

IMPLEMENTACIÓN DE REDES CONMUTADAS

Módulo 5

Temas a tratar

1.Frame Relay

- a) Introducción
- b) Características
- c) Funcionamiento
- d) Formato de la trama

2.ATM

- a) Introducción
- b) Funcionamiento
- c) Servicios

3.MPLS

- a) Introducción
- b) Características
- c) Funcionamiento

Objetivos del módulo

Al finalizar el presente módulo el alumno debe ser capaz de:

- ✓ Conocer las distintas implementaciones de redes conmutadas desplegadas en el mundo
- ✓ Entender el funcionamiento, las ventajas y desventajas de cada una de ellas
- ✓ Dimensionar soluciones de conectividad haciendo uso de una tecnología de conmutación determinada o combinando en forma eficiente algunas de ellas
- ✓ Comprender lo que significa una “Acuerdo de Nivel de Servicio” (SLA)

Frame Relay (Reenvío de Tramas)

Introducción

Estado de la tecnología en la década del 80 cuando se diseñó Frame Relay

La situación a partir de los '70 fue cambiando en forma rotunda y de allí el surgimiento de Frame Relay

El escenario 20 años después del desarrollo de X.25, era el siguiente:

- ✓ Se contaba ya con líneas de mayor calidad y confiables en UTP; se comenzó a utilizar la fibra óptica en las comunicaciones
- ✓ Los computadores en ese momento eran mucho más rápidos y de bajo costo que los de los años '60. (aparece el PC de escritorio)
- ✓ Esta nueva realidad sugería el uso de protocolos simples, con computadores de usuario que puedan ejecutar parte de la tarea de comunicación, aliviando así a la red en esa tarea
- ✓ La demanda de WAN había cambiado: X.25 o las líneas T no cubren las necesidades

Frame Relay

Introducción

Estado de la tecnología en la década del 80 cuando se diseñó Frame Relay

- ✓ Era necesario conectar varias LAN en una WAN, para lo que se podía utilizar líneas T, pero sólo ofrecía conexiones punto a punto. Así para conectar seis LAN se necesitaban 15 líneas. Con Frame Relay sólo eran necesarias 6, mismo servicio con menor coste.
- ✓ Aunque Frame Relay se diseñó inicialmente para ofrecer velocidades de 1,544 Mbps (como una línea T1), existen implementaciones que pueden ofrecer hasta 44,376 Mbps (como una línea T-3).

Frame Relay

Introducción: respuesta a la necesidades planteadas

Frame Relay es un protocolo WAN de alto rendimiento que funciona en las capas físicas y de enlace de datos del modelo de referencia OSI.

- ✓ Es una tecnología de conmutación de tramas, se puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones.
- ✓ Permite la transmisión de datos a altas velocidades basada en protocolos de conmutación de paquetes.
- ✓ Los datos son divididos en paquetes de largo variable los cuales incluyen información de direccionamiento.
- ✓ Los paquetes son entregados a la Red Frame Relay, la cual los transporta hasta su destino específico sobre una conexión virtual asignada.

Frame Relay

Características

Objetivo de diseño: eliminar en todo lo posible el overhead y el costo que imponía X.25 a la red y al dispositivo del usuario final.

1. Circuito Virtual (CV)

Es la conexión entre estaciones de usuario a través de la red de Frame Relay. Normalmente se provee PVC (Permanent Virtual Circuit)

2. Multiplexión de tramas en transmisión full duplex

Se provee para varios circuitos virtuales desde una estación de usuario con otra u otras sobre un único enlace físico con el nodo de red. Cada circuito virtual está identificado con un **DLCI** (número que identifica el CV a que pertenece cada trama). **DLCI** puede tener una longitud de 10, 16 ó 23 bits

Frame Relay

Características

3. Señalización y datos por canales (CV) separados

Los nodos intermedios no necesitan mantener tablas de estado o procesar mensajes relativos al control de las conexiones individuales

4. Multiplexión y conmutación de tramas en nivel 2

En Frame Relay tienen lugar en el nivel 2, y no en el nivel 3 como lo hace X.25

Se elimina así una capa completa de procesamiento (de nivel 3). Se asigna a Frame Relay sólo dos capas: La capa física y la capa enlace de datos.

Frame Relay

Características

5. No provee los controles de flujo, de secuencia y de error

Normalmente, p/agilizar la comunicación, no se provee estos controles. No obstante, la cabecera de la trama dispone de un campo de Control de Secuencia de Tramas con cuya información se puede controlar la secuencia de las tramas y detectar errores

6. No provee confirmación al emisor de recepción de tramas en destino

Si se requiere este servicio debe implementarse mediante protocolos en capas superiores en el usuario

7. Implementa control de tráfico (control de congestión)

Frame Relay

Características

8. Permite definir parámetros sobre el servicio prestado

- ✓ **Velocidad de información suscrita (CIR)**

CIR es la velocidad garantizada, en bits por segundo, que el proveedor del servicio se compromete a proporcionar.

- ✓ **Ráfaga suscrita (BC)**

BC (Burst Committed), es la cantidad máxima de bits que la red se compromete a enviar, en condiciones normales, durante un intervalo de tiempo T. Estos datos pueden estar o no contiguos (pueden formar una o varias tramas).

- ✓ **Ráfaga excesiva (BE)**

BE (Burst Excess), es la cantidad máxima de bits no suscriptos 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.

- ✓ **SLA (Service Level Agreements)**

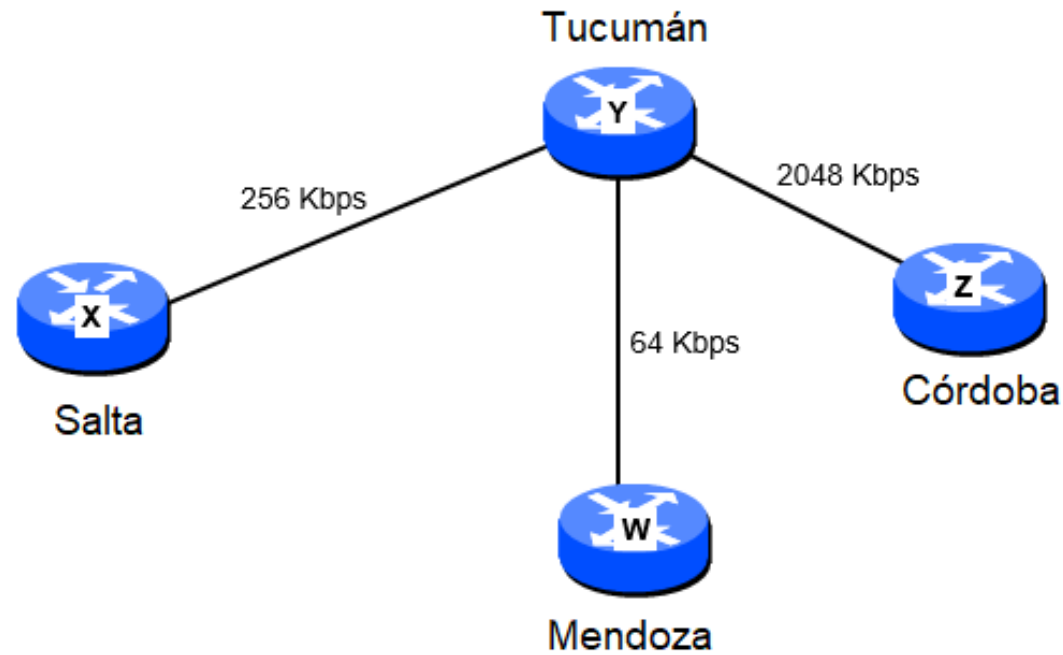
Frame Relay

Funcionamiento

- ✓ Cada paquete va marcado con una etiqueta identificativa propia
- ✓ La etiqueta es (puede ser) modificada por cada conmutador por el que pasa el paquete. El conmutador tiene una tabla que asigna la nueva etiqueta y la interfaz de salida en función de la etiqueta vieja y de la interfaz de entrada
- ✓ El conjunto de enlaces por los que discurre un paquete forman un camino extremo a extremo que denominamos 'circuito virtual'
- ✓ Los circuitos virtuales permiten que diferentes usuarios, equipos, aplicaciones, etc., compartan enlaces sin que sus paquetes se mezclen (viajan 'juntos pero identificados').
- ✓ La infraestructura se aprovecha mejor y los costos se reducen

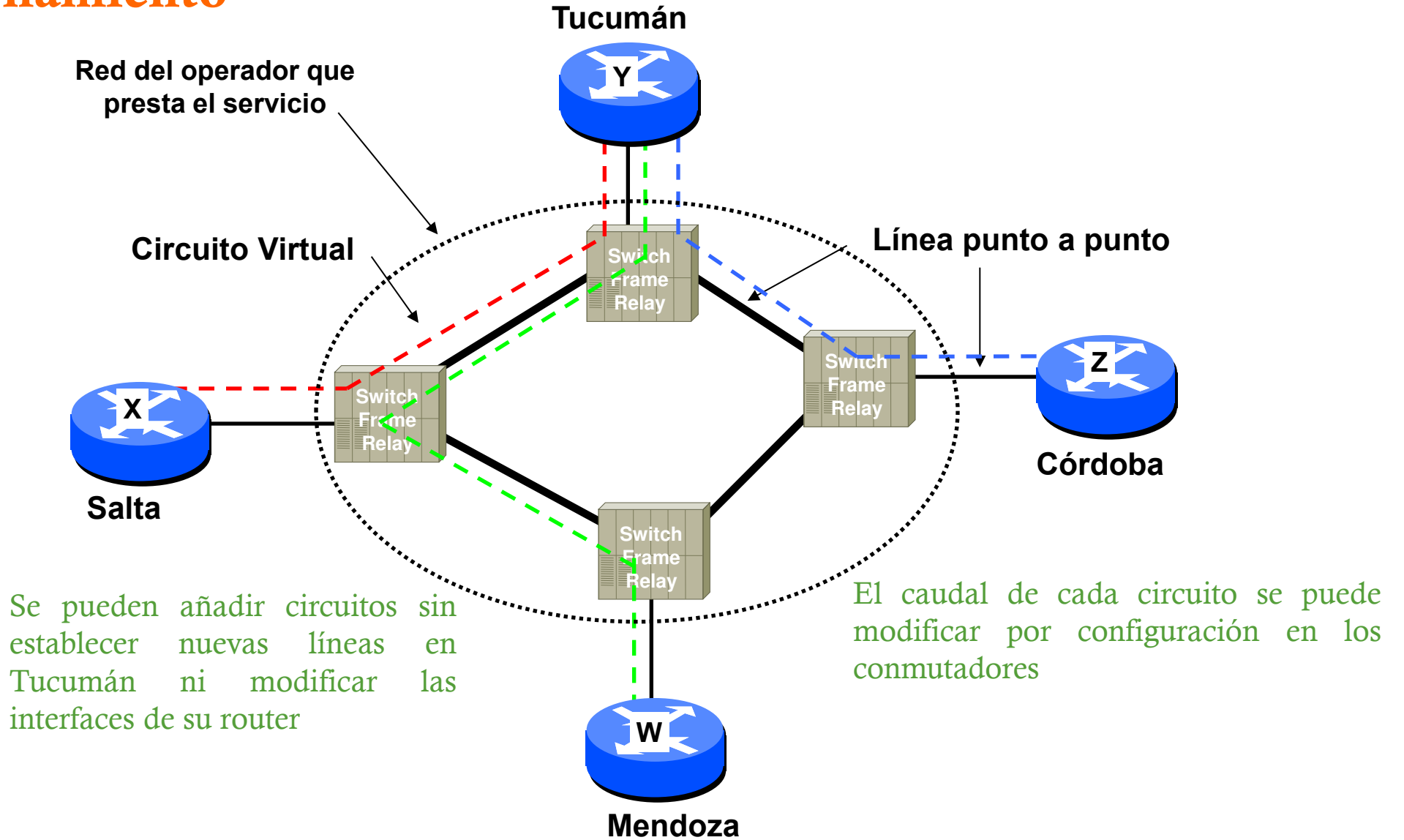
Frame Relay

Funcionamiento: Limitaciones de las redes punto a punto



- La velocidad de cada línea es difícil de modificar
- Al añadir un nuevo router hay que instalar líneas e interfaces en todos los nodos

Funcionamiento



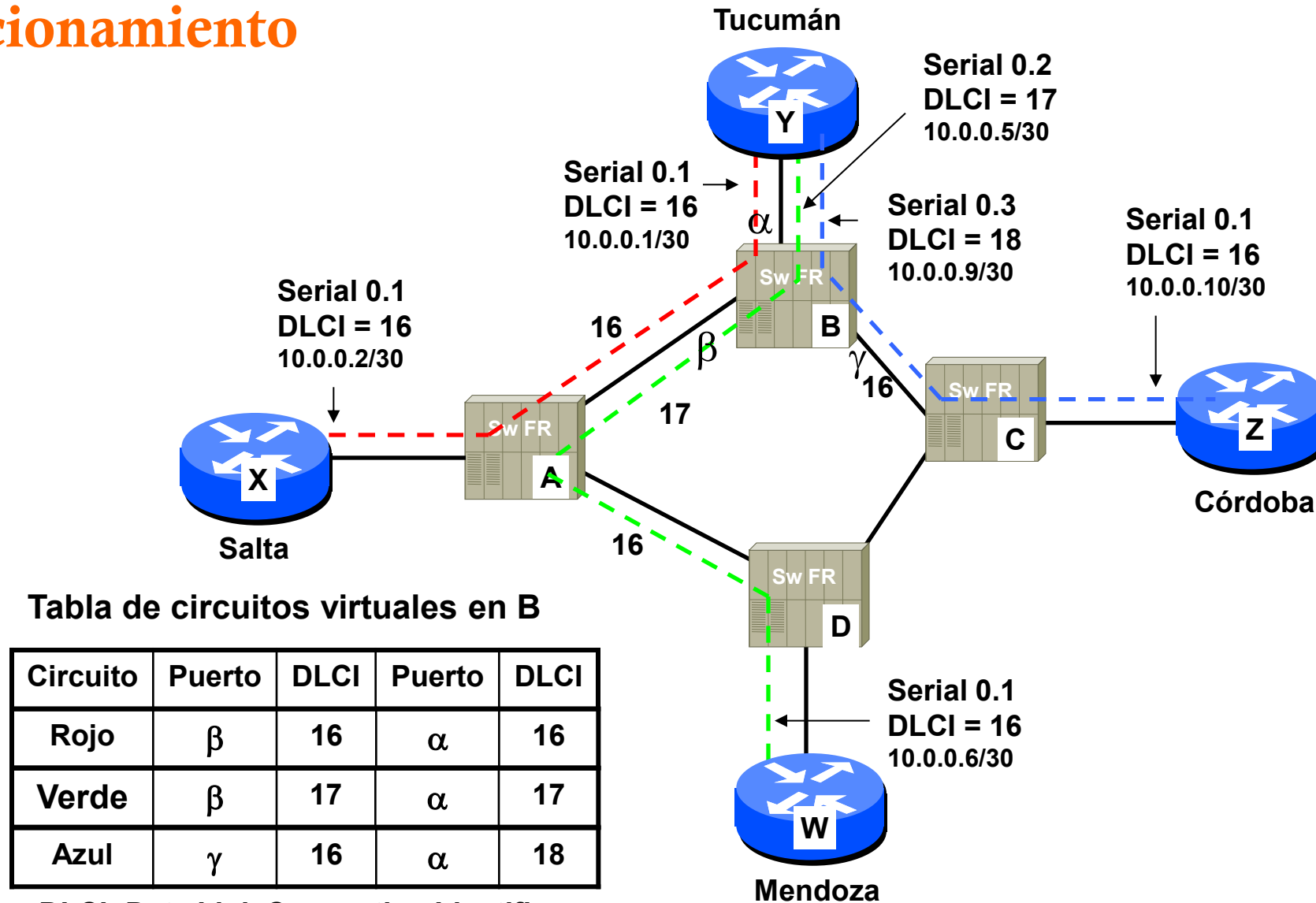
Frame Relay

Funcionamiento: Circuitos Virtuales

- ✓ Un circuito virtual entre dos routers equivale a una línea punto a punto entre ellos
- ✓ Por un enlace pueden pasar varios circuitos. Cada uno se identifica mediante un número llamado DLCI (Data Link Connection Identifier)
- ✓ Cada circuito de los que comparten un enlace ha de tener un número de DLCI único, pero su número de DLCI puede variar a lo largo de la ruta
- ✓ Para configurar varios circuitos sobre una misma interfaz en un router se configuran sub interfaces. Por ejemplo de Serial0 podemos crear Serial0.1, Serial0.2, etc.

Frame Relay

Funcionamiento



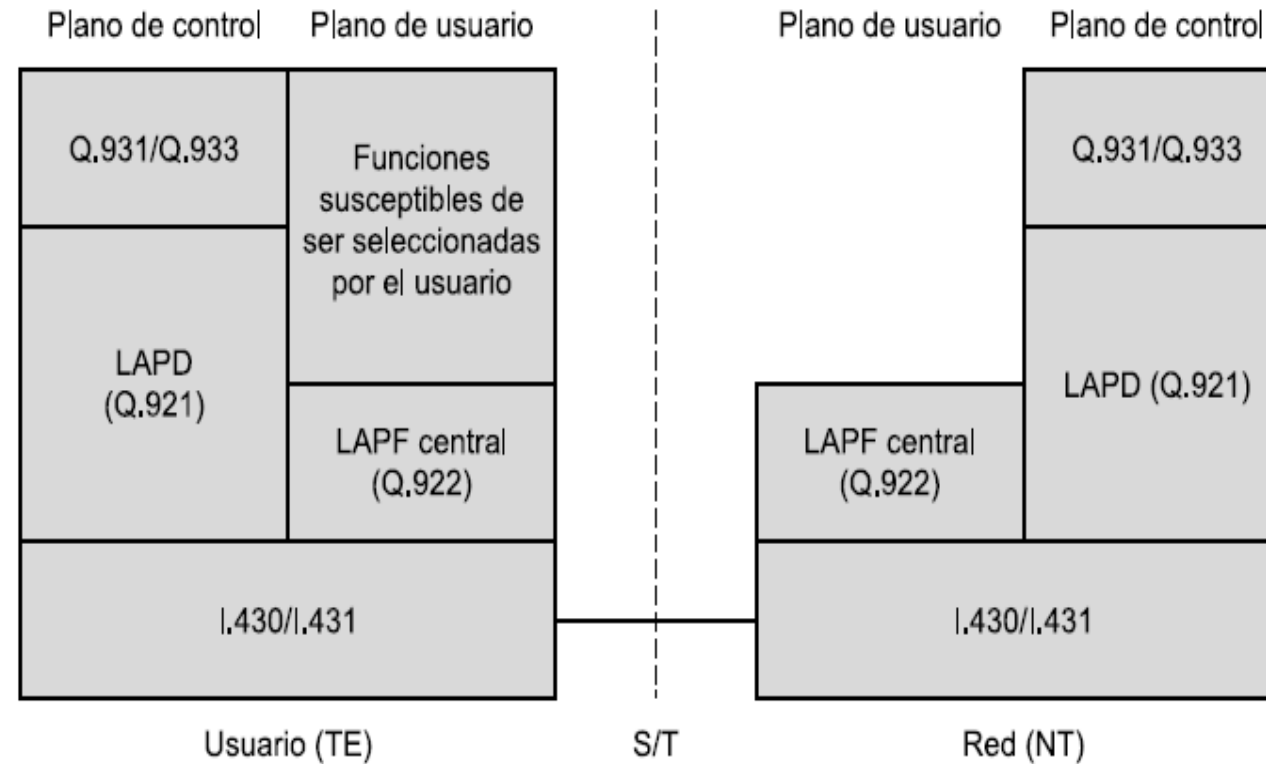
Frame Relay

Funcionamiento: Configuración del router en Tucumán

```
Tucumán#CONFigure Terminal
Tucumán(config)#Interface Serial 0
Tucumán(config-if)#NO Ip Address
Tucumán(config-if)#ENCapsulation Frame-relay
Tucumán(config-if)#Interface Serial 0.1 Point-to-point
Tucumán(config-subif)#Ip Address 10.0.0.1 255.255.255.252
Tucumán(config-subif)#Frame-relay INTERface-dlci 16
Tucumán(config-if)#Interface Serial 0.2 Point-to-point
Tucumán(config-subif)#Ip Address 10.0.0.5 255.255.255.252
Tucumán(config-subif)#Frame-relay INTERface-dlci 17
Tucumán(config-fr-dlci)#Interface Serial 0.3 Point-to-point
Tucumán(config-subif)#Ip Address 10.0.0.9 255.255.255.252
Tucumán(config-subif)#Frame-relay INTERface-dlci 18
Tucumán(config-fr-dlci)#CTRL/Z
Tucumán#
```


Frame Relay

Arquitectura



LAPD: Link Access Protocol for D-Channel

LAPF : Link Access Procedure for Frame Mode Bearer Services)

Frame Relay

Formato de la trama

Bytes →

1

2-4

0-8188

2

1

01111110	Dirección	Datos	CRC	01111110
----------	-----------	-------	-----	----------

- ✓ Protocolo orientado a conexión. Normalmente PVC (Permanent Virtual Circuit)
- ✓ Las tramas pasan de nodo a nodo, comprobándose normalmente el CRC en cada salto. Si es erróneo se descarta.
- ✓ Funcionamiento Store&Forward (mayor retardo que líneas punto a punto)
- ✓ El campo dirección contiene información del VC (DLCI) y parámetros de control de tráfico Frame Relay. Normalmente ocupa 2 bytes, aunque puede tener 3 ó 4.

Frame Relay

Formato del campo “Dirección”

8	7	6	5	4	3	2	1
DLCI Superior						C/R	0
DLCI Inferior				FECN	BECN	DE	1

- ✓ DLCI sup/inf: especifica el DLCI. Puede cambiar en cada salto. Normalmente 10 bits, puede llegar a 23 (dirección de 4 bytes).
- ✓ C/R: significado específico de la aplicación, no indicado en FR
- ✓ FECN: Forward Explicit Congestion Notification
- ✓ BECN: Backward Explicit Congestion Notification
- ✓ DE: Discard Eligibility (si 1 -> tramas de ‘2ª clase’)

Frame Relay

DLCI

- ✓ Con 10 bits el DLCI puede valer normalmente entre 0 y 1023
- ✓ Los valores del 0 al 15 y del 1008 en adelante están reservados para funciones especiales.
- ✓ Del 16 al 1007 pueden ser usados para identificar los VCs (Circuitos Virtuales).
- ✓ Las funciones LMI (Local Management Interface) permiten que el conmutador Frame Relay indique al host (o router) que DLCI tienen los PVC que están definidos. De esta forma el router se puede auto configurar.

Frame Relay

Algunas Desventajas

- ✓ Dado que Frame Relay está orientado a conexión, todas las tramas siguen la misma ruta a través de la red, basadas en un identificador de conexión. Si se cae un nodo en esa ruta, se debe reconfigurar un nuevo camino extremo a extremo
- ✓ Frame Relay no fue diseñada originalmente para aplicaciones de tráfico de tasa de bits constante como voz y video y no tiene la capacidad de asegurar que las tramas perdidas no superen un umbral.
- ✓ Pérdida de la calidad del sonido como resultado de la compresión de la voz

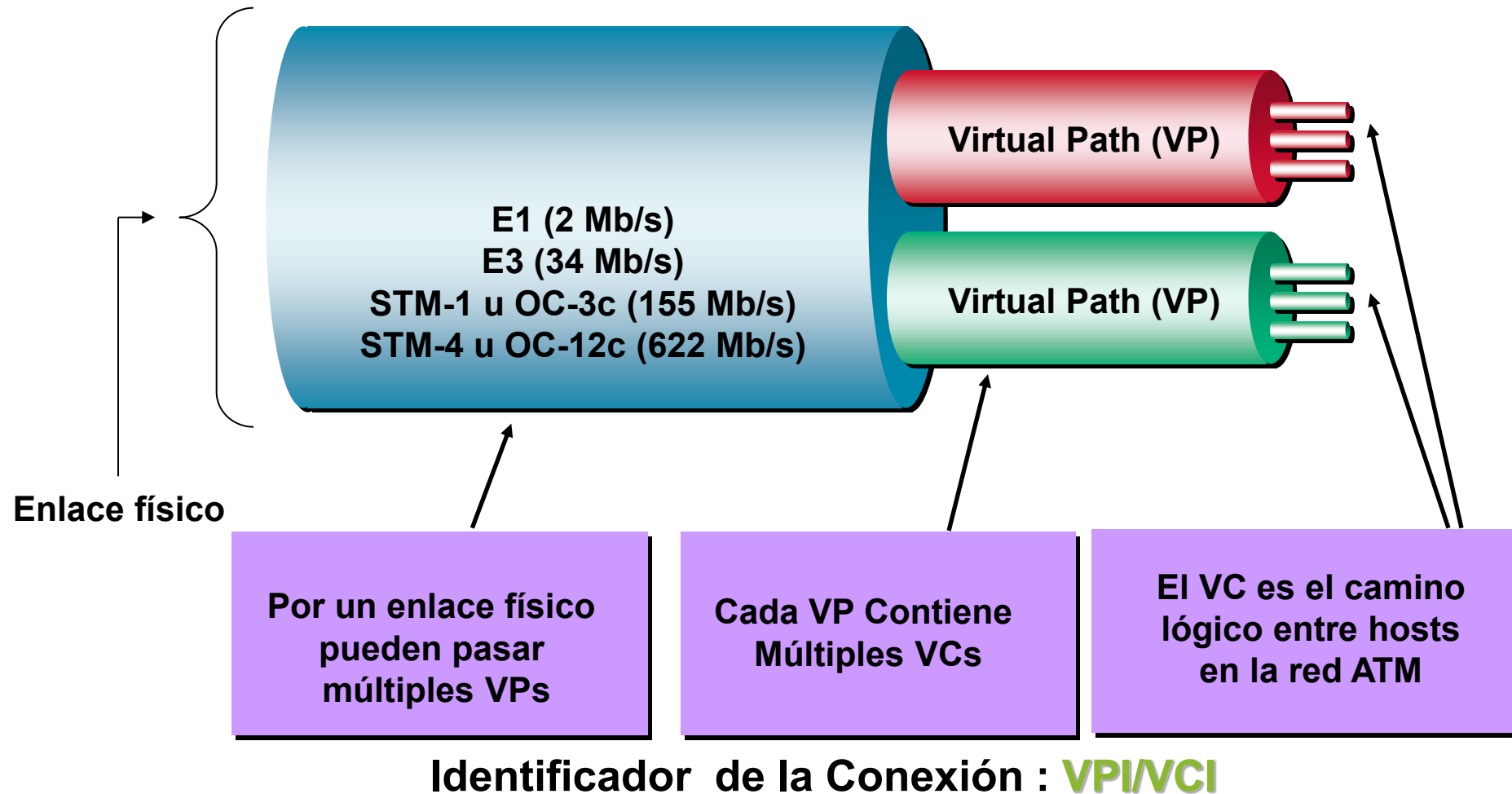
ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Introducción

- ✓ Servicio orientado a conexión, como F.R.
- ✓ En lugar de tramas, celdas de 53 bytes. Motivo: permitir el rápido envío de tráfico urgente
- ✓ Optimizado para el tráfico de voz digitalizada (64 kbps)
- ✓ Dos niveles jerárquicos para las conexiones:
 - ✓ VP's, trayectos virtuales (Virtual Paths)
 - ✓ VC's, canales virtuales (Virtual Channels): PVC (Permanent Virtual Circuit, y SVC (Switched Virtual Circuit)
- ✓ Parecido a F.R. con más velocidad y muchas más posibilidades de control de tráfico. Pensado para ofrecer calidad de servicio.

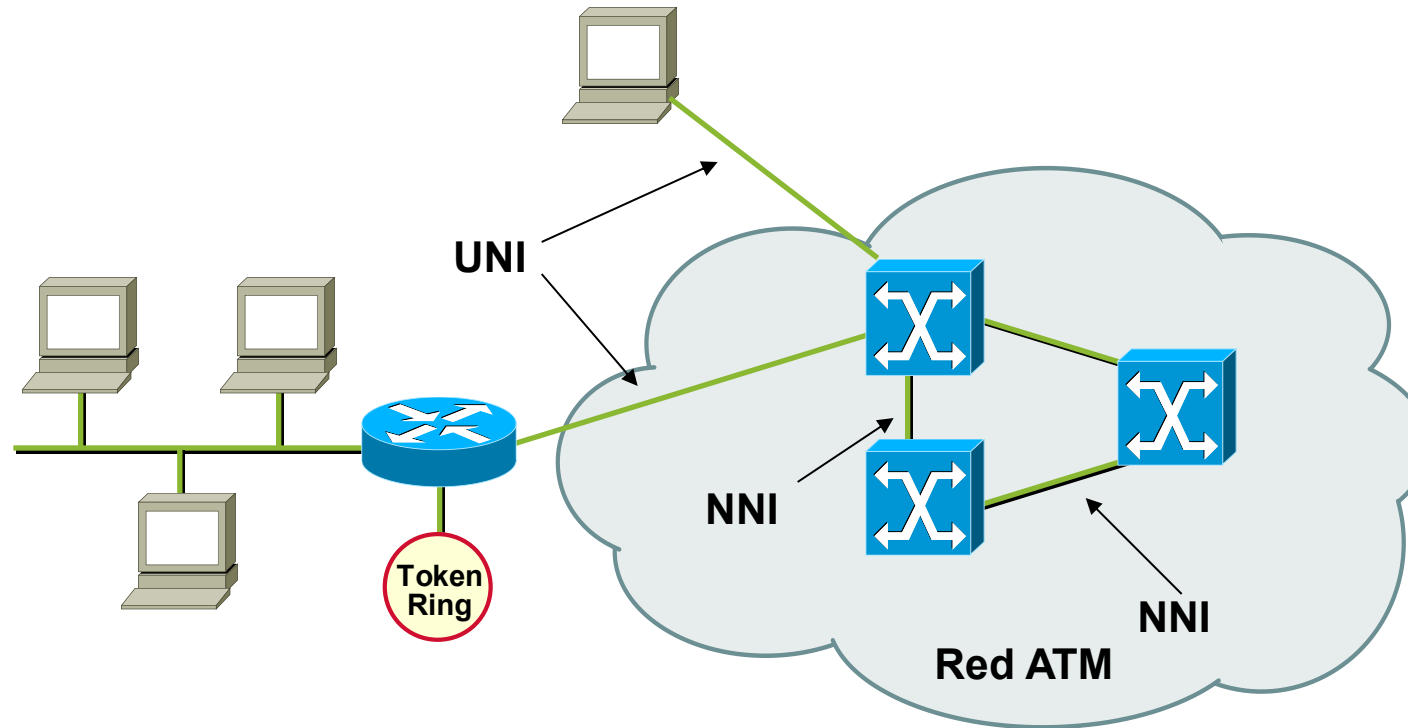
ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Trayectos Virtuales y Canales Virtuales



ATM (Modo de Transferencia Asincrónico)

Tipos de Interface



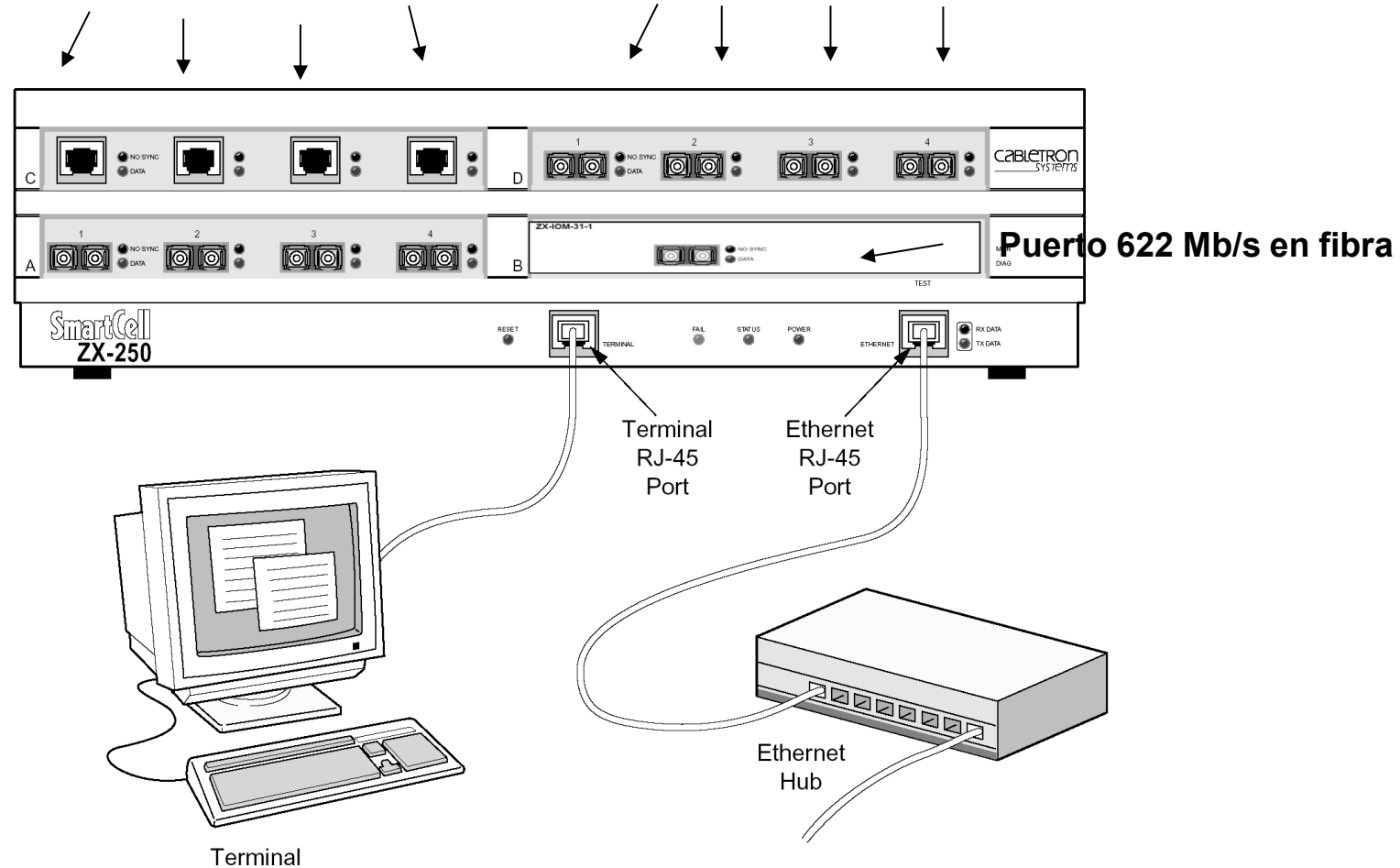
- UNI = User-to-Network Interface
- NNI = Network-to-Network Interface

ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Conmutador ATM (puertos de 155 y 622 Mbps)

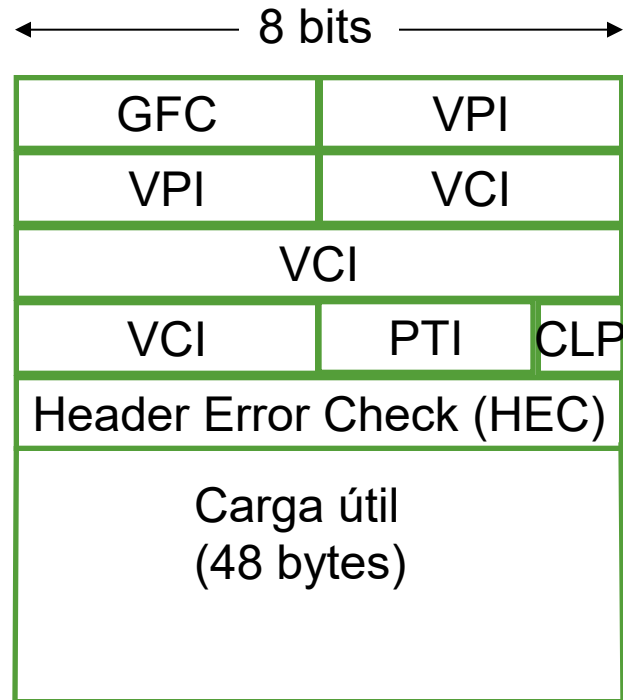
Puertos 155 Mb/s en cobre (UTP-5)

Puertos 155 Mb/s en fibra



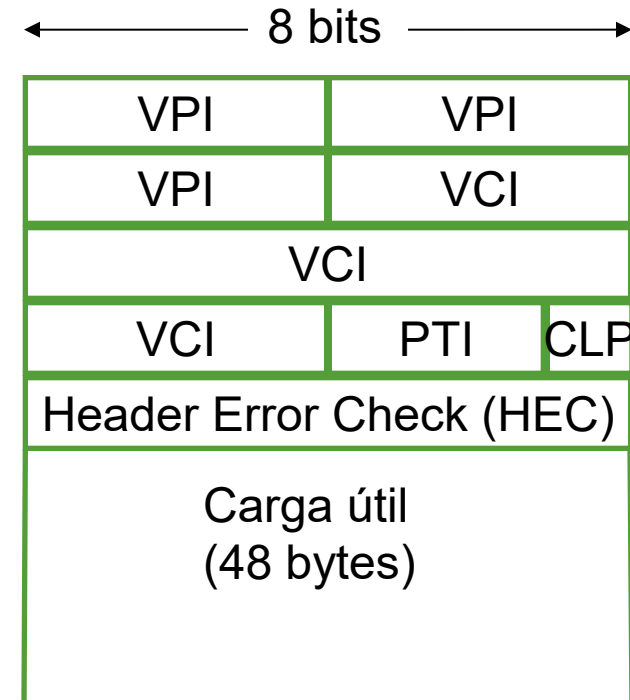
ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Cabecera celda ATM



Celda UNI

- **GFC: Generic Flow Control.** No usado
- **VPI: Virtual Path Identifier.** Hasta 256 (UNI) o 4096 (NNI).
- **VCI: Virtual Channel Identifier.** Hasta 65536.
- **PTI: Payload Type Identifier.** 3 bits.
- **CLP: Cell Loss Priority.** 1 bit.
- **HEC: Es un CRC de toda la cabecera.** 8 bits.



Celda NNI

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Campo PTI (Payload Type Identifier)

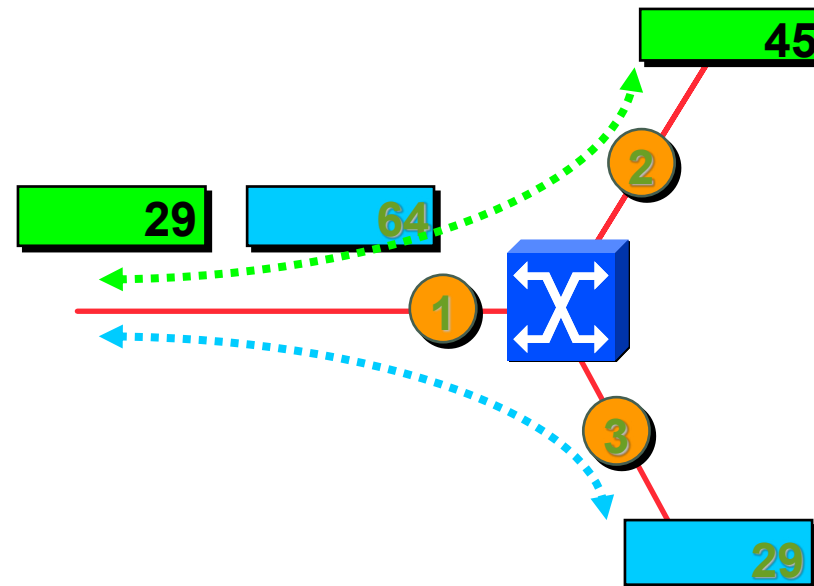
	Valor	Significado
Usuario	000	Celda tipo 0 (normal). No hay congestión
	001	Celda tipo 1 (fin de mensaje AAL5). No hay congestión.
	010	Celda tipo 0 (normal). Hay congestión
	011	Celda tipo 1 (fin de mensaje AAL5). Hay congestión
Gestión	100	Celda OAM (Operation, Administration and Management) de segmento (entre vecinos)
	101	Celda OAM (Operation, Administration and Management) extremo a extremo
	110	Celda RM (Resource Management)
	111	Reservado

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Funcionamiento

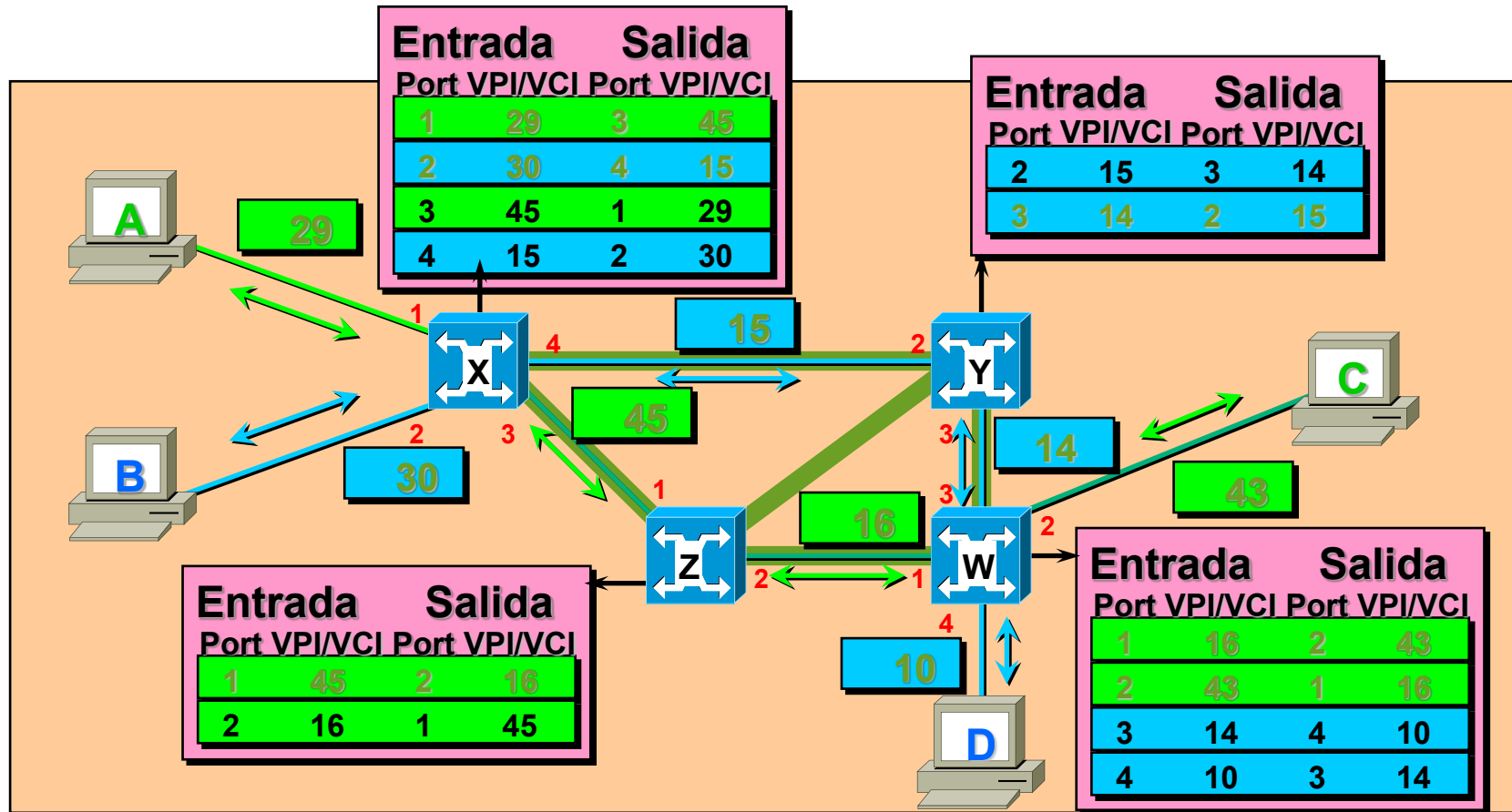
- ✓ El conmutador dirige las celdas según el VPI/VCI y el puerto de entrada.
- ✓ Los VPI/VCI se fijan al crear el VC. Si son PVC's los fija el operador al configurarlos. Si son SVC's los elige el conmutador (normalmente usando números en orden creciente)
- ✓ En general los VPI/VCI de un circuito cambian en cada salto de la celda en la red
- ✓ Los VPI/VCI han de ser únicos para cada puerto (pueden reutilizarse en puertos diferentes).
- ✓ Se pueden conmutar grupos de VCI en bloque conmutando por VPI

Entrada		Salida	
Port	VPI/VCI	Port	VPI/VCI
1	29	2	45
2	45	1	29
1	64	3	29
3	29	1	64



ATM (Modo de Transferencia Asincrónico)

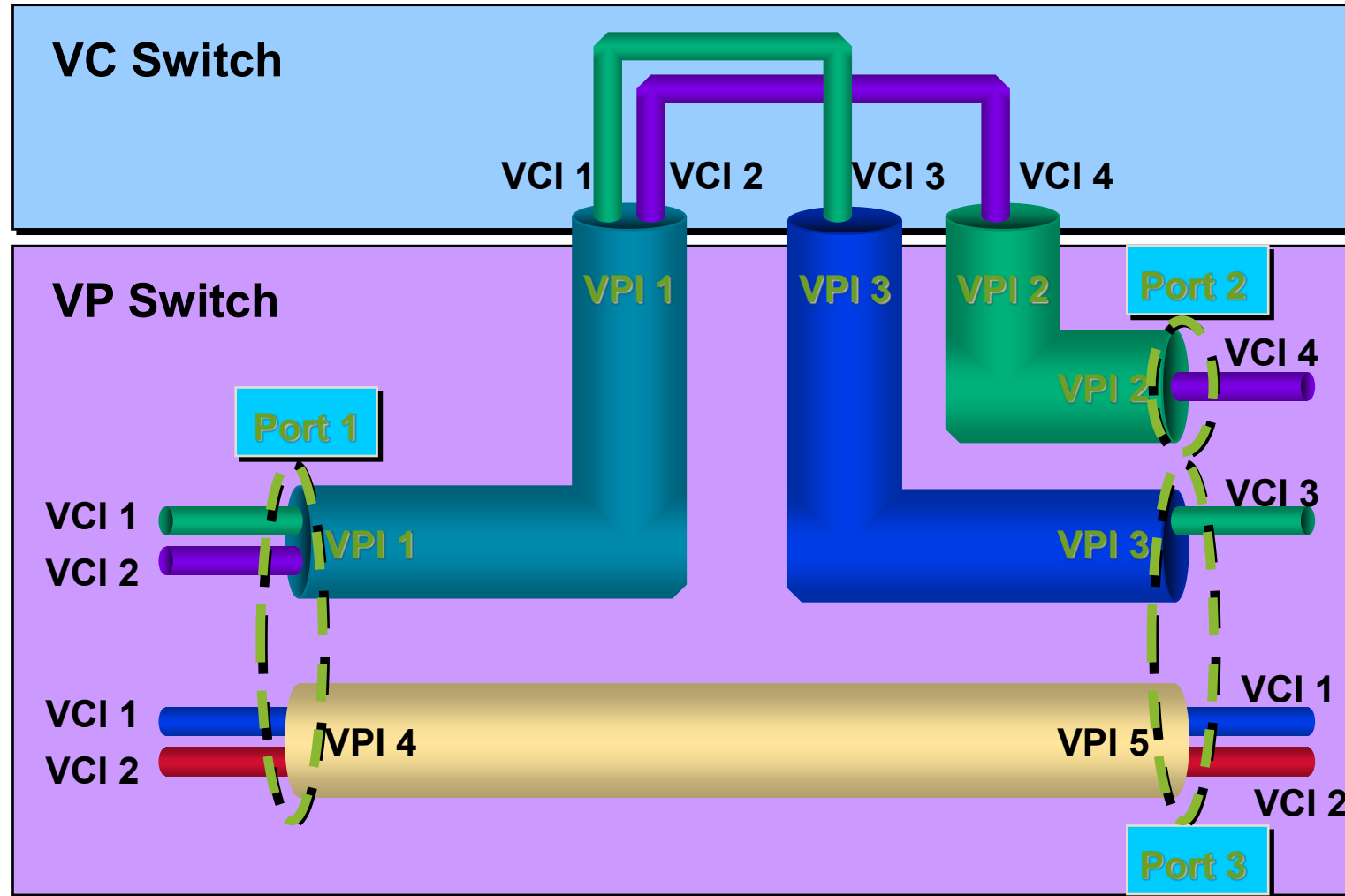
Funcionamiento: recorrido celda verde y celda azul



Cada entrada en las tablas de los conmutadores es un VC; si la crea el operador es un PVC, si las crea un protocolo de señalización es un SVC

ATM (Modo de Transferencia Asincrónico)

Funcionamiento: conmutación de VP's y VC's



B R E A K

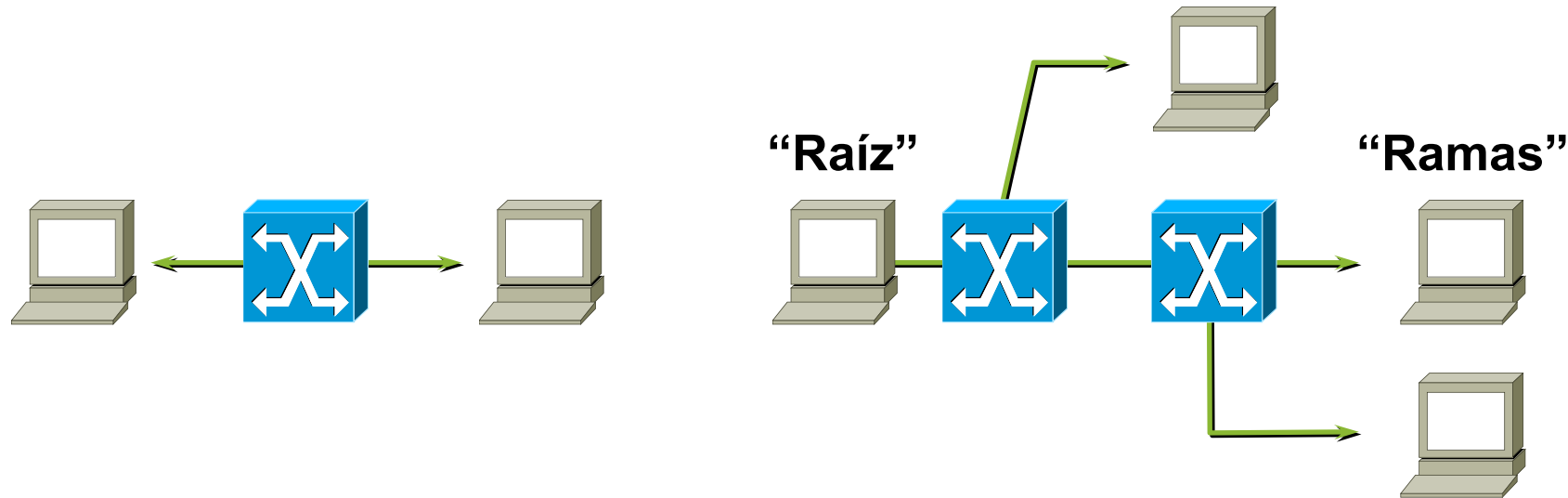
ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Funcionamiento: VPI's y VCI's reservados

VPI	VCI	Función
0	0-14	ITU
0	15-31	ATM Forum
ITU	0	Celda de relleno (Idle Cell)
	3	Celda OAM entre conmutadores vecinos (gestión)
	4	Celda OAM entre extremos (gestión)
	5	Señalización
	16	ILMI (autoconfiguración)
ATM Forum	17	LANE (LAN Emulation)
	18	PNNI (Protocolo de Routing)

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Funcionamiento: VC's punto a punto y multipunto



- Punto a Punto
 - Tráfico unidireccional o bidireccional
- Punto a Multipunto
 - Unidireccional (de la raíz a las ramas)
- Multipunto a Punto
 - Fusión de VCs y uniones embudo
- Interesante para multicast

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Funcionamiento: Listado de Circuitos Virtuales ATM

ciatm#show atm vc

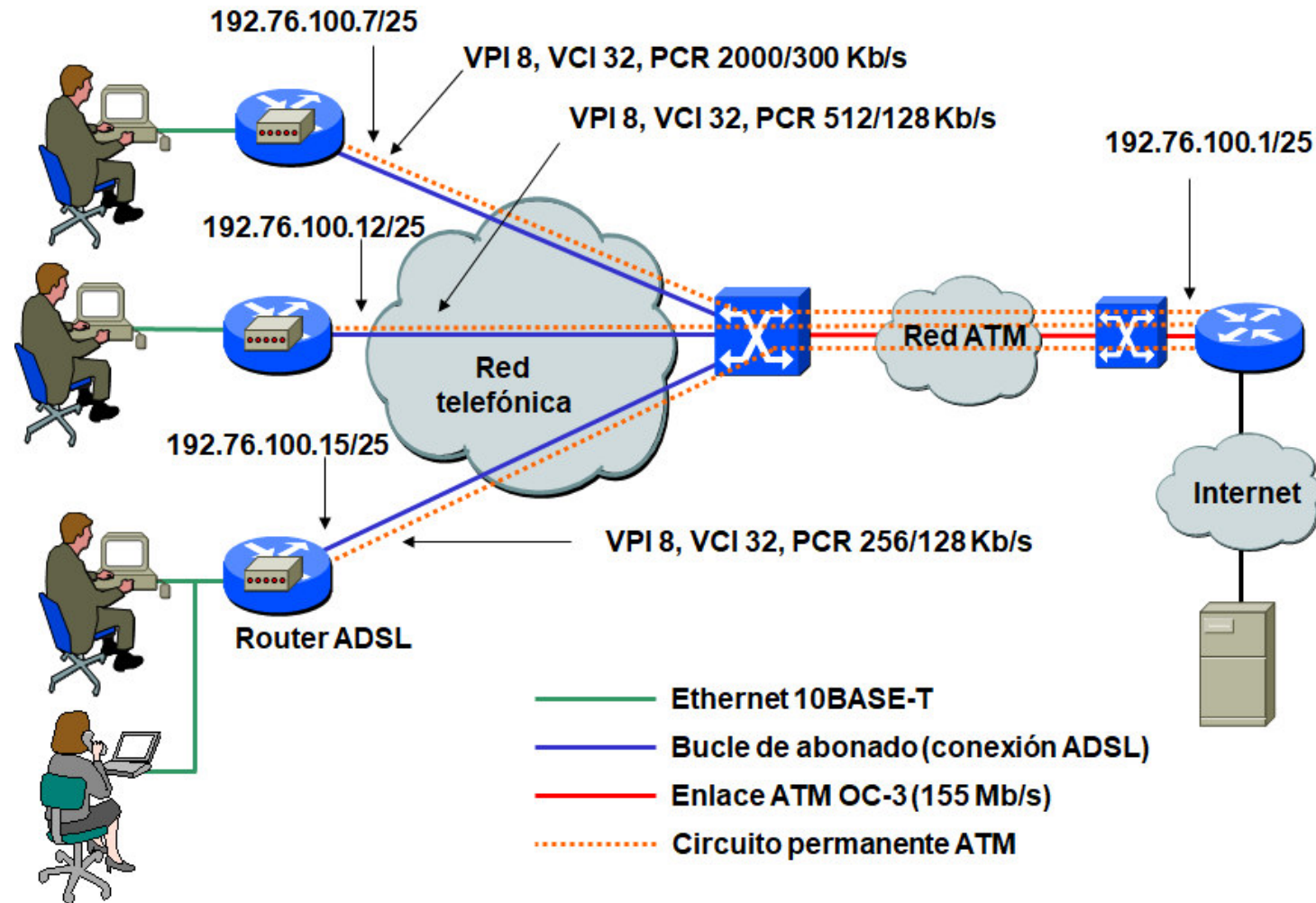
Interface	VPI	VCI	Type	X-Interface	X-VPI	X-VCI	Encap	Status
ATM0/0/0	0	5	PVC	ATM2/0/0	0	32	QSAAL	UP
ATM0/0/0	0	16	PVC	ATM2/0/0	0	33	ILMI	UP
ATM0/0/0	0	18	PVC	ATM2/0/0	0	34	PNNI	UP
ATM0/0/0	0	32	SVC	ATM0/0/1	0	51		UP
ATM0/0/0	0	39	SVC	ATM0/1/1	0	46		UP
ATM0/0/0	0	99	PVC	ATM3/1/0	0	99		UP
ATM0/0/0	3	40	PVC	ATM0/0/1	4	50		UP
ATM0/0/0	0	296	SVC	ATM1/0/1	0	227		UP
				ATM3/1/0	0	482		UP
ATM0/0/1	0	5	PVC	ATM2/0/0	0	59	QSAAL	UP
ATM0/0/1	0	16	PVC	ATM2/0/0	0	36	ILMI	UP
ATM0/0/1	0	51	SVC	ATM0/0/0	0	32		UP
ATM0/0/1	4	50	PVC	ATM0/0/0	3	40		UP
ATM0/1/1	0	5	PVC	ATM2/0/0	0	63	QSAAL	UP
ATM0/1/1	0	16	PVC	ATM2/0/0	0	42	ILMI	UP
ATM0/1/1	0	46	SVC	ATM0/0/0	0	39		UP
ATM1/0/1	0	227	SVC	ATM0/0/0	0	296		UP
ATM3/1/0	0	99	PVC	ATM0/0/0	0	99		UP
ATM3/1/0	0	482	SVC	ATM0/0/0	0	296		UP

Circuito punto a multipunto (SVC)
 Circuito virtual permanente (PVC)
 Circuito virtual conmutado (SVC)

Circuitos de sistema

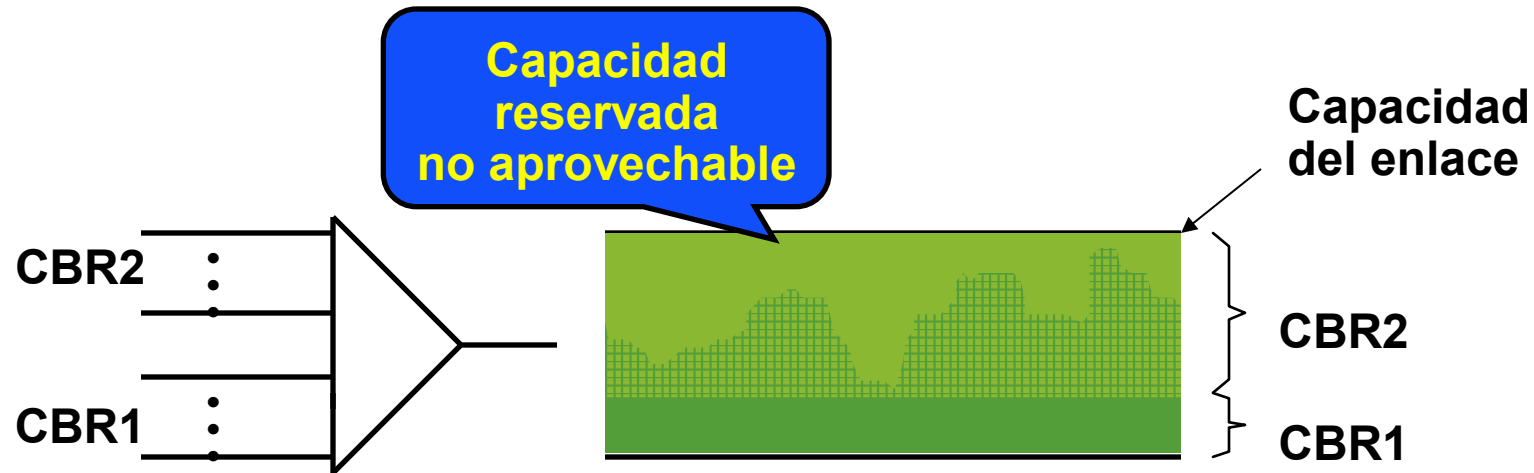
ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Funcionamiento: **Cientes ADSL colapsan en una colectora ATM**



ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Servicios: CBR (Constant Bit Rate)



- ✓ CBR utiliza caudal fijo. Para cada VC se reserva un caudal determinado de forma estática, se use o no se use
- ✓ La mayoría de las aplicaciones no generan un caudal completamente constante; con CBR hay que reservar el máximo que se quiera utilizar, por lo que se desperdicia mucha capacidad del enlace.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

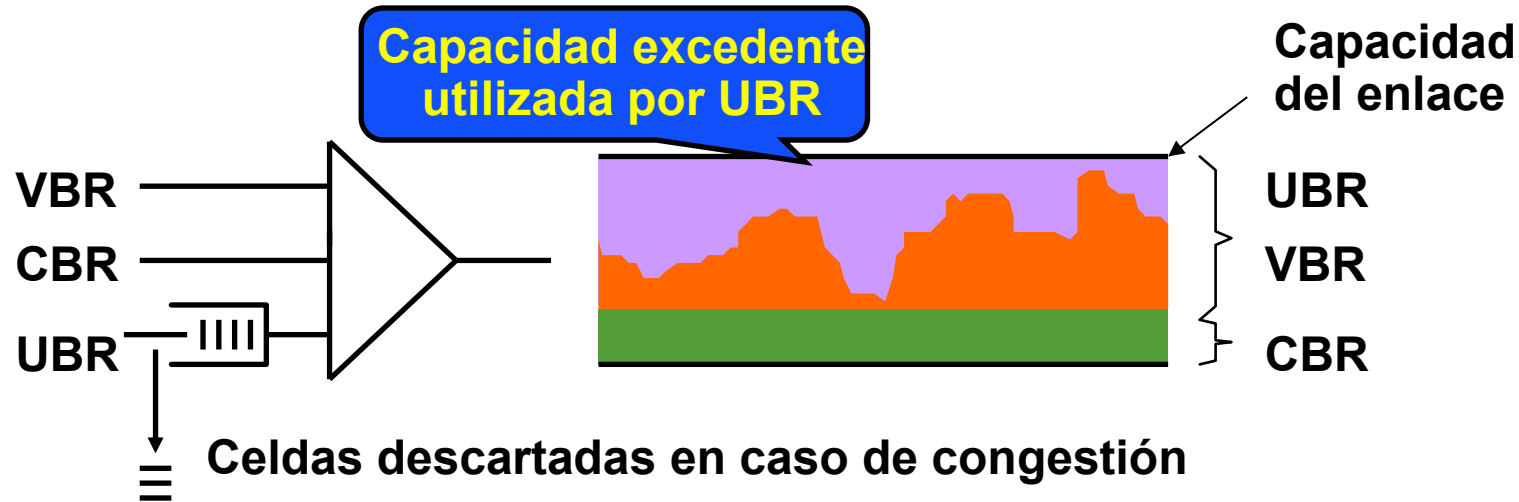
Servicios: VBR (Variable Bit Rate)



- ✓ VBR permite un caudal variable (a ráfagas) con lo que mejora el aprovechamiento del enlace respecto a CBR.
- ✓ Dos variantes: VBR-rt (real time) y VBR-nrt (no real time)
- ✓ El usuario recibe garantías de QoS (especialmente en VBR-rt) por lo que la capacidad se reserva. Pero si no la emplea queda libre para que la utilicen otros servicios menos exigentes.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

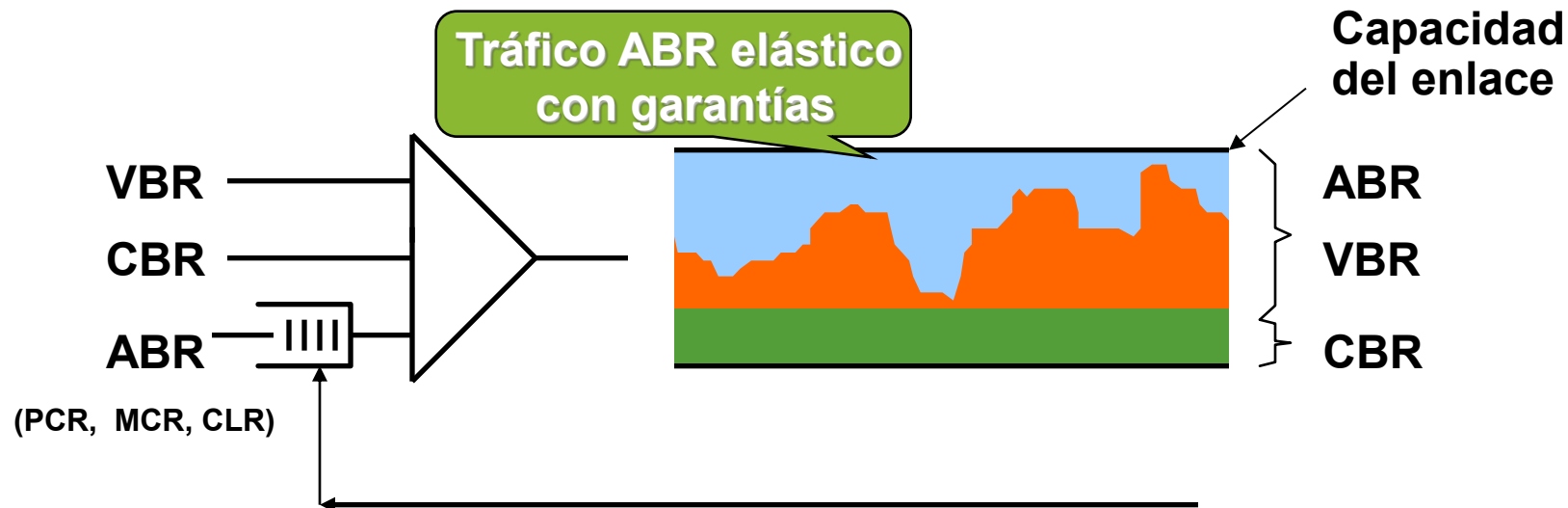
Servicios: UBR (Unspecified Bit Rate)



- ✓ UBR intenta 'aprovechar las migajas' que deja VBR (CBR no deja migajas pues la reserva es total)
- ✓ No garantiza caudal mínimo ni tasa máxima de celdas perdidas
- ✓ No devuelve información sobre la congestión de la red
- ✓ Algunas aplicaciones soportan mal la pérdida de celdas

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Servicios: ABR (Available Bit Rate)



La realimentación de la red evita la congestión y la pérdida de celdas

ABR rellena los huecos de VBR de forma flexible como UBR, pero:

- ✓ Ofrece un caudal mínimo garantizado MCR (Minimum Cell Rate)
- ✓ La tasa de pérdidas se mantiene baja gracias a la realimentación sobre el grado de congestión en la red (control de congestión)
- ✓ Las aplicaciones funcionan mejor al reducirse la pérdida de celdas

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Servicios: Comparación

Categoría	Características
CBR	Simula línea punto a punto. Reserva estricta de capacidad. Caudal constante con mínima tolerancia a ráfagas.
VBR-rt	Asegura un caudal medio y un retardo. Permite ráfagas. Utiliza dos pozales agujereados.
VBR-nrt	Asegura un caudal medio pero no retardo. Permite ráfagas. Utiliza pozal agujereado.
ABR	Asegura un caudal mínimo, permite usar capacidad sobrante de la red. Incorpora control de congestión
UBR	No asegura nada. Usa caudal sobrante.

ATM (Modo de Transferencia Asíncrono)

Parámetros de Tráfico

- ✓ **PCR (Peak Cell Rate) y CDVT (Cell Delay Variation Tolerance):** Máximo caudal que permite el VC y tolerancia (pequeña) respecto a este caudal
- ✓ **SCR (Sustainable cell rate) y BT (Burst Tolerance):** Caudal medio máximo permitido y tolerancia a ráfagas (grande) respecto a este caudal
- ✓ **MCR (Minimum Cell Rate):** Caudal mínimo que la red considera que puede asegurar en ese VC

ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Parámetros de Calidad de Servicio

- ✓ **Max. CTD (Maximum Cell Transfer Delay):** máximo retardo que puede sufrir una celda (si llega más tarde se considera perdida).
- ✓ **Peak-to-Peak CDV (Peak to Peak Cell Delay Variation):** máxima fluctuación que puede sufrir el retardo en el envío de una celda. Equivalente al jitter
- ✓ **CLR (Cell Loss Ratio):** tasa máxima aceptable de celdas perdidas

ATM (Modo de Transferencia Asíncronico)

Conclusiones

- ✓ La tecnología ATM está orientada a conexión. No garantiza la entrega de celdas, pero sí el orden en que fueron enviadas. En esto es similar a Frame Relay.
- ✓ Las redes ATM se organizan como las WAN tradicionales, con líneas y nodos conmutadores.
- ✓ Las velocidades pretendidas para las redes ATM son de 155 Mbps y 622 Mbps. En la actualidad puede ofrecer velocidades de hasta 10 Gbps.
- ✓ Para la distribución de televisión es esencial la difusión; lo que puede proporcionar la conmutación de celdas, pero no la de circuitos.
- ✓ A altas velocidades de transmisión (del orden de 1 Gigabps) la multiplexión de celdas es más fácil que el empleo de las técnicas tradicionales de multiplexión, en especial si se usa fibra óptica.

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Introducción

- ✓ Es un mecanismo de transporte de todo tipo de datos
- ✓ Se basa en el etiquetado de paquetes
- ✓ Definido en el RFC 3031
- ✓ Opera entre la capa de datos y la capa de red
- ✓ Es una mejora a las soluciones de FR y ATM
- ✓ Transporte tráfico de voz y paquetes ip
- ✓ Es más eficiente y confiable, lo que permite reducir costos de conectividad
- ✓ Combina las tecnologías de conmutación de circuitos y conmutación de paquetes

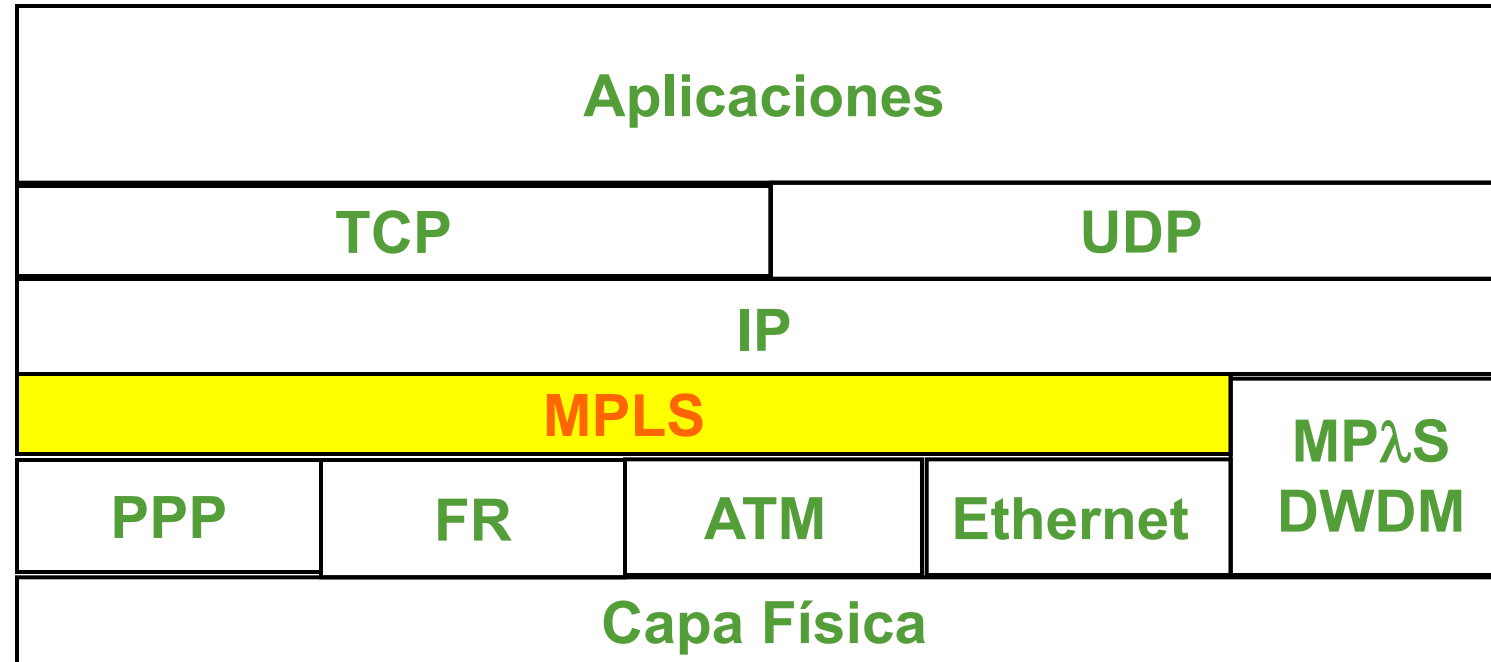
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Motivación

- ✓ Necesidad de una Red con la eficiencia de ATM (orientado a conexión, conmutación veloz, calidad de servicio, integración de distintos tipos de datos), pero sin sus inconvenientes (complejo, caro y moderadamente implementado en el mundo).
- ✓ **Desafío de mejorar las prestaciones de IP** (protocolo no orientado a conexión, no soporta por sí mismo calidad de servicio, el ruteo es más lento que el Switching, elige el camino más corto, sin tener en cuenta ciertas métricas, enormes tablas de ruteo)
- ✓ **Demanda de los clientes** en implementar redes seguras sobre vínculos públicos (**VPN**)
- ✓ Necesidad de ampliar las características de la priorización de tráfico, definiendo nuevos tipos de servicios (clase de Servicios CoS) y grados de calidad de servicios (QoS)
- ✓ Desafío de mejorar las prestaciones en general de la red, aplicando los nuevos conceptos de **Ingeniería de Tráfico**

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

El modelo OSI y MPLS



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Características

- ✓ Es un protocolo de **capa 2,5**, independiente de los protocolos de capa 2 y capa 3
- ✓ Admite ofrecer calidad de servicio, independiente de la red sobre la cual se lo implemente
- ✓ Le asigna a los **datagramas de cada flujo de datos una etiqueta única**, que le permite a los datagramas “rutear” en forma rápida dentro de la red (sólo procesa la etiqueta)
- ✓ El etiquetado le permite ofrecer un servicio multiprotocolo, es decir se puede **encapsular sobre PPP, Ethernet, FR, ATM, X25, etc.**
- ✓ Mapea **direcciones IP a rótulos de largo fijo**
- ✓ **Interconecta a protocolos de existentes (RSVP, OSPF)**

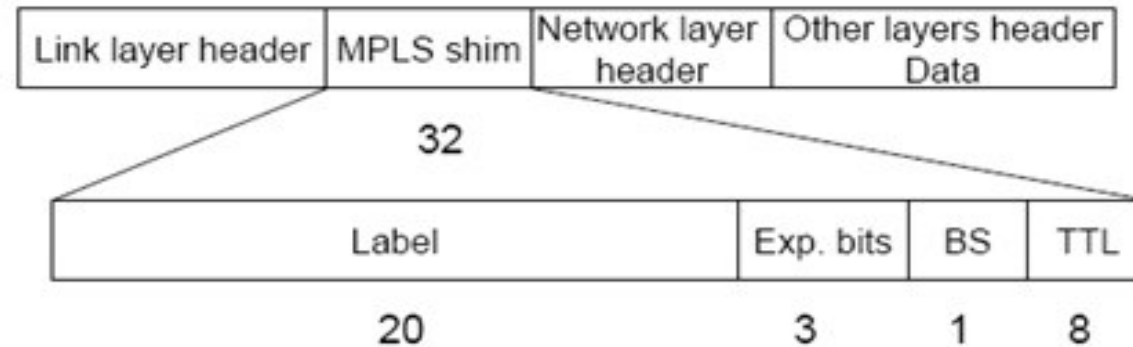
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Características

- ✓ Se integra a casi todas las redes: IP, Ethernet, ATM, Frame Relay, OTN (Optical Transport Network)
- ✓ Contempla servicios de Ingeniería de tráfico, QoS y Congestión
- ✓ Puede implementar distintos niveles de retardo, de acuerdo a SLA's
- ✓ Minimiza la ocurrencia de fallas y reduce su impacto en la red
- ✓ Implementa mecanismo para manejar el flujo de tráfico de tamaños variados (*Flow Management*)
- ✓ Maximiza la utilización de los enlaces
- ✓ MPLS-VPN: permite implementar VPN robustas y escalables, menos costosas y con características de QoS

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Etiqueta MPLS

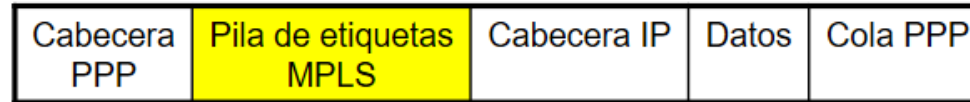


- ✓ **Label (20 bits):** Es la identificación de la etiqueta.
- ✓ **Exp (3 bits):** Llamado también bits experimentales, también aparece como QoS en otros textos, afecta al encolado y descarte de paquetes.
- ✓ **S (1 bit):** Del inglés *stack*, sirve para el apilado jerárquico de etiquetas. Cuando S=0 indica que hay mas etiquetas añadidas al paquete. Cuando S=1 estamos en el fondo de la jerarquía.
- ✓ **TTL (8 bits):** Time-to-Live, misma funcionalidad que en IP, se decrementa en cada enrutador y al llegar al valor de 0, el paquete es descartado. Generalmente sustituye el campo TTL de la cabecera IP.

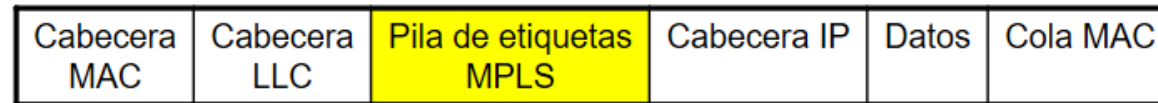
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Etiqueta MPLS

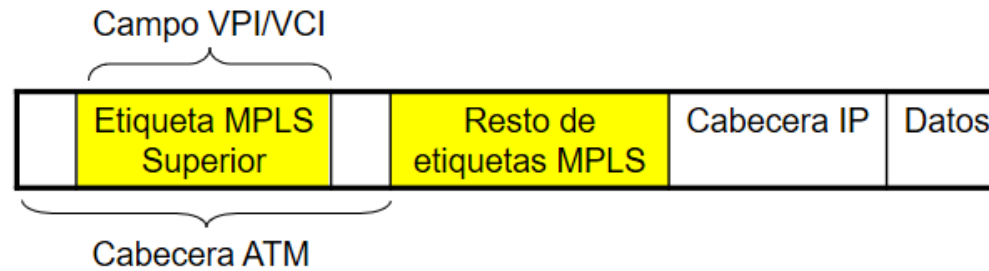
PPP
(Líneas dedicadas)



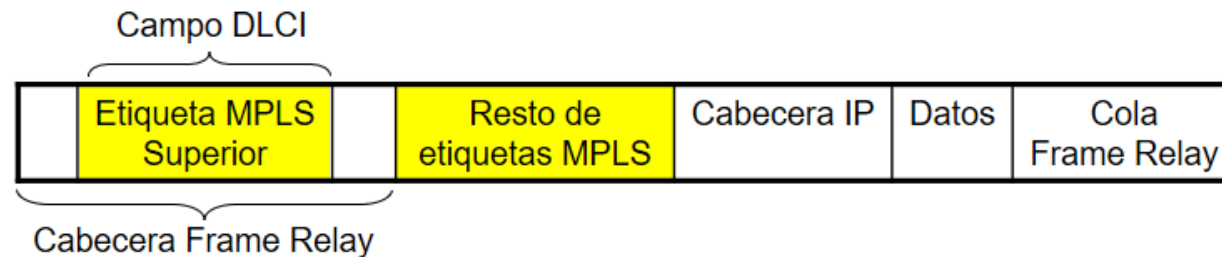
LANs (802.2)



ATM

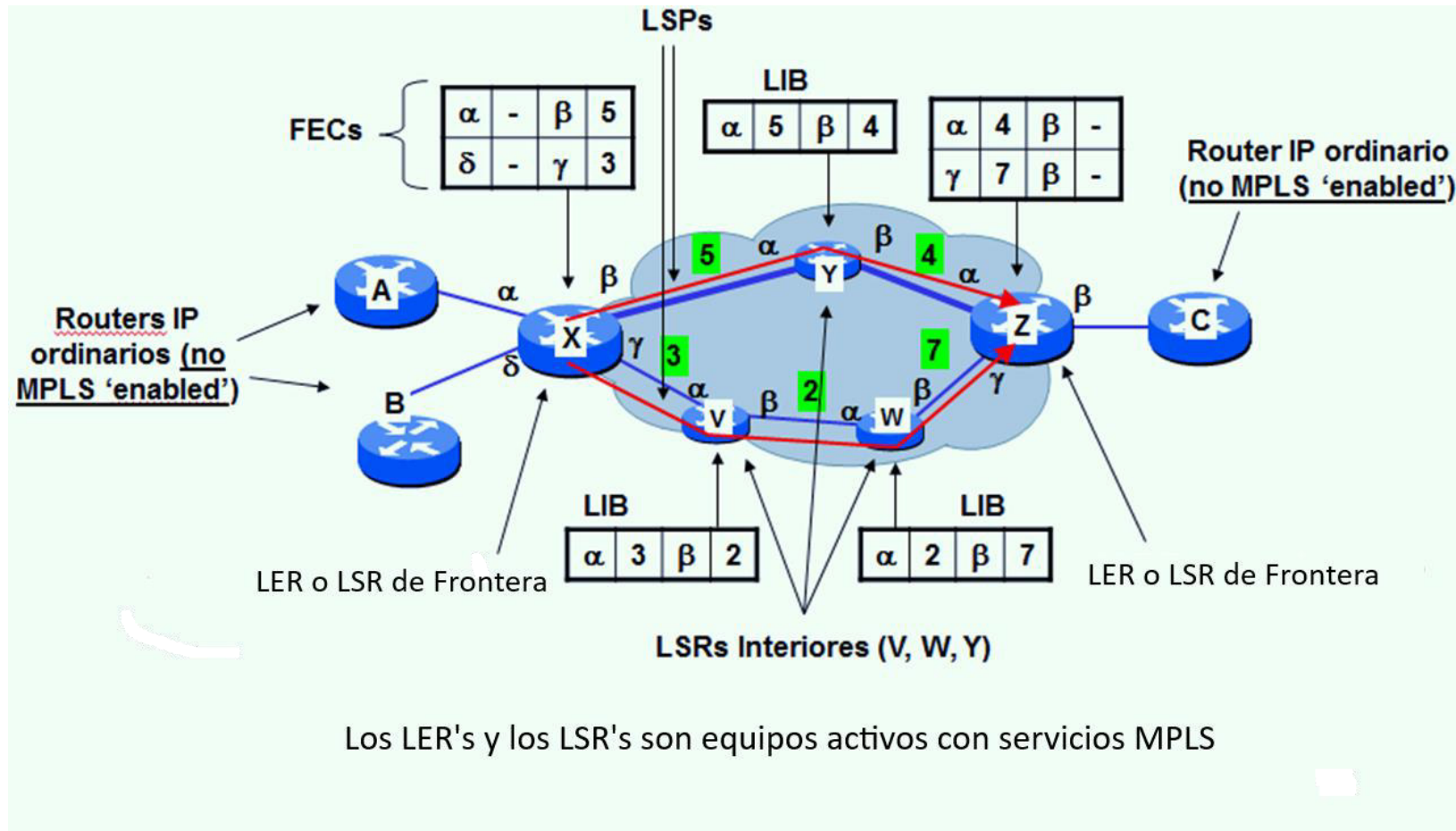


Frame Relay



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Definición de los componentes



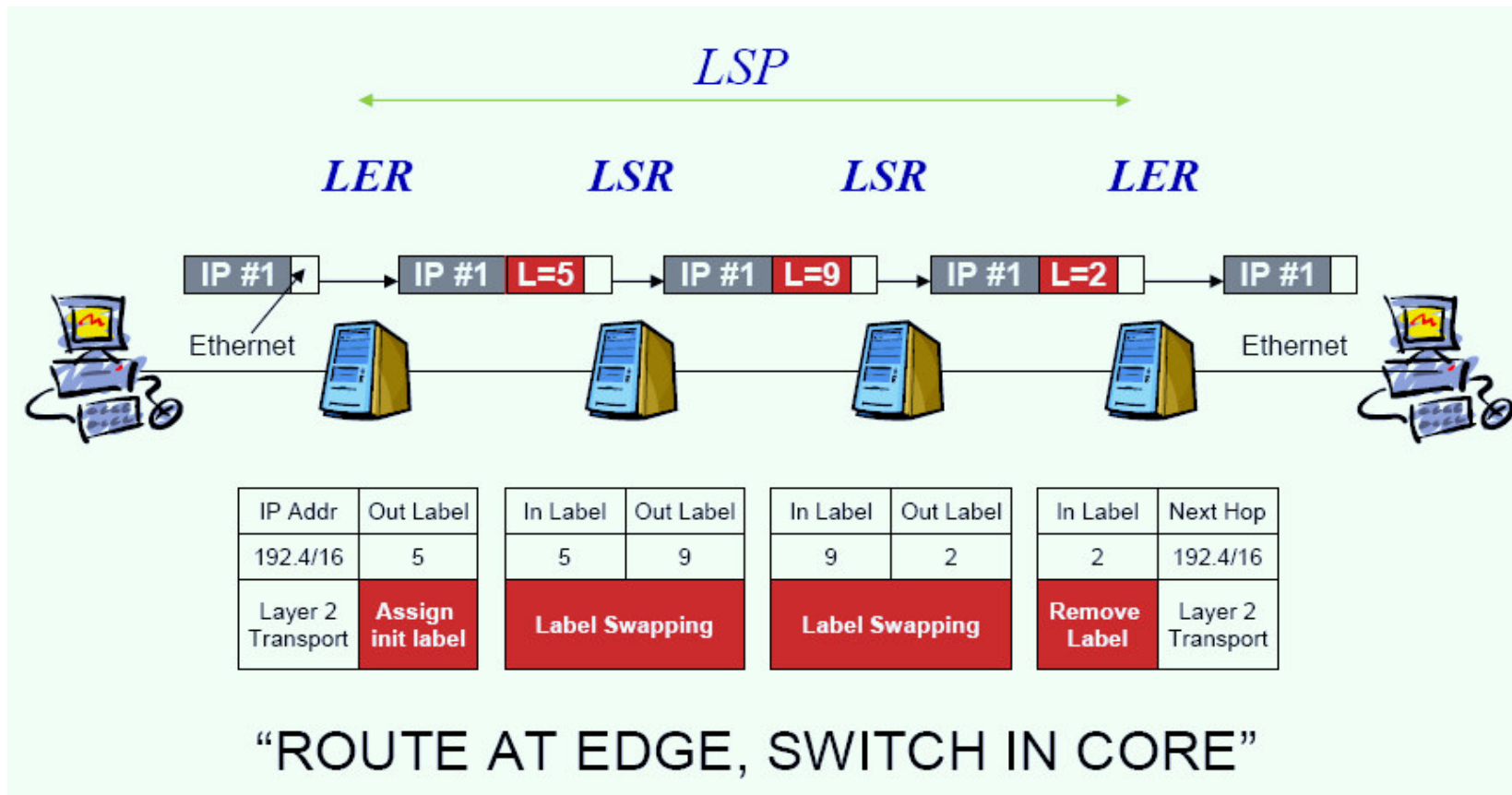
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Definición de los componentes

- ✓ **LER (Label Edge Router):** Son los router residentes al borde de la red MPLS. Su función es asignar y remover los labels de los paquetes. Soportan múltiples puertas conectadas a redes no similares (tales como frame relay, ATM, y Ethernet). Pueden ser Ingress LER o Egress LER
- ✓ **LSR (Label Switching Router):** router que puede conmutar paquetes en función del valor de las etiquetas MPLS. Son generalmente de alta velocidad. Switches ATM pueden ser usados como LSR's sin cambiar su hardware.
- ✓ **LSP (Label Switched Path):** nombre genérico de un camino MPLS (para cierto tráfico o FEC), es decir es el circuito virtual que siguen los paquetes con el mismo FEC. A tener en cuenta que un LSP es unidireccional.

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Definición de los componentes: ruteo en el borde, conmutación en el core



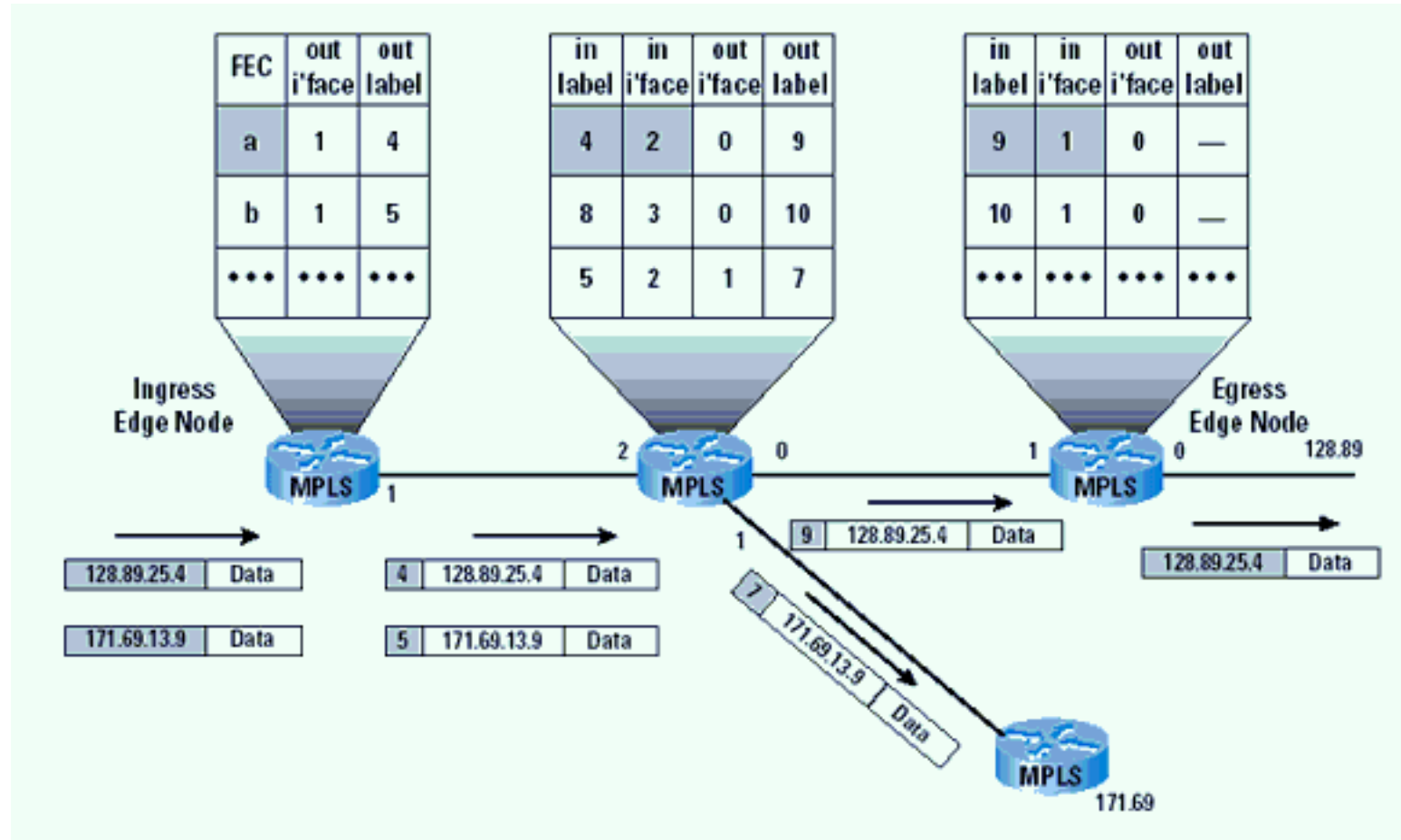
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Definición de los componentes

- ✓ **LDP (Label Distribution Protocol):** un protocolo para la distribución de etiquetas MPLS entre los equipos de la red.
- ✓ **FEC (Forwarding Equivalence Class):** conjunto de paquetes que entran en la red MPLS por la misma interfaz, reciben la misma etiqueta y circulan por un mismo trayecto
- ✓ **LIB (Label Information Base):** La tabla de etiquetas que manejan los LSR. Relaciona la pareja (interfaz de entrada etiqueta de entrada) con (interfaz de salida -etiqueta de salida)

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Definición de los componentes: Etiquetas y LIB



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento

- ✓ El paquete IP se clasifica al entrar a la red MPLS, como resultado, se le incorpora un label
- ✓ En la nube MPLS, el paquete no vuelve a ser clasificado, y se lo conmuta simplemente por su label
- ✓ Un protocolo LDP es usado para mapear FEC's a labels, los cuales a su vez crean LSP's. Las sesiones LDP son establecidas entre LDP pares en la red MPLS (no necesariamente adyacentes). También puede usar los protocolos de ruteo OSPF, IS-IS (protocolos de ruteo interno) o BGP (protocolo de ruteo externo)

MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento

- ✓ Al momento de que un determinado flujo de tráfico ingresa a un dominio MPLS a través de un LER (LSR de Ingreso), el router revisa la cabecera del paquete, y **chequea si el paquete coincide con una FEC** (clase) predefinida, por ejemplo:
 - ✓ Tráfico IP con redes específicas
 - ✓ Tráfico con puertos específicos (Servicios ftp, ssh, mail, cloud, etc)
 - ✓ Tráfico de voz.
 - ✓ Traffic Engineering,
 - ✓ VPN, etc.
- ✓ La **FEC encontrada**, a su vez **está asociada a un LSP** que tiene asociado en la tabla LIB **un label y una interface de salida**. El LSP tiene ciertos parámetros de calidad: ancho de banda, encolamientos, descartes, etc.

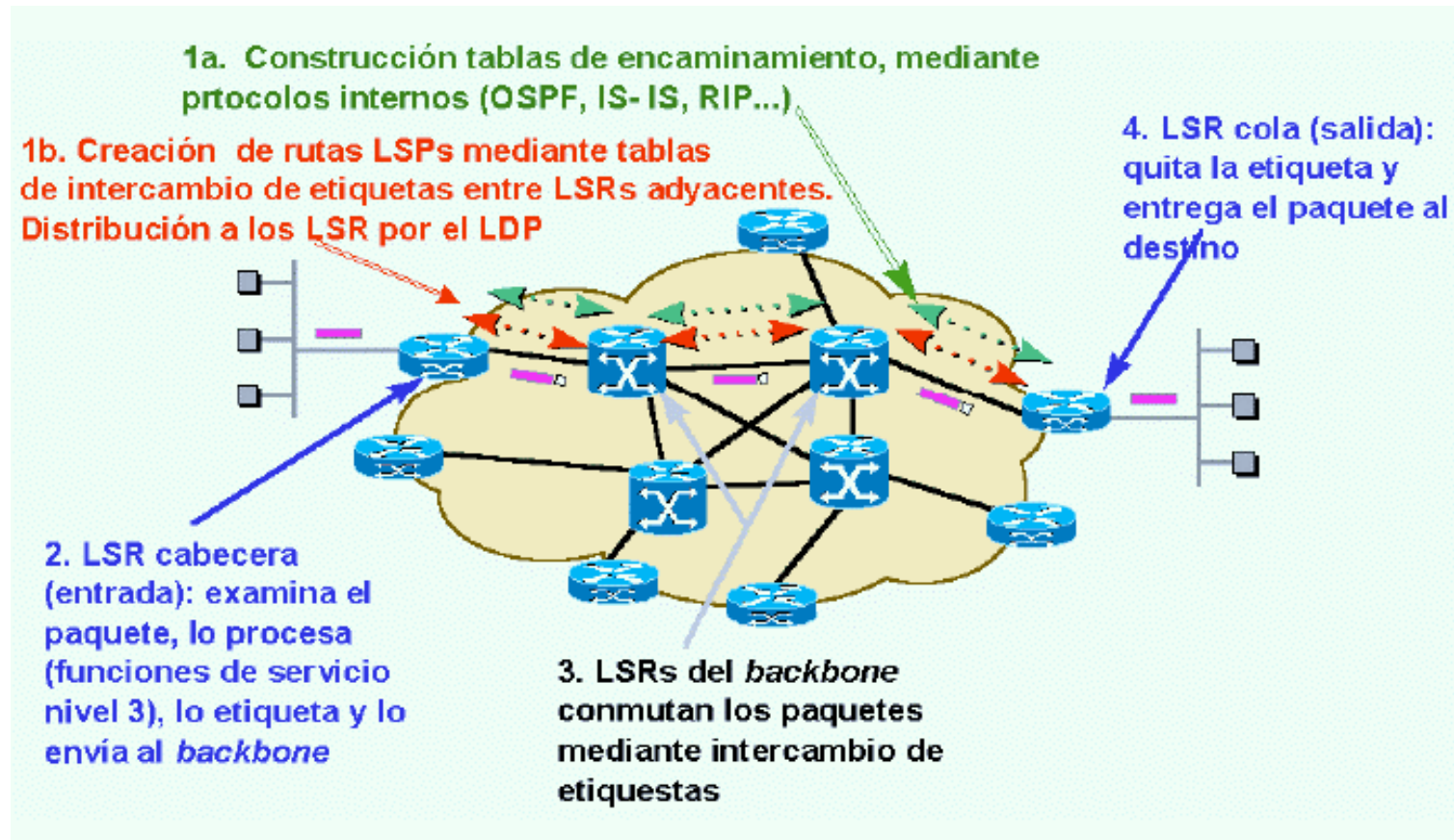
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento

- ✓ El LER (LSR de Ingreso) asigna el paquete a una FEC particular, agrega la etiqueta apropiada (**operación Push**) y lo reenvía.
- ✓ Si aún no existe un LSP para esa FEC, el LER (LSR de Ingreso) debe cooperar con los otros LSR para “construir” el nuevo LSP.
- ✓ Dentro del dominio MPLS, cada LSR al recibir un paquete etiquetado, remueve la etiqueta entrante, inserta la etiqueta saliente (**operación swap**) y envía el paquete **hacia el próximo LSR** a lo largo del LSP (túnel virtual).
- ✓ El LER (LSR de Egreso) remueve la etiqueta (**operación Pop**), lee la cabecera del paquete IP, y reenvía el paquete a su destino final.

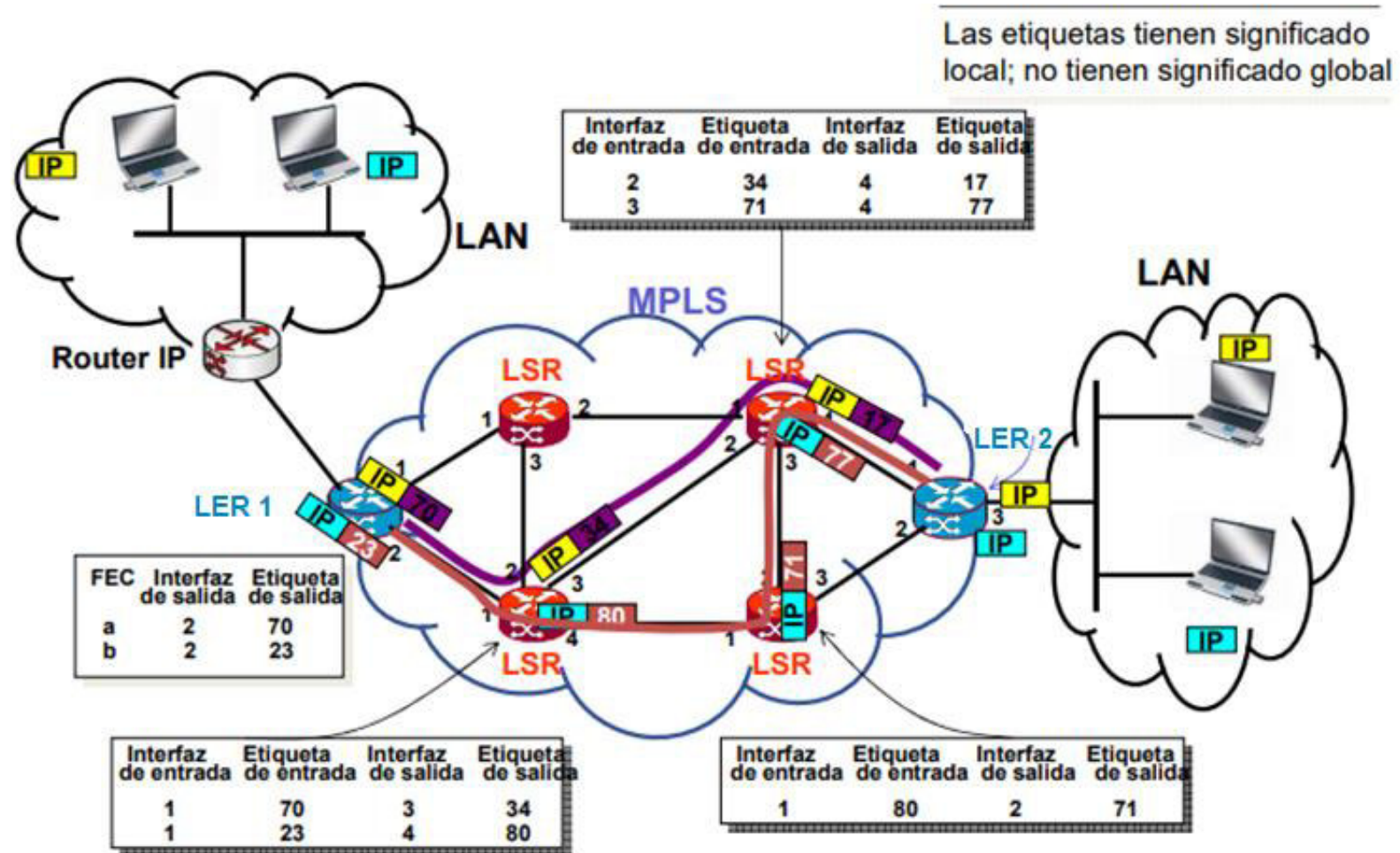
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento: como se configura la red MPLS



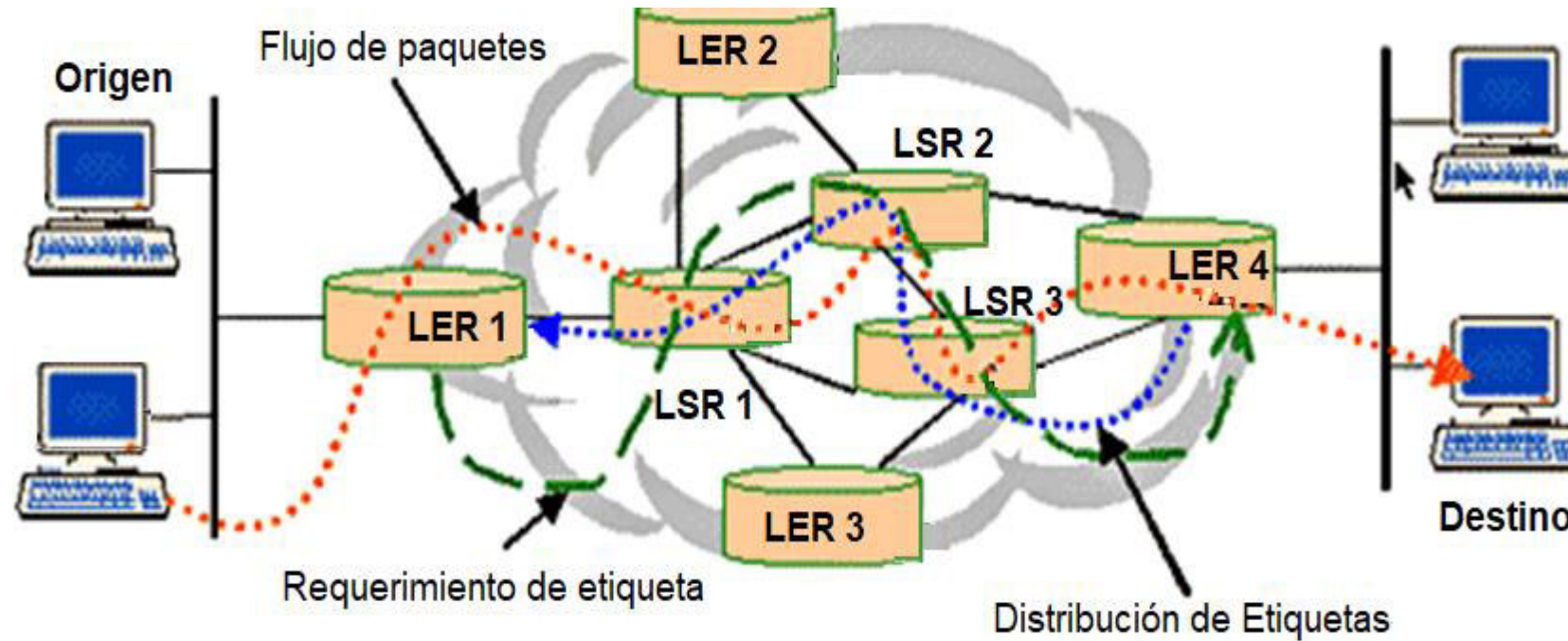
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento: Push, Swap y Pull



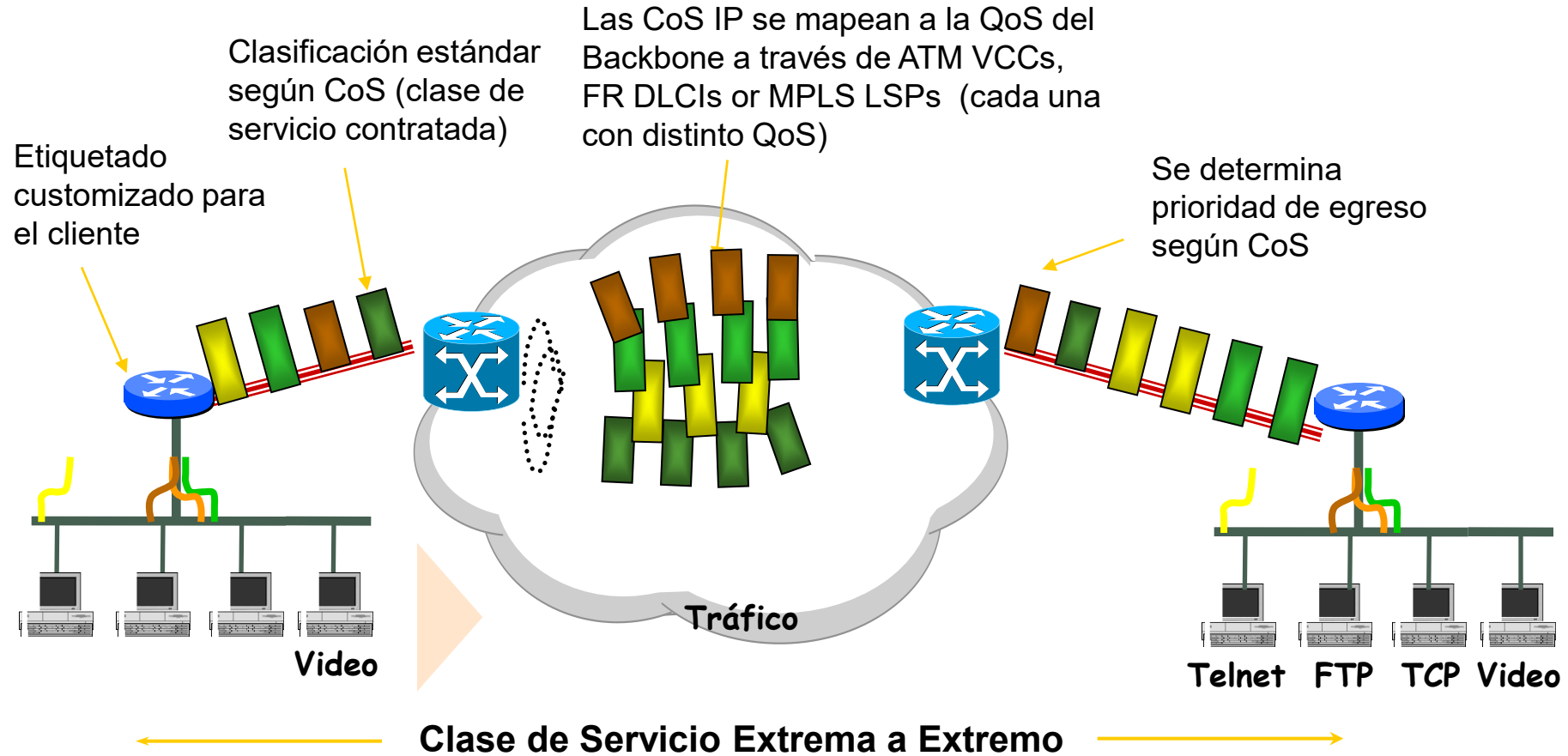
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Funcionamiento: Generando el camino con LDP



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

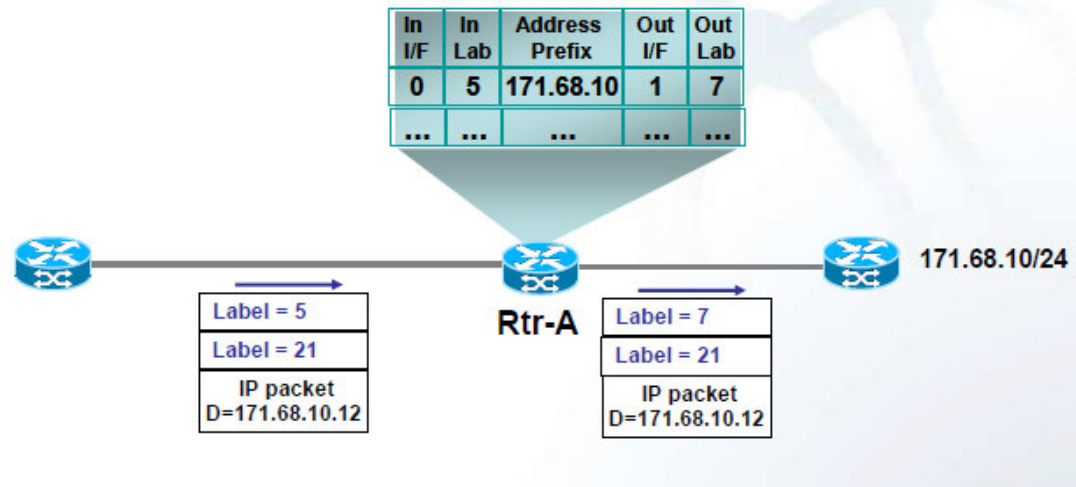
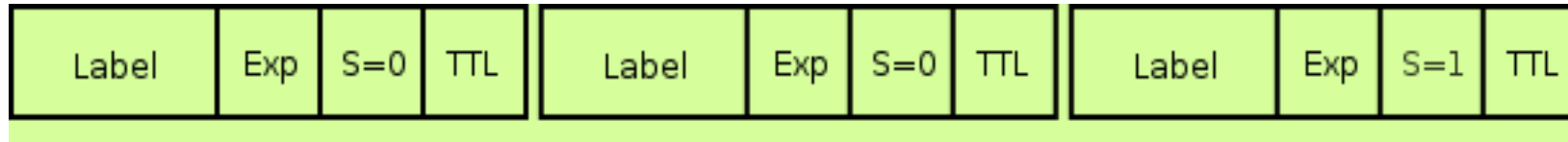
Funcionamiento: Prioridad de paquetes (Clase de Servicio)



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

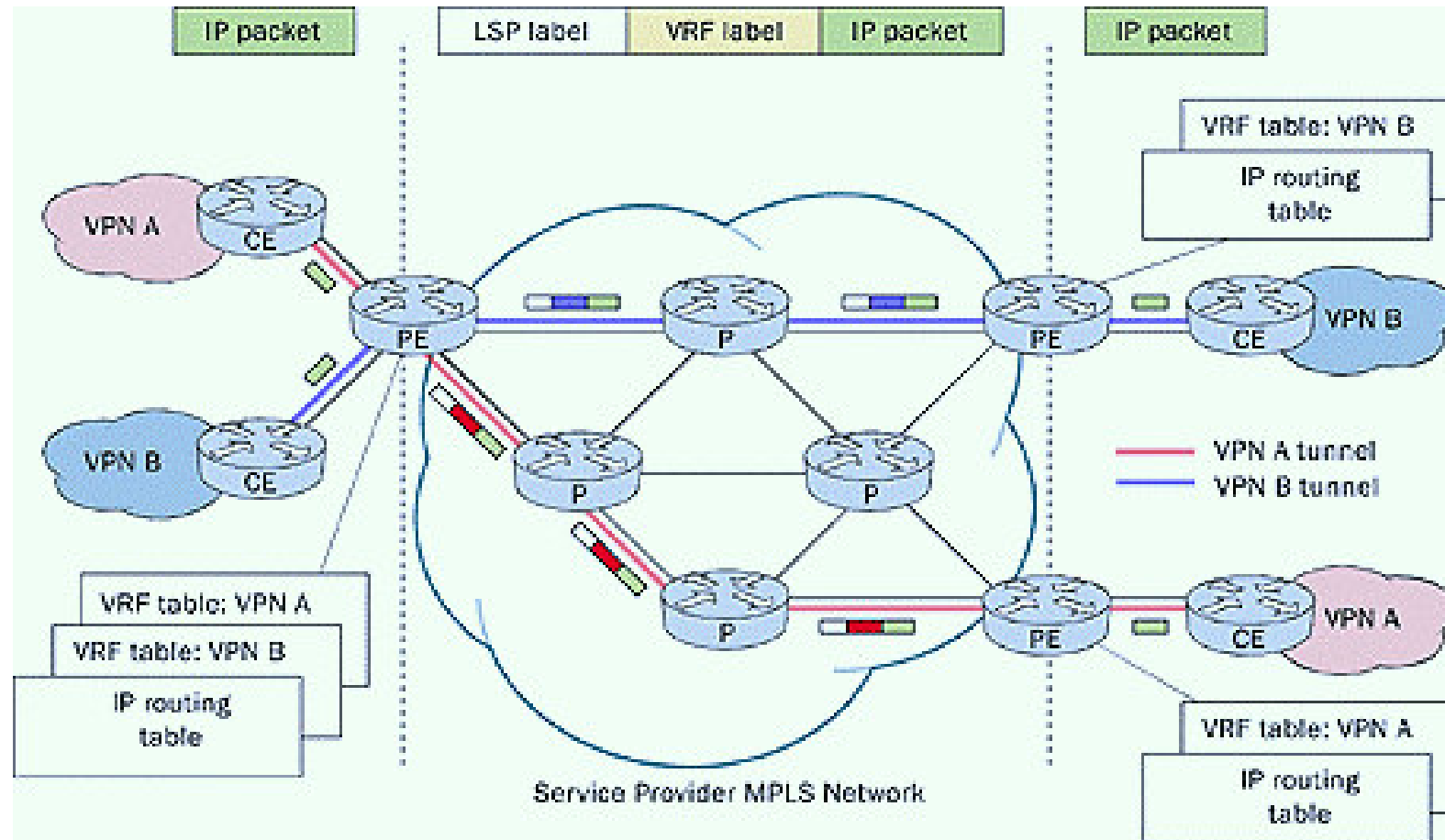
Pilas de Etiquetas

- ✓ Un paquete etiquetado puede transportar varias etiquetas. Stack tipo **LIFO: Last-In-First-Out**.
- ✓ “Label Stacking” permite la agregación de LSP’s en un solo LSP creando un túnel.



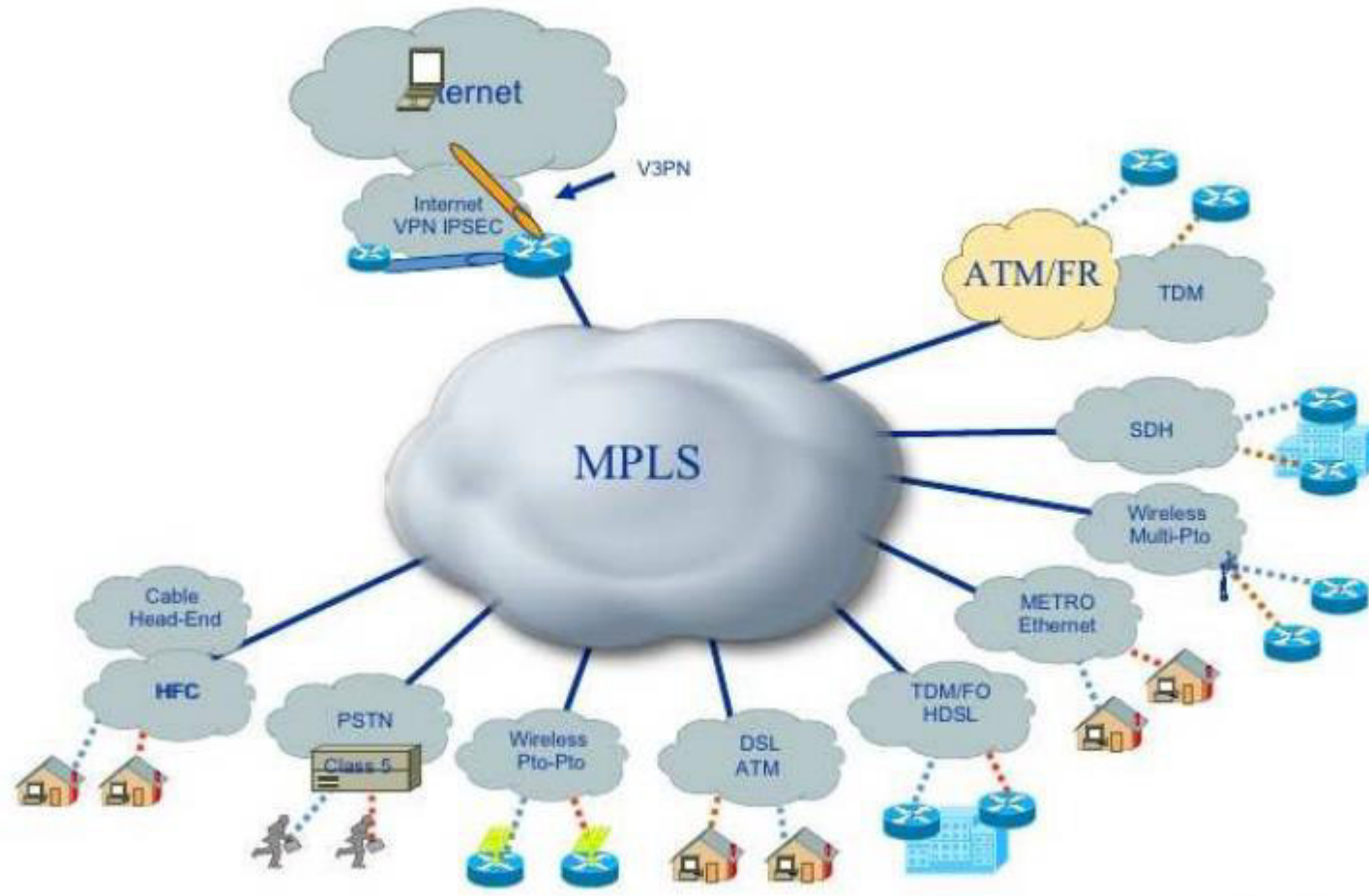
MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Pilas de Etiquetas: una aplicación real, VPN sobre MPLS



MPLS (MultiProtocol Label Switching)

Implementación real, conecta cualquier tipo de acceso cliente



Temas a tratados

1.Frame Relay

- a) Introducción
- b) Características
- c) Funcionamiento
- d) Formato de la trama

2.ATM

- a) Introducción
- b) Funcionamiento
- c) Servicios

3.MPLS

- a) Introducción
- b) Características
- c) Funcionamiento

FINAL DEL MÓDULO 5
