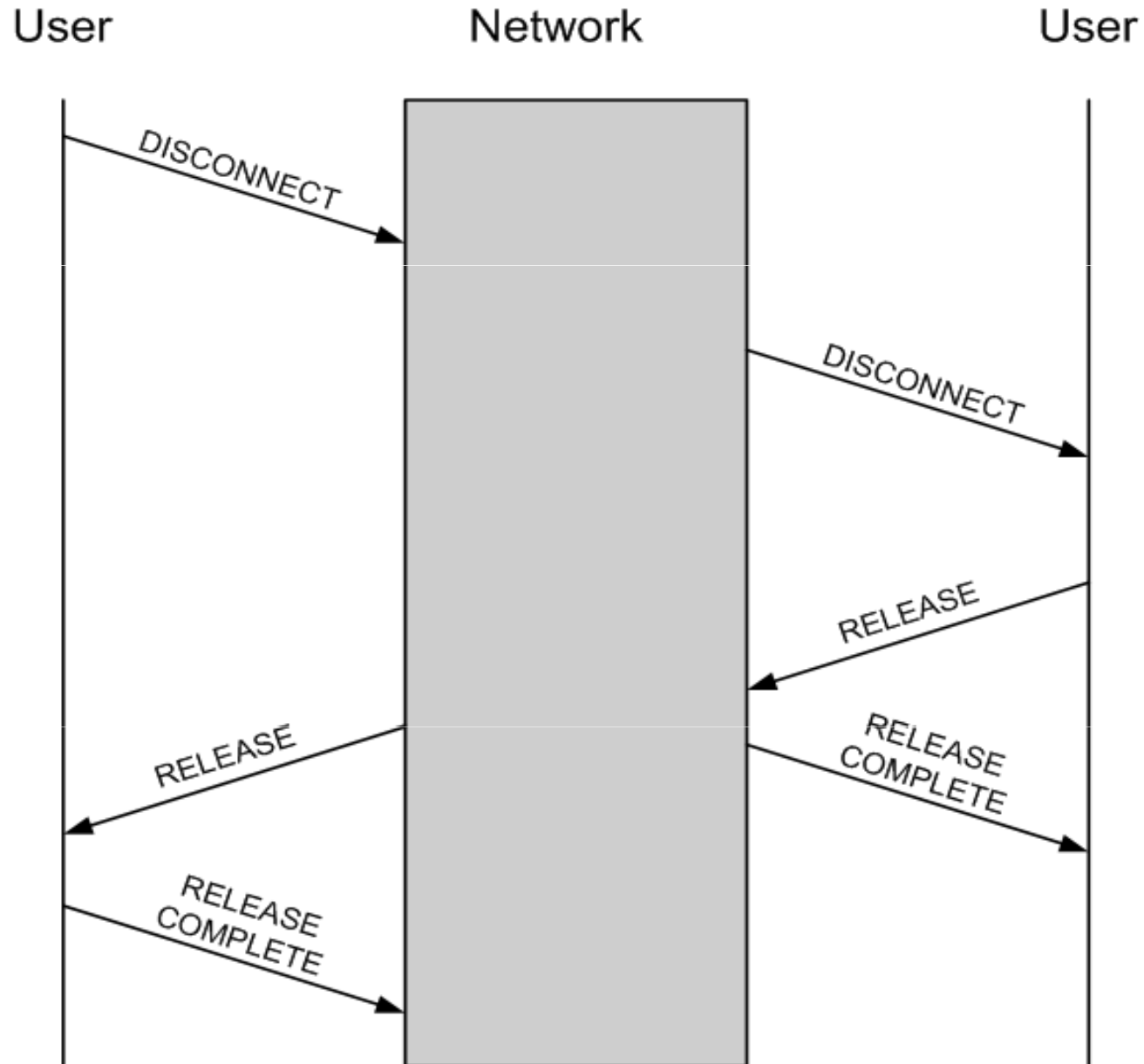
SVC en Frame Relay

- No fue considerado prioritario en los comienzos, estándares a fines 1994 UNI, fines 1995 NNI.
- Muchos fabricantes no lo implementaron o es “parcialmente” soportado.
- Utiliza un subset de ISDN ITU-T Q.933 (capa 3), se utiliza LMI en DLCI = 0.
- Se utiliza un dinámica similar a una llamada telefónica (ITU-T Q.931).

Establecimiento de un SVC



Finalización de un SVC



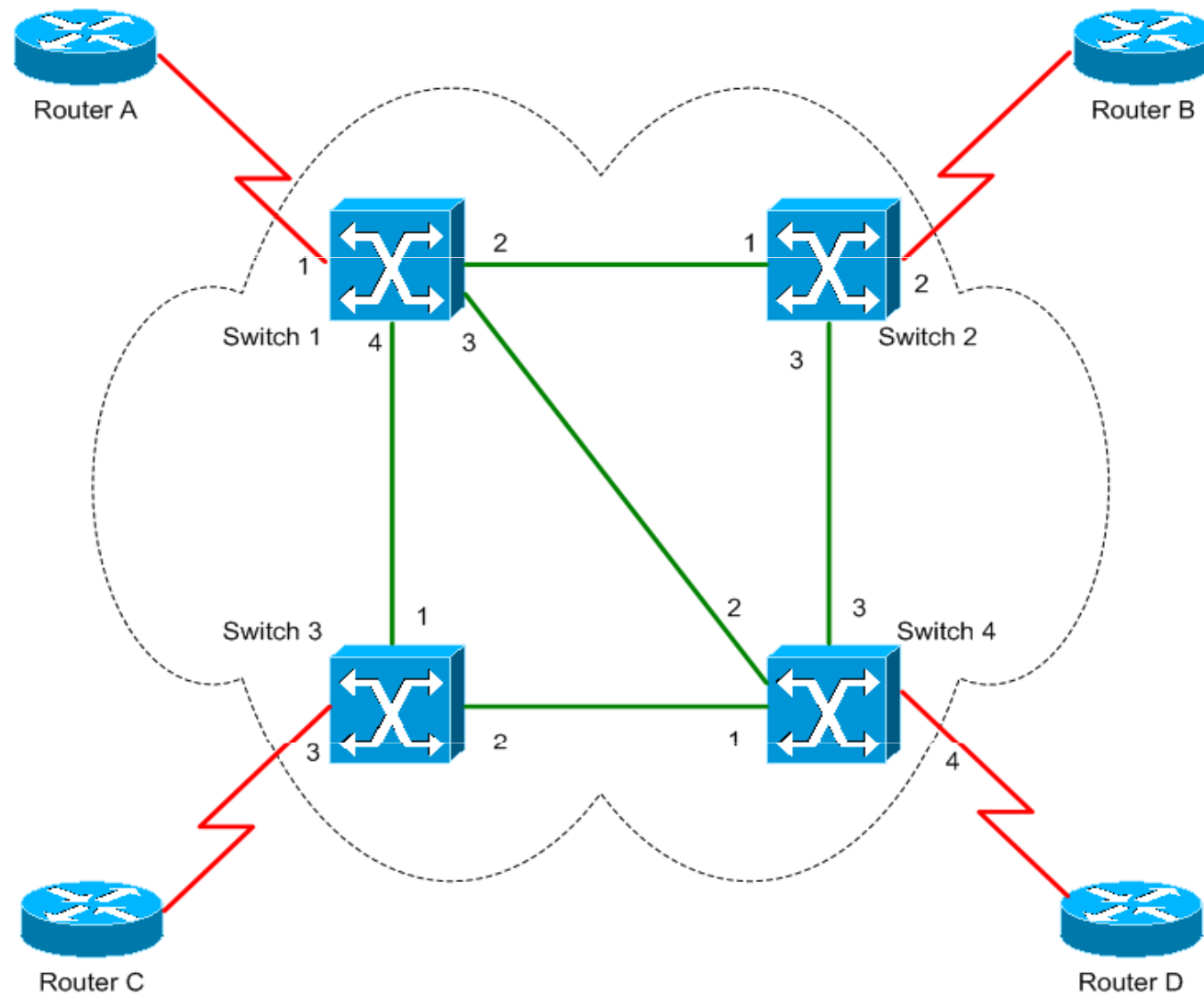
SVC en Frame Relay

- Mensaje SETUP el mas complejo de todos.
- DLCI, tamaño máximo de trama, CIR, Bc, Be y Tc (Incoming y outgoing).
- Necesidad de un plan de numeración global (identificar el destino).
- Numeración: nacional, internacional, subscriber, network specific or abbreviated.
- Plan de numeración: ISDN/E.164, data X.121, telex/F.69 or private.
- Una vez establecido el SVC, el “status” se obtiene como si fuera un PVC (LMI).

Ejemplos de usos de SVC

- Ej1: momentáneamente supero la capacidad de un PVC, podría solicitar un SVC (overflow).
- Ej 2: dos sitios que cursan tráfico 6 hs al día y el resto nada (backup).
- Ej 3: dos sitios que deciden realizar una teleconferencia.

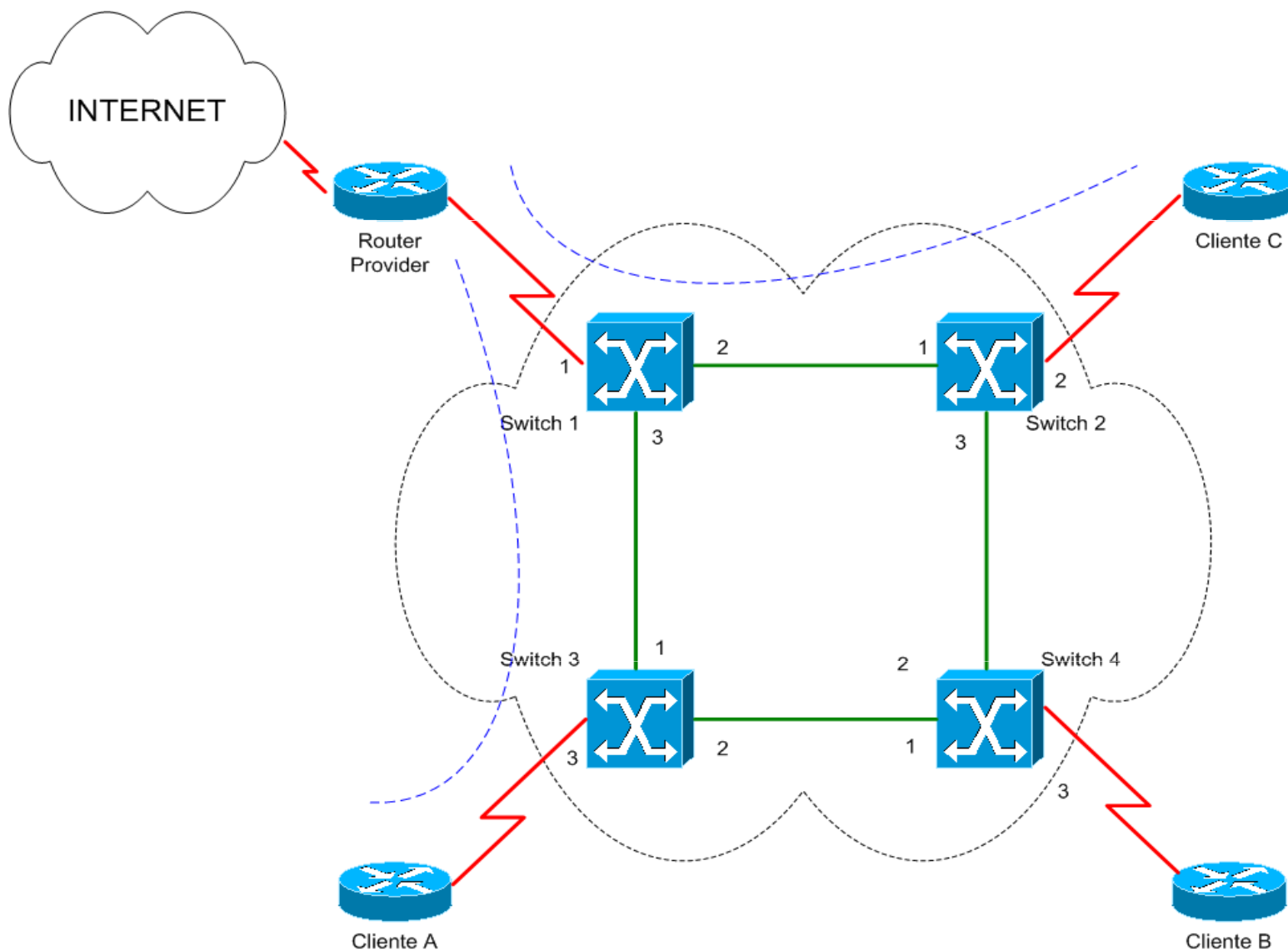
Aplicaciones - VPN



Aplicaciones – VPN

- Virtual: los equipos están separados remotamente y se ven como si fueran “locales”.
- Private: Si el proveedor cumple, yo solo veo (entrante, saliente) el tráfico (DLCI) que deseo. La numeración no tiene sentido Global.
- En VPN basadas en IP, yo no tengo forma de evitar un DoS por inundación de paquetes.
- VPN con SVC, el proveedor sabe quien esta conectado (numeración) es mal fácil sancionar.

Aplicaciones – Acceso Internet



Frame Relay - Información

VC	Access List	Target Rate	Byte Limit	Sustain bits/int	Excess bits/int	Interval (ms)	Increment (bytes)	Adapt Active
16		128000	2000	128000	0	125	2000	-

LMI Statistics for interface Serial2/0:0 (Frame Relay DTE) LMI TYPE = CCITT

Invalid Unnumbered info 0	Invalid Prot Disc 0
Invalid dummy Call Ref 0	Invalid Msg Type 0
Invalid Status Message 0	Invalid Lock Shift 0
Invalid Information ID 0	Invalid Report IE Len 0
Invalid Report Request 0	Invalid Keep IE Len 0
Num Status Enq. Sent 632146	Num Status msgs Rcvd 632146
Num Update Status Rcvd 0	Num Status Timeouts 0

Frame Relay - Información

PVC Statistics for interface Serial2/0:0 (Frame Relay DTE)

	Active	Inactive	Deleted	Static
Local	2	0	0	0
Switched	0	0	0	0
Unused	1	0	0	0

DLCI = 16, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial2/0:0.1

```
input pkts 10769240      output pkts 13103481    in bytes 951308842
out bytes 1222642108    dropped pkts 7631      in FECN pkts 0
in BECN pkts 0         out FECN pkts 0        out BECN pkts 0
in DE pkts 0           out DE pkts 0
out bcast pkts 113886  out bcast bytes 7288704
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
pvc create time 10w3d, last time pvc status changed 9w3d
```

Presente y Futuro FR:

- Tecnología Madura.
- Sin Importantes Aportes Académicos.
- FRF se unió a BroadBand Forum.
- Tecnologías Competidoras:
 - Accesos Ethernet
 - Accesos Inalámbricos.
 - SHDSL

Resumen de Estandars

	ITU-T	ANSI
Achitecture and Service Description	I.233	T1.606
Data Link Layer Core Aspects	Q.922 Annex A	T1.618
PVC Management	Q.933 Annex A	T1.617 Annex D
Congestion Management	I.370	T1.606a
LAPD Description	Q.920	T1.602
LAPD Formats and Procedures	Q.921	T1.602
SVC Signaling	Q.933	T1.617

Resumen de Siglas

- FRAD - Frame Relay Access Device.
- CPE - Customer Premise Equipment.
- FECN – Forward Explicit Congestion Notification.
- BECN – Backward Explicit Congestion Notification.
- CAC - Connection Admission Control.
- UPC – Usage Parameter Control.
- UNI – User to Network Interface.
- NNI – Network to Network Interface.
- VPN – Virtual Private Network.

Bibliografía:

- Frame Relay for High Speed Networks, Walter J. Goralski, Wiley, John & Sons, Incorporated, ISBN: 0471312746, 1ª Edición 1999
- Frame Relay Networks, Uyles Blank, McGraw-Hill, ISBN 0-07-006890-9.
- Frame Relay, Principles and Applications, Addison-Wesley, ISBN 0-201-62400-1
- BroadBand Forum (ex Frame Relay Forum), <http://broadband-forum.org/technical/frametechspec.php>.