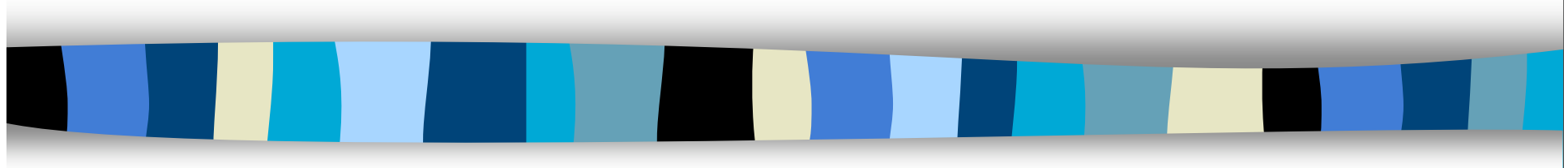


ATM



Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Redes de Banda Ancha
5º Ingeniería de Telecomunicación

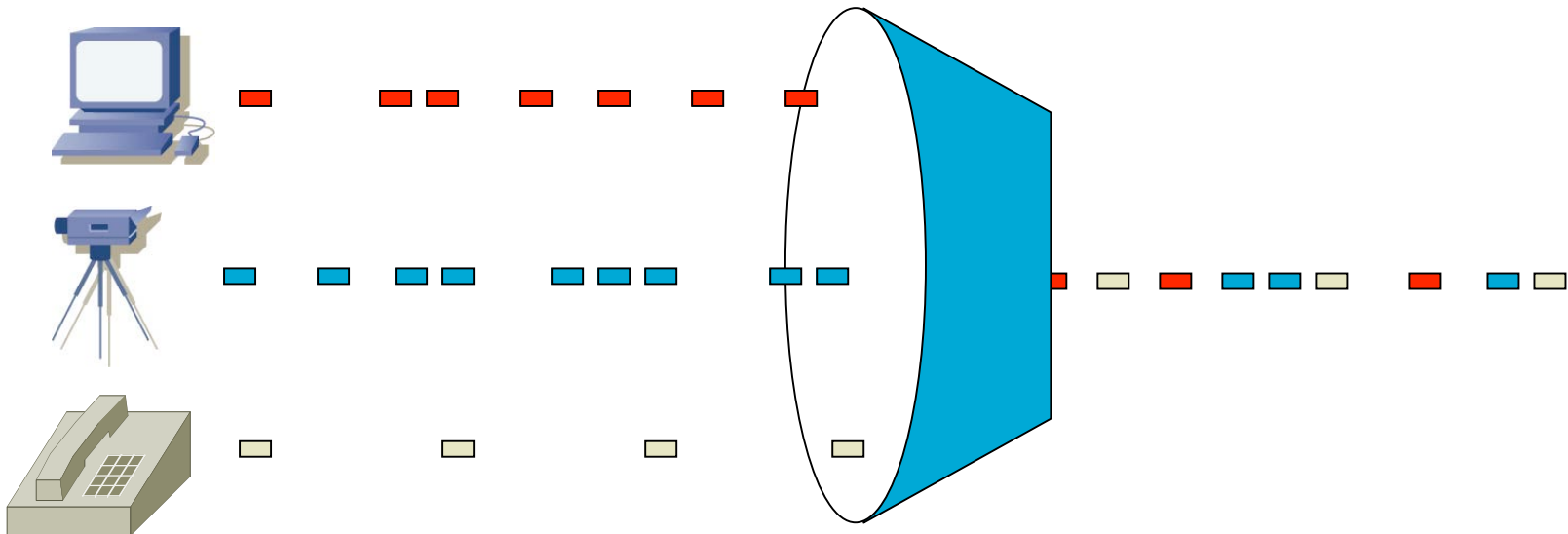
ATM

- ATM = *Asynchronous Transfer Mode*
- Estándar de la ITU-T y el ATM Forum
- Años 80
- Seleccionada por la ITU como tecnología para la RDSI de banda ancha (BISDN)
- Orientado a conexión (circuitos virtuales): permite ofrecer capacidad garantizada y retardo acotado
- Conmutación de paquetes: eficiencia ante tráfico intermitente
- Una red para todo tipo de tráfico
 - Voz
 - Vídeo
 - Datos
- Conmutación de “celdas”: paquetes pequeños de tamaño constante
- No asegura que lleguen
- Mantiene el orden de las celdas



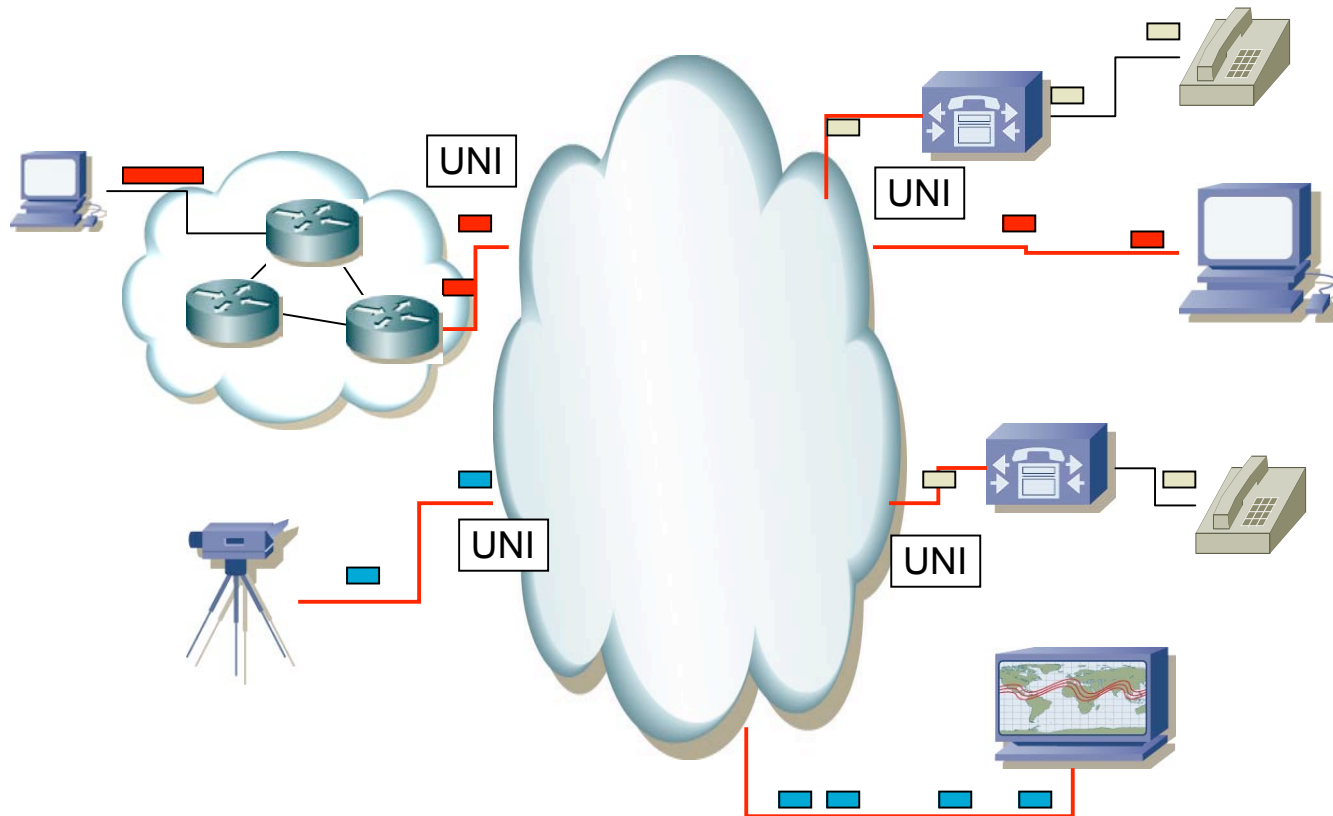
Introducción

- Mínima funcionalidad en la cabecera de las celdas
- No le preocupa la información dentro de los datos
- Aprovecha la *multiplexación estadística*



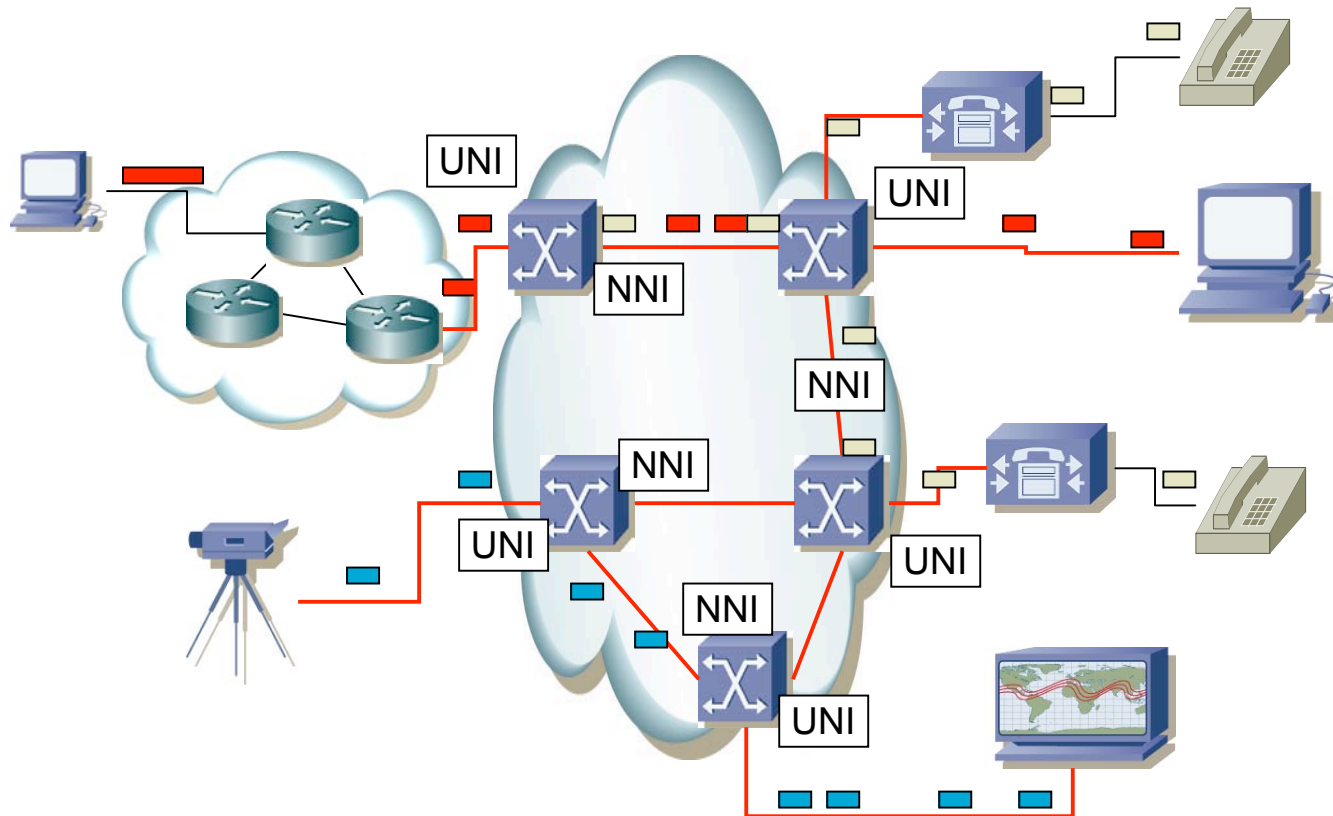
Elementos de una red ATM

- Conmutadores ATM
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posibilidad punto-a-multipunto
- UNI: *User to Network Interface*
- NNI: *Network to Network Interface*



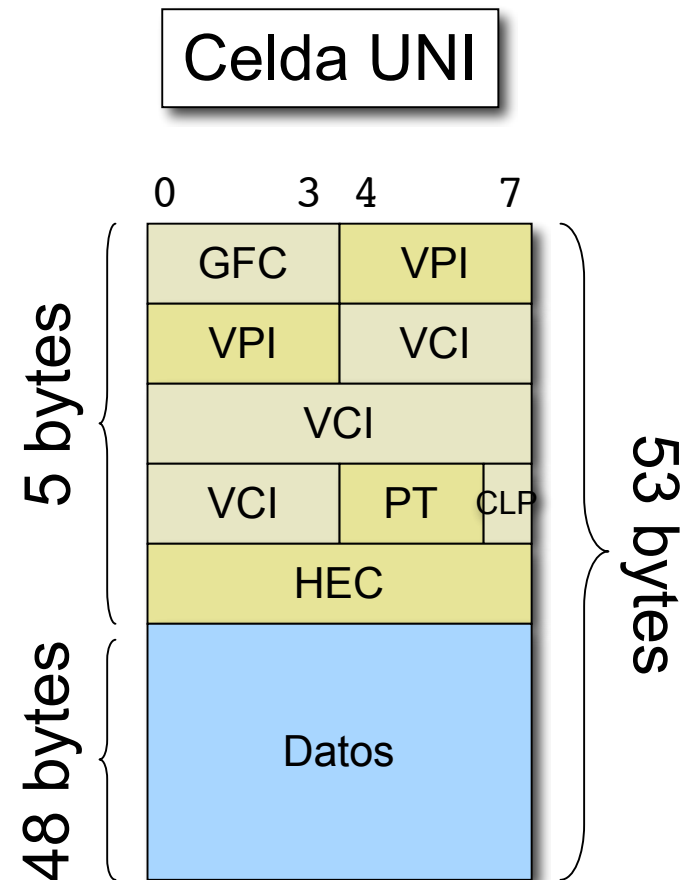
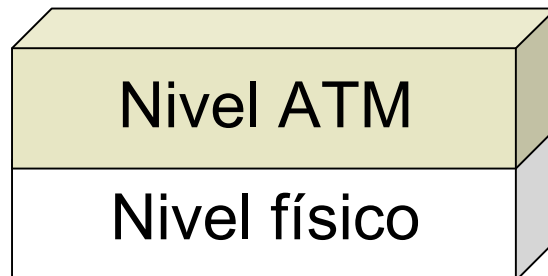
Elementos de una red ATM

- Conmutadores ATM
- UNI: *User to Network Interface*
- ATM endpoints
- NNI: *Network to Network Interface*
- Enlaces punto-a-punto
- Posibilidad punto-a-multipunto



Estructura básica de las celdas

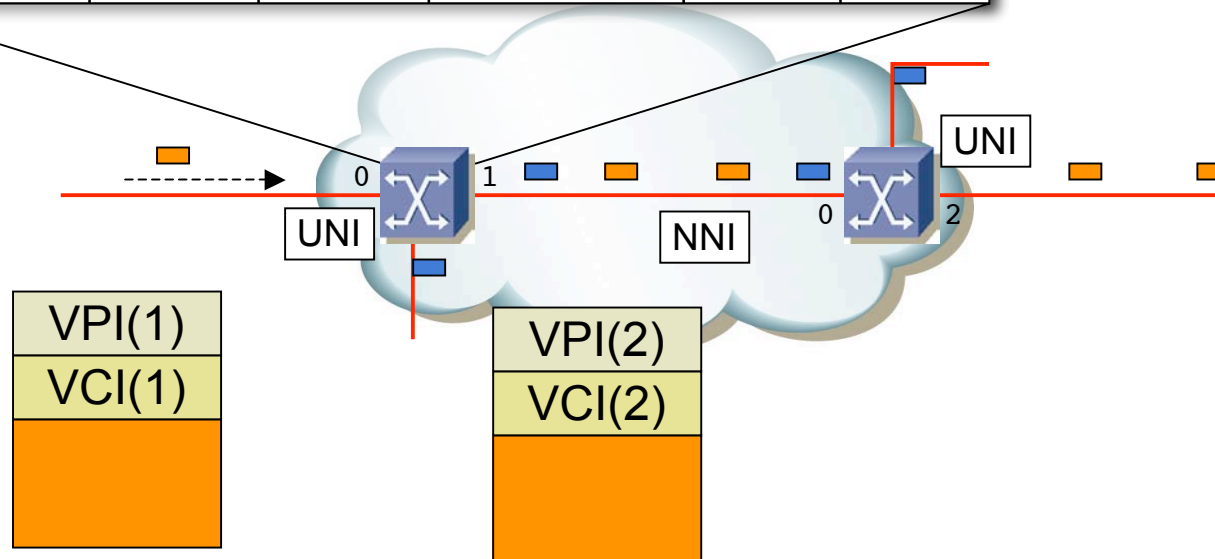
- 5 bytes cabecera
+ 48 bytes datos
= 53 bytes
- Simplifica el conmutador
- **VPI** = *Virtual Path Identifier*
- **VCI** = *Virtual Circuit Identifier*



Cómo funciona ATM

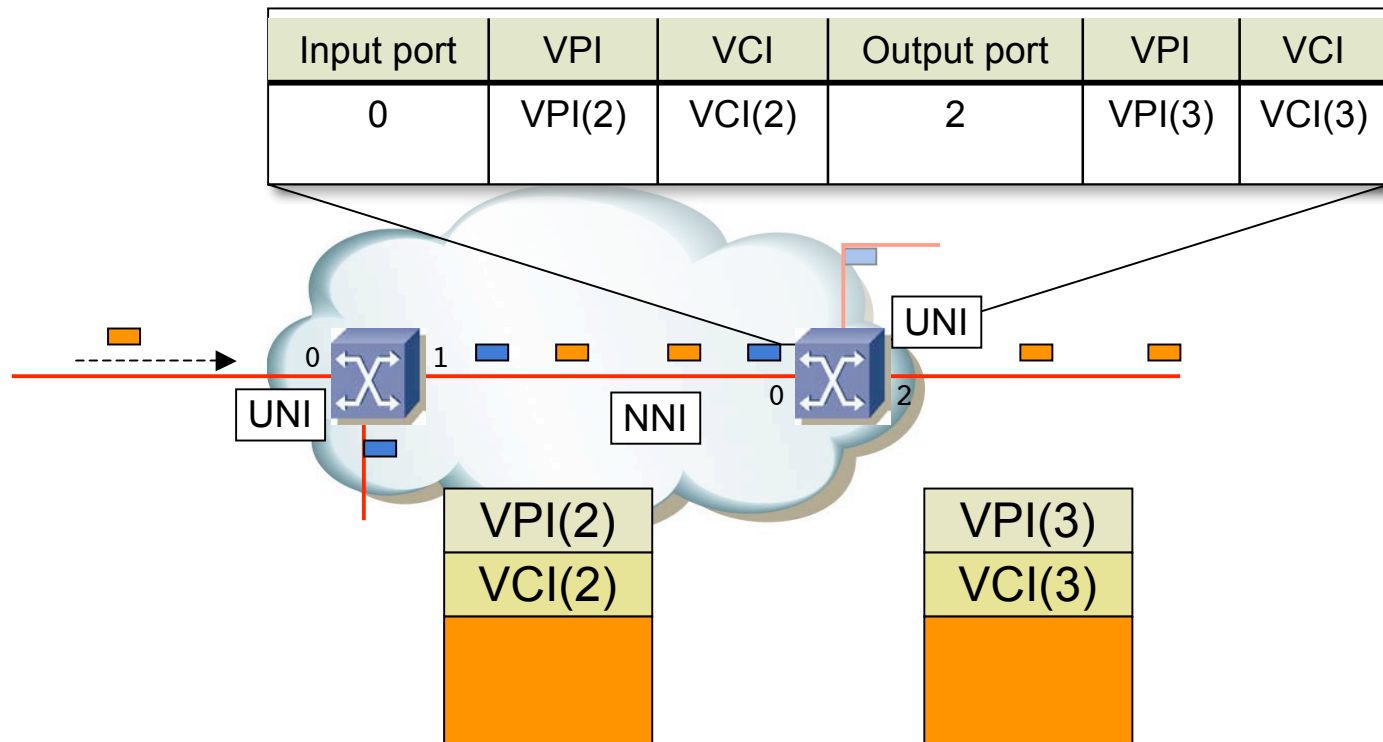
- Orientado a conexión
- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión o señalización

Input port	VPI	VCI	Output port	VPI	VCI
0	VPI(1)	VCI(1)	1	VPI(2)	VCI(2)



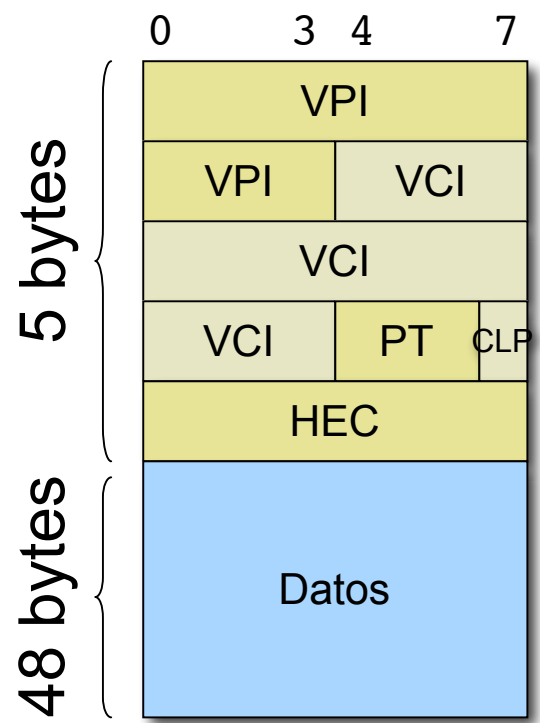
Cómo funciona ATM

- Orientado a conexión
- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión o señalización

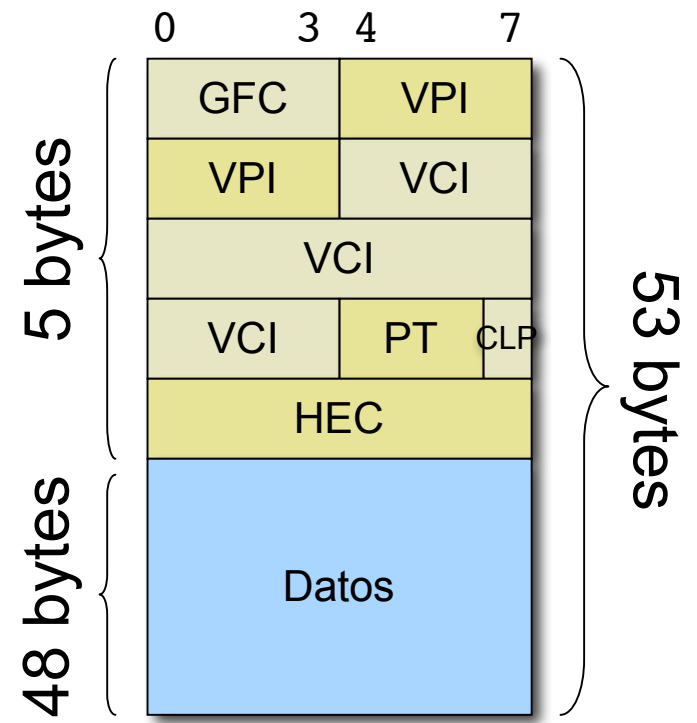


Celdas UNI y NNI

Celda NNI

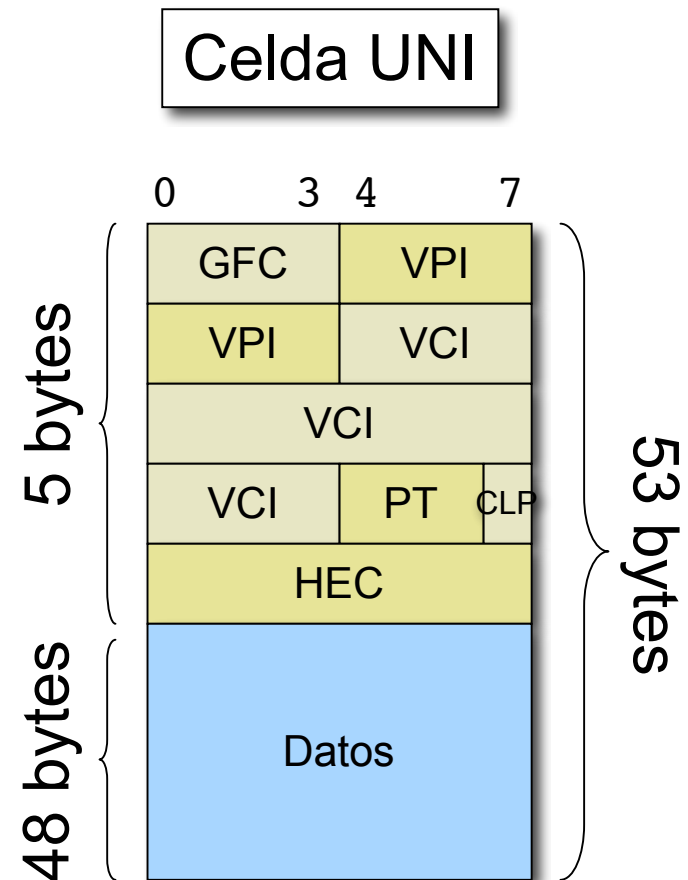


Celda UNI



Celdas UNI y NNI

- **GFC:** *Generic Flow Control*
 - Control de flujo con usuario
- **PT:** *Payload Type*
 - 3 bits: ABC
 - A: 0=data, 1=OAM
 - B: (con A=0) B=1=congestión
 - C: (usado por AAL5)
- **CLP:** *Cell Loss Priority*
 - 0: alta prioridad
 - 1: baja prioridad



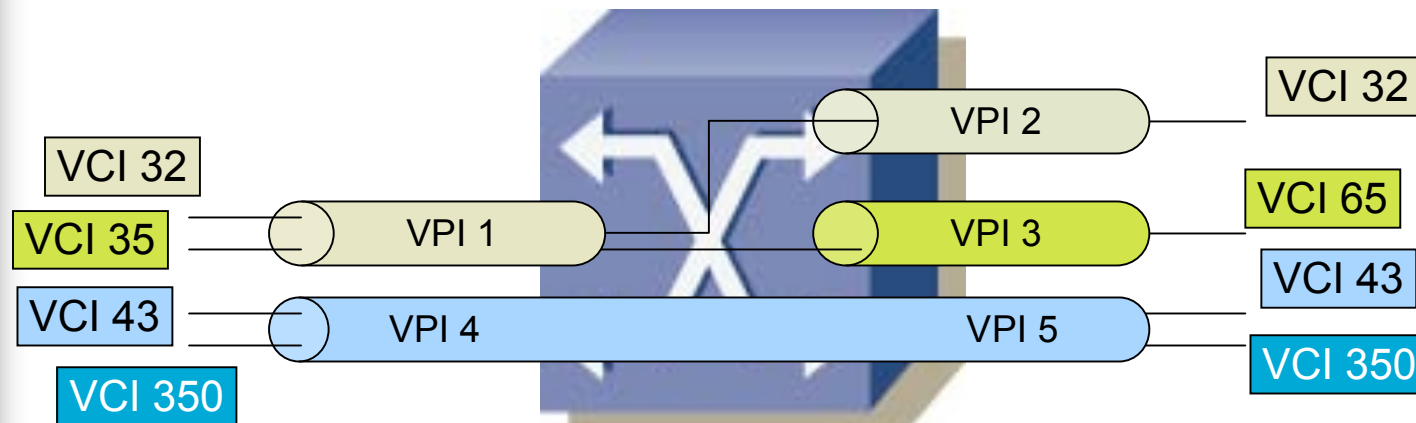
Conexiones en los conmutadores

VCC: Virtual Channel Connection

- La conmutación depende tanto del VPI como del VCI

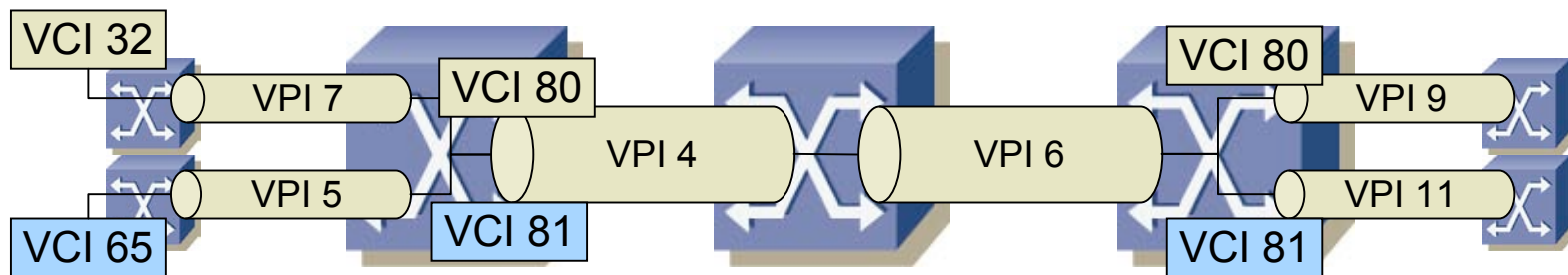
VPC: Virtual Path Connection

- La conmutación depende solo del VPI
- Usadas en el backbone



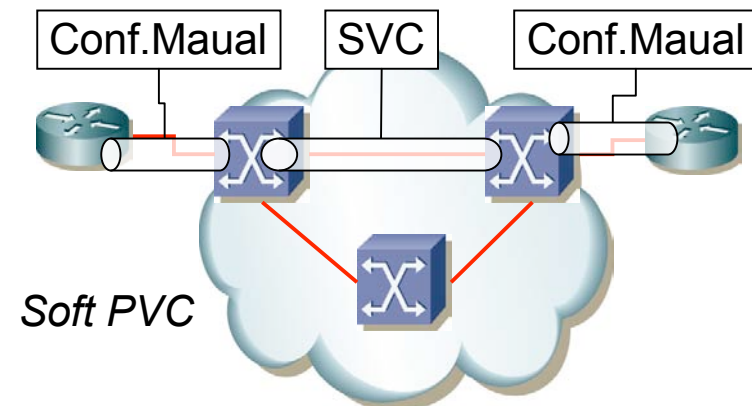
Input port	VPI	VCI	Output port	VPI	VCI
0	1	32	1	2	32
0	1	35	1	3	65
0	4	X	1	5	X

Ejemplo



Conexiones en los conmutadores

- PVC: *Permanent Virtual Circuit*
 - Configuración manual
 - Depuración más simple
 - No escala
- SVC: *Switched Virtual Circuit*
 - Establecido mediante señalización
 - Optimiza el camino. Se recupera de fallos de enlaces
 - Mayor complejidad
- Soft-PVC:
 - Configuración manual en los extremos
 - SVC en el interior de la red
- PVP: *Permanent VP*



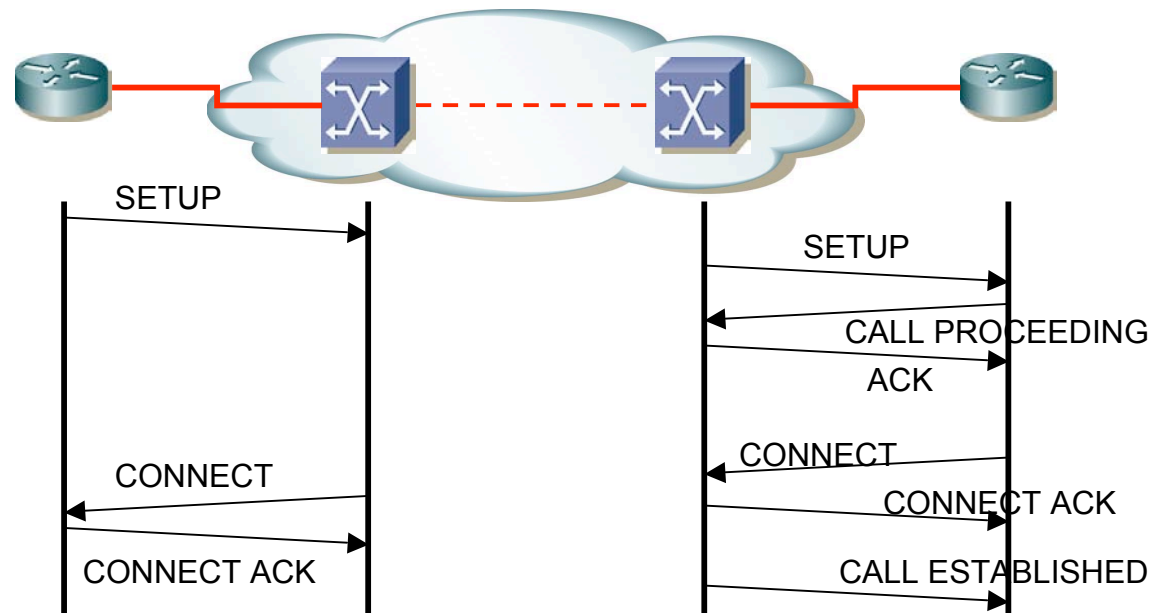
Señalización

PNNI

- Protocolo de enrutamiento
- Link-state
- Ofrece *Topology discovery* y *Call establishment*
- Ante una solicitud de establecimiento, el ingress switch localiza un camino que cumpla los requisitos de QoS

ILMI

- *Integrated Local Management Interface*
- Permite determinar el estado del elemento al otro lado de un enlace físico





Valores

- VCI 0-31 reservados
- 0/5: *UNI Call signaling*
- 0/16: *ILMI (Integrated Link Management Interface)*
- 0/18: *PNNI (Private Network-to-Network Interface)*

- Direccionamiento:
 - Estándar ITU E.164 para interfaces públicos
 - Extendido por el ATM Forum para interfaces privados



Calidad de servicio

- ATM ofrece varias clases de QoS
- Para servicios de tiempo real:
 - CBR: *Constant Bit Rate*
 - rt-VBR: *real-time Variable Bit Rate*
- Para servicios no RT:
 - nrt-VBR: *non-real-time Variable Bit Rate*
 - ABR: *Available Bit Rate*
 - UBR: *Unspecified Bit Rate*
 - GFR: *Guaranteed Frame Rate* (solo para VCCs)



Parámetros y descriptores de tráfico

- Los parámetros de tráfico describen las características del tráfico generado por una fuente
 - PCR (*Peak Cell Rate*)
 - SCR (*Sustainable Cell Rate*)
 - MBS (*Maximum Burst Size*)
 - MCR (*Minimum Cell Rate*)
 - MFS (*Maximum Frame Size*)
- El descriptor de tráfico de una fuente es el conjunto de parámetros de tráfico
- El descriptor de tráfico de una conexión incluye:
 - El descriptor de tráfico de la fuente
 - El CDVT (*Cell Delay Variation Tolerance*)
 - La técnica para decir qué celdas cumplen con los requisitos

CAC, *Policing* y *Shaping*

■ *Connection Admission Control*

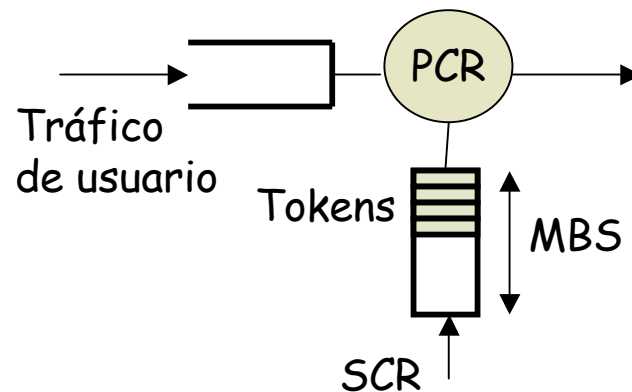
- Durante el establecimiento de la conexión
- Acciones para determinar si se permite o no

■ *Policing*

- Acciones sobre las celdas que exceden el contrato de tráfico
- Las marca con CLP=1
- Serán la primeras en descartarse en caso de congestión

■ *Traffic Shaping*

- Obligar a que se cumpla los parámetros de tráfico





UPC (*Usage Parameter Control*)

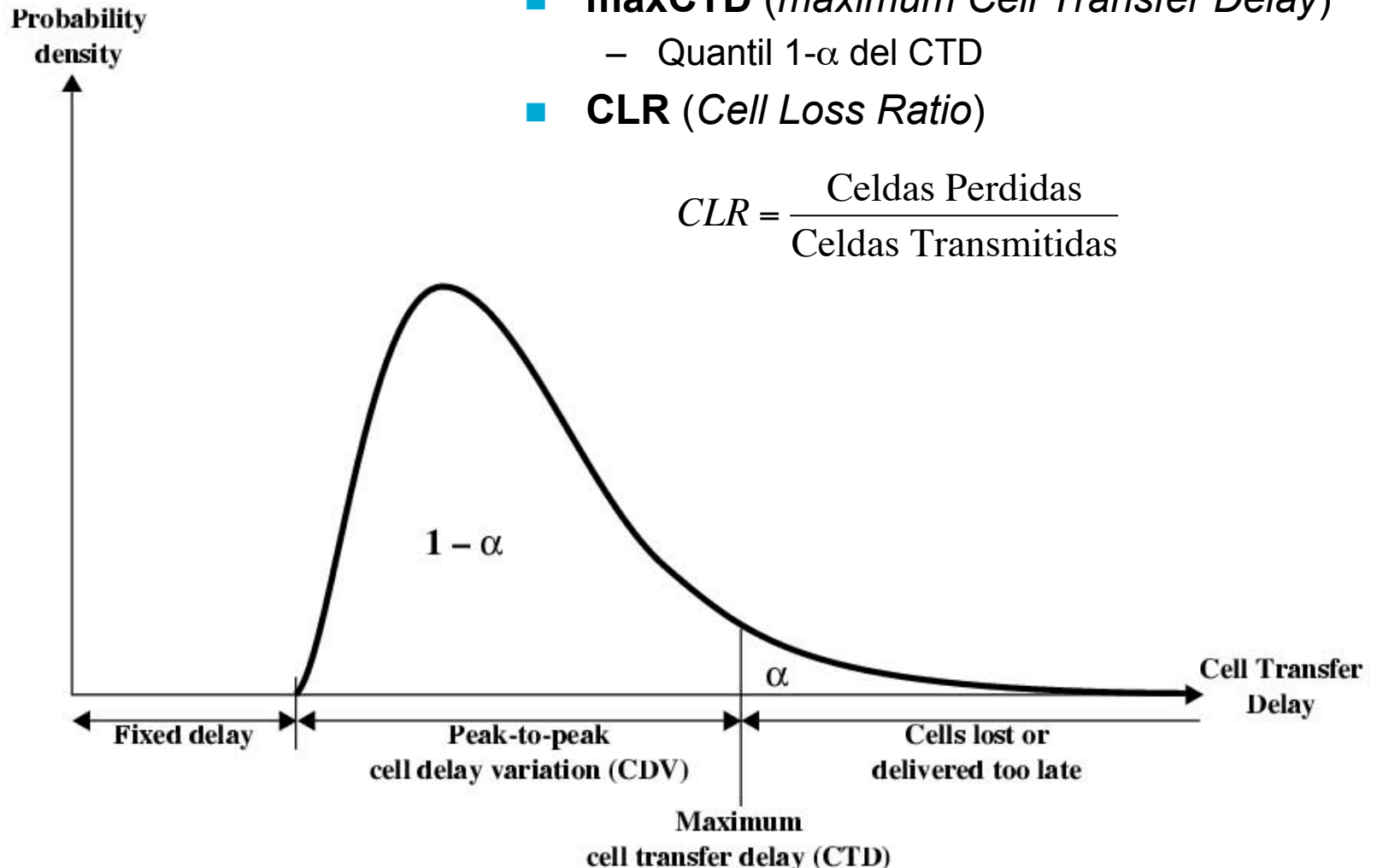
- Acciones que lleva a cabo la red para:
 - Verificar que el tráfico del usuario cumple con lo acordado
 - Forzar a que lo cumpla
- UPC para UNI, NPC para NNI
- GCRA (*Generic Cell Rate Algorithm*)
 - Para cada celda dice si cumple con el contrato
 - La UPC puede usar GCRA u otro equivalente
 - Es un *Leaky-Bucket* de estado continuo

Parámetros de QoS

CTD = *Cell Transfer Delay*

- **peak-to-peak CDV** (*Cell Delay Variation*)
- **maxCTD** (*maximum Cell Transfer Delay*)
 - Quantil $1-\alpha$ del CTD
- **CLR** (*Cell Loss Ratio*)

$$CLR = \frac{\text{Celdas Perdidas}}{\text{Celdas Transmitidas}}$$





CBR

- Conexiones que requieren una cantidad de BW continuo y estático
- Parámetros: PCR
- Máxima prioridad
- Calidad síncrona garantizada
- Usos:
 - Voz de tasa constante
 - Vídeo
 - Datos
 - Emulación de circuitos TDM

rt-VBR

- Parámetros: PCR, SCR, MBS
- Usos:
 - Aplicaciones con requisitos de retardo y variación del mismo
 - Vídeo y audio comprimido



nrt-VBR

- Parámetros: PCR, SCR, MBS
- No asegura límites en el retardo

UBR

- No hay garantías
- Se puede especificar un PCR para CAC y UPC
- Usos
 - Datos



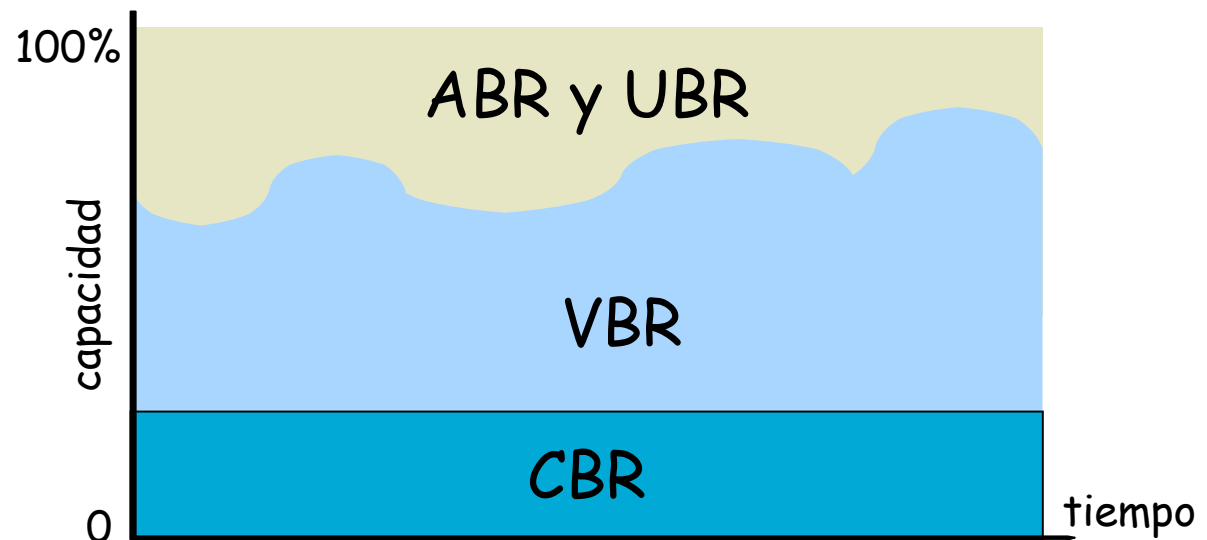
ABR

- Soporta que cambien las características de límite de tráfico ofrecidas por la red
- Emplea control de tráfico mediante realimentación para ajustar la tasa de la fuente
- RM-cells (*Resource Management*)
- No acota el retardo o la variación del mismo
- Parámetros:
 - PCR
 - MCR (*Minimum Cell Rate*)

GFR

UBR+ (UBR-G)

- Para tramas AAL-5
- UBR + MCR
- La red intenta descartar tramas en vez de celdas
- Parámetros:
 - PCR, MCR, MBS
 - MFS (*Maximum Frame Size*)

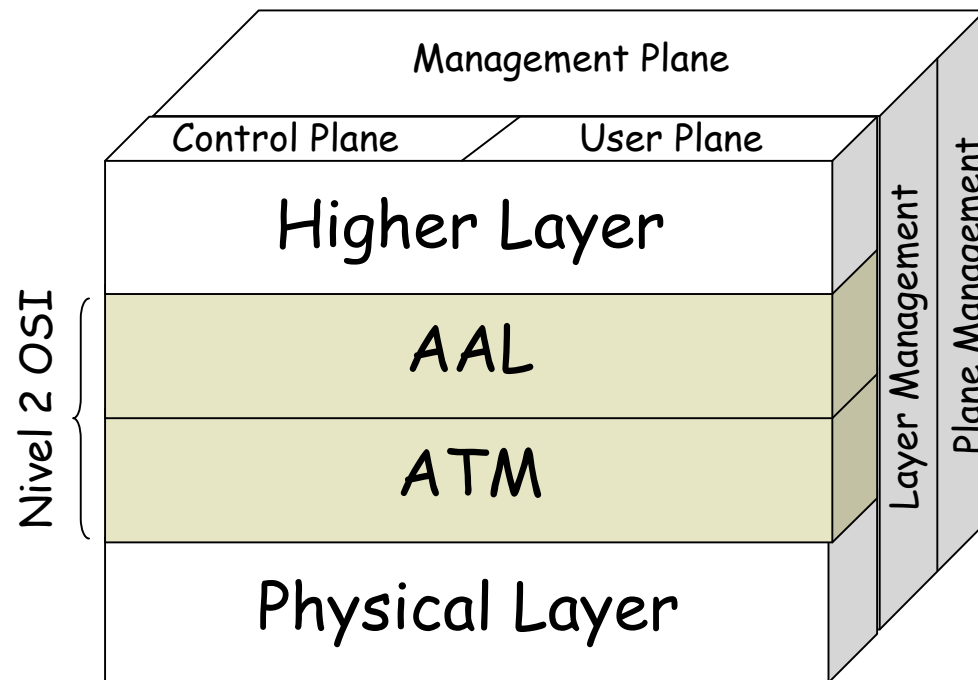


Atributos aplicables

Attribute	ATM Layer Service Category					
	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	UBR	ABR	GFR
Traffic Parameters₄:						
PCR and CDVT ₅	Specified			Specified ₂	Specified ₃	Specified
SCR, MBS, CDVT ₅	n/a	Specified		n/a		
MCR	n/a				Specified	n/a
MCR, MBS, MFS, CDVT ₅	n/a					Specified
QoS Parameters₄:						
Peak-to-peak CDV	Specified			Unspecified		
MaxCTD	Specified			Unspecified		
CLR	Specified			Unspecified	See Note 1	See Note 7
Other Attributes:						
Feedback	Unspecified				Specified ₆	Unspecified

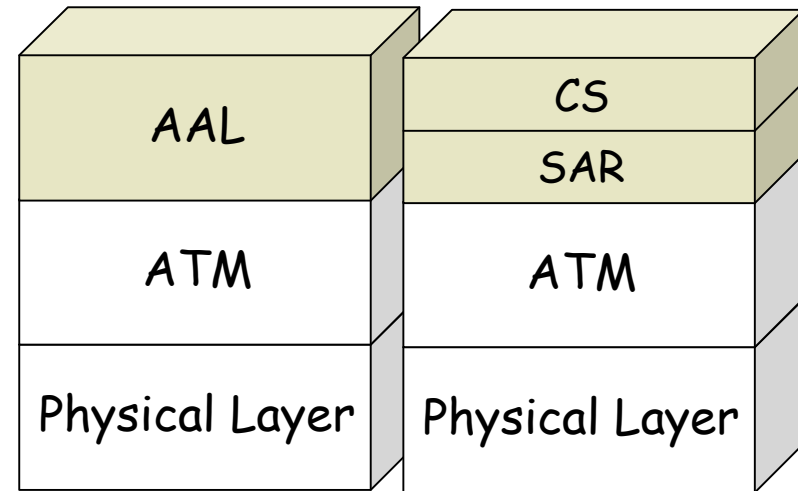
Modelo general: 3 planos

- Usuario: responsable de gestionar la transferencia de datos
- Control: generación y gestión de señalización
- Gestión:
 - *Layer Management*: Específico de cada capa
 - *Plane Management*: gestiona funciones que afectan al sistema completo



Capa de adaptación

- Para el soporte de protocolos no basados en ATM
- Incluye dos sub-capas:
 - CS (*Convergence Sublayer*)
 - Para el soporte de aplicaciones específicas
 - SAR (*Segmentation And Reassembly*)
 - Adapta las tramas del nivel superior a celdas y viceversa

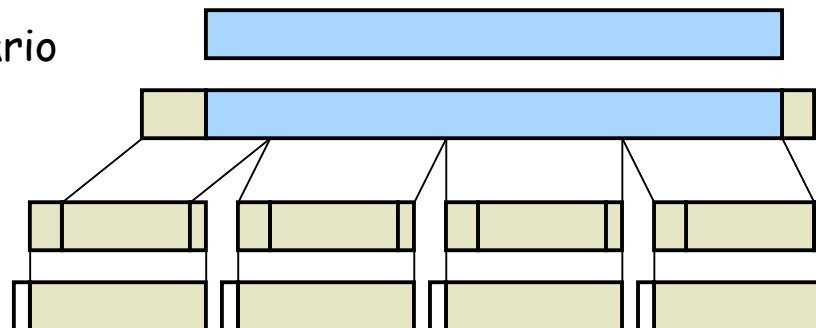


Datos de usuario

PDU CS

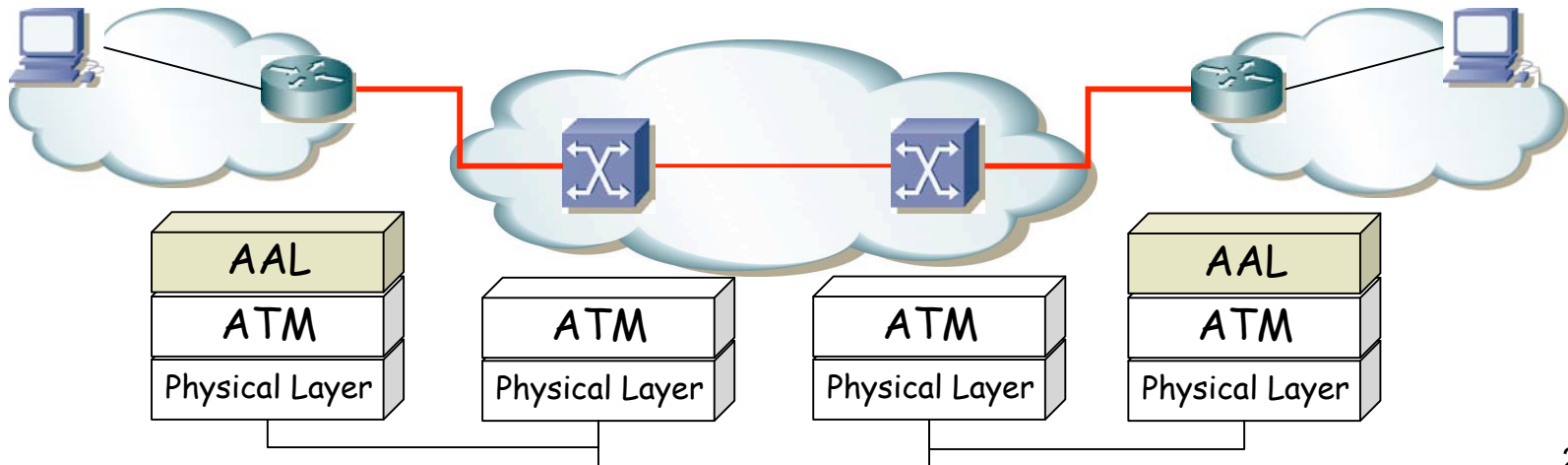
PDU_s SAR

Celdas ATM



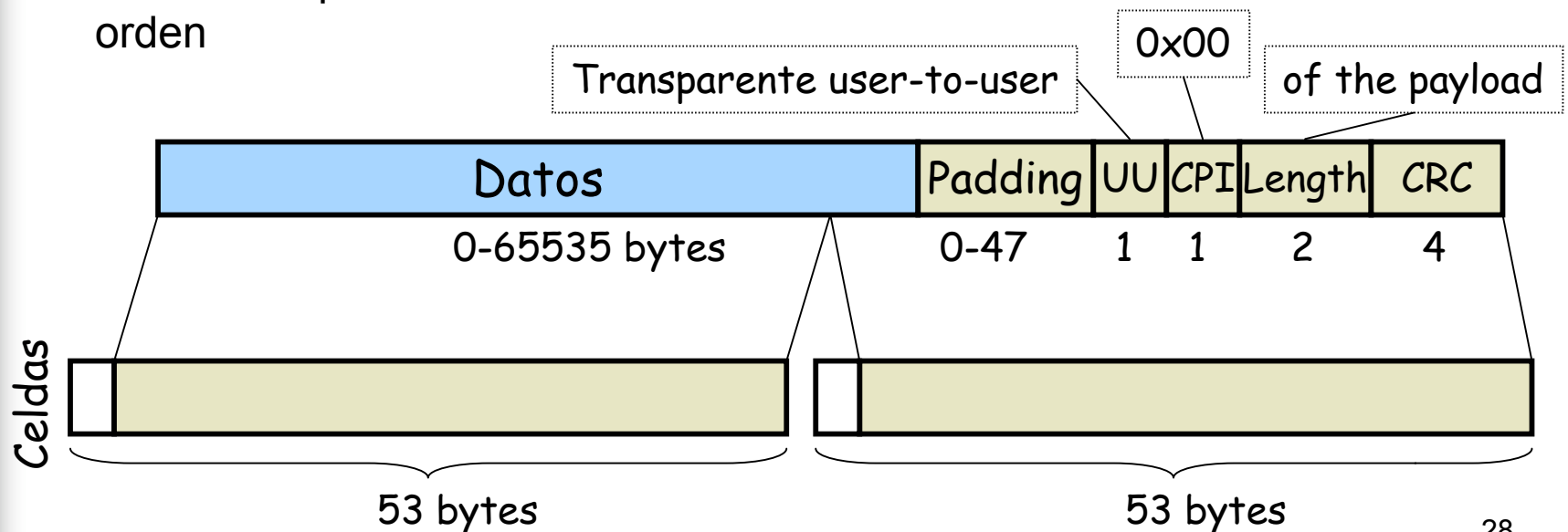
Capa de adaptación

- End-to-end. Solo en los extremos del circuito
- AAL Type 0 (*raw cells*)
- AAL Type 1
 - Para fuentes CBR (T1, E1, voz, videoconferencia)
 - SAR simplemente empaqueta los bits en celdas
 - Requiere sincronización en capa física
- AAL Type 2
 - Fuentes VBR (Voz y vídeo comprimido)
- AAL Type 3/4
 - Fuentes VBR, datos
- AAL Type 5
 - Similar a 3/4
 - Menor sobrecarga de protocolo



AAL 5

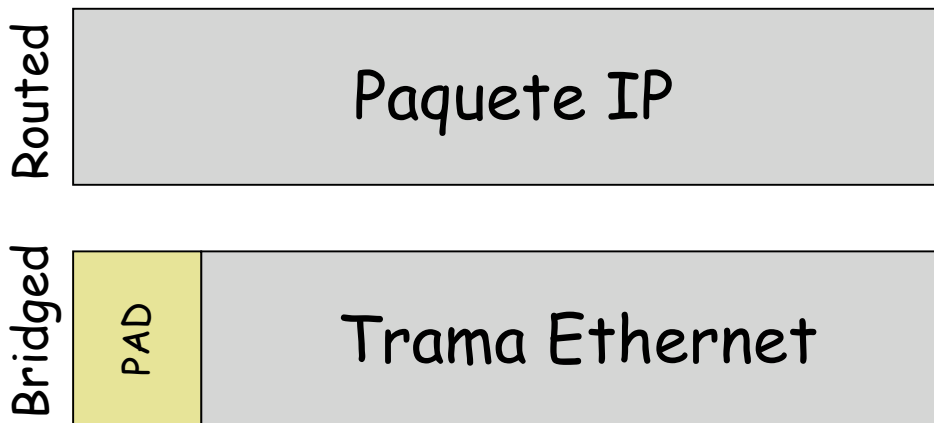
- SEAL (*Simple and Easy Adaptation Layer*)
- El más utilizado
- Empleado para el transporte de IP
- ¿Cómo reconoce el fin de trama?
 - El 3º bit del campo PT
 - La última celda vale 1
 - Funcionalidad de la capa CS
- Recordar que ATM mantiene el orden
- ¿Tipo de la trama?
 - No hay campo que lo indique
 - Debe indicarlo nivel superior o
 - Ponerse de acuerdo en usar un solo protocolo sobre AAL5
- No se pueden mezclar las celdas de diferentes tramas pues no se distinguirían
- GFR está diseñado para AAL 5



Transporte sobre ATM (RFC 2684)

“VC Multiplexing”

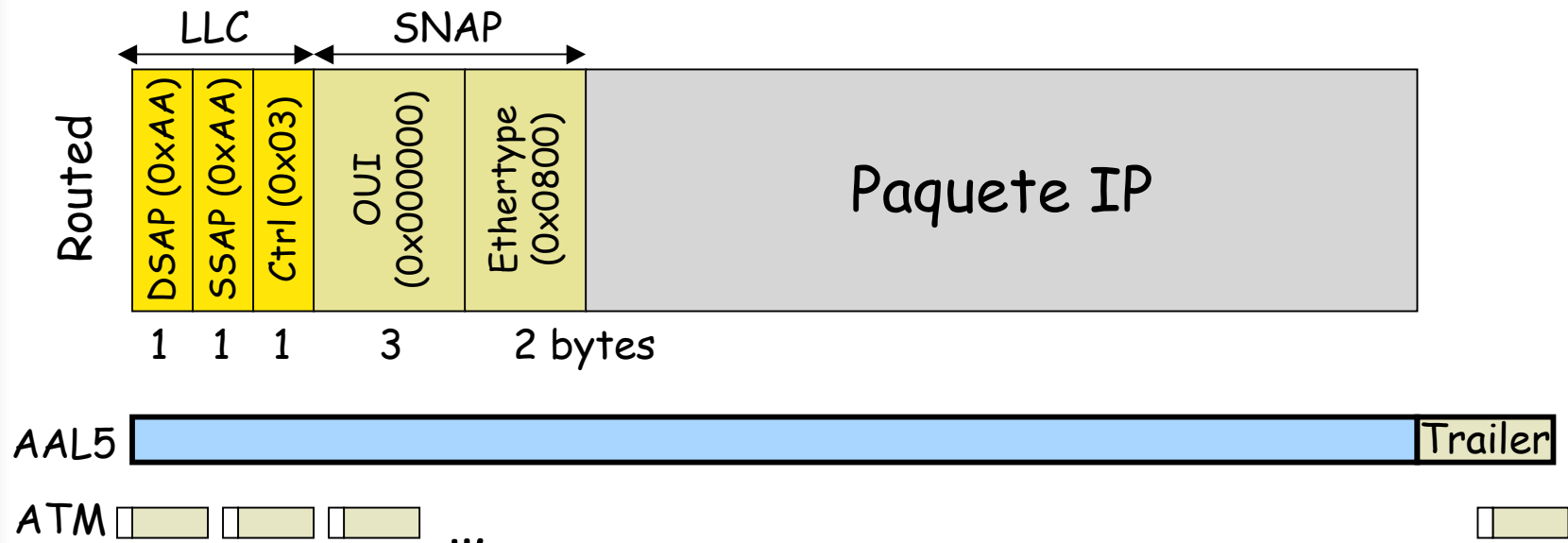
- Cada VC lleva tráfico de un solo protocolo
- Reduce la sobrecarga de cabeceras
- Reduce la sobrecarga de procesamiento por paquete
- AAL5
- “*Routed protocols*”: Protocolos “Enrutados” (IP, IPX...). Directamente en la trama
- “*Bridged protocols*”: Protocolos “Punteados” (Ethernet, FDDI...). *Padding* para alineamiento seguido por la trama



Transporte sobre ATM (RFC 2684)

“LLC Encapsulation”

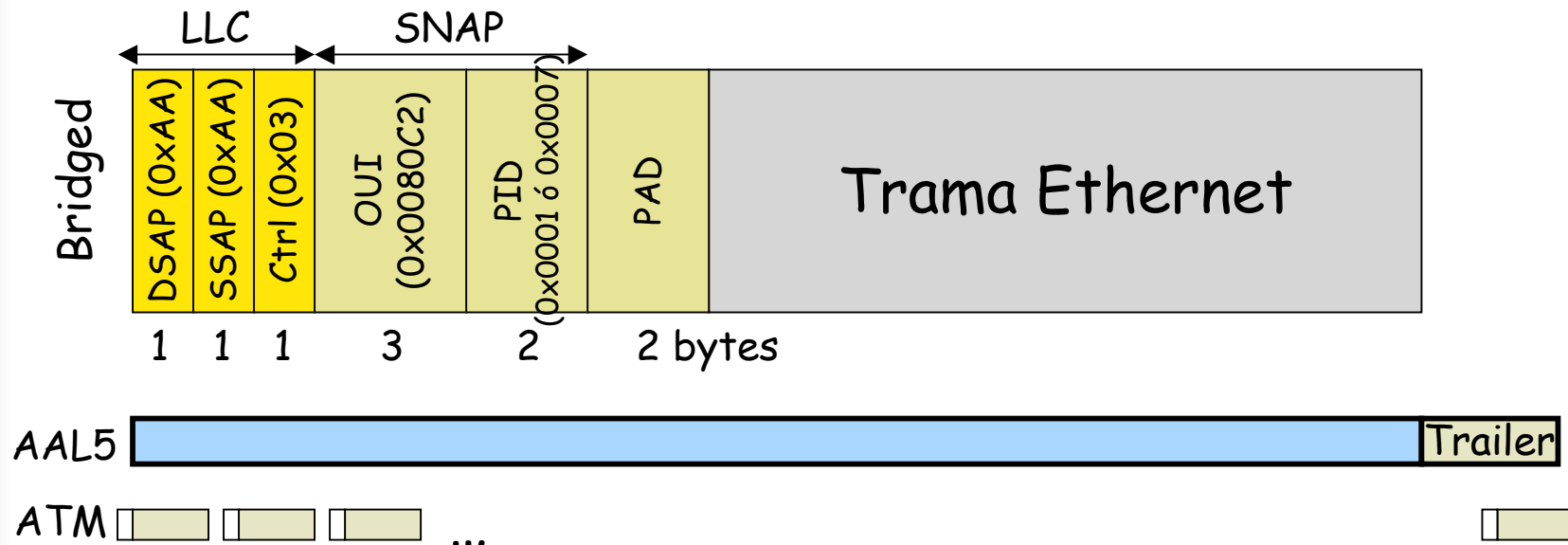
- Permite multiplexar varios protocolos sobre un VC
- Soporta protocolos “routed” (IP, IPX...) y “bridged” (Ethernet, FDDI...)
- Emplea 802.1a SNAP
- AAL5



Transporte sobre ATM (RFC 2684)

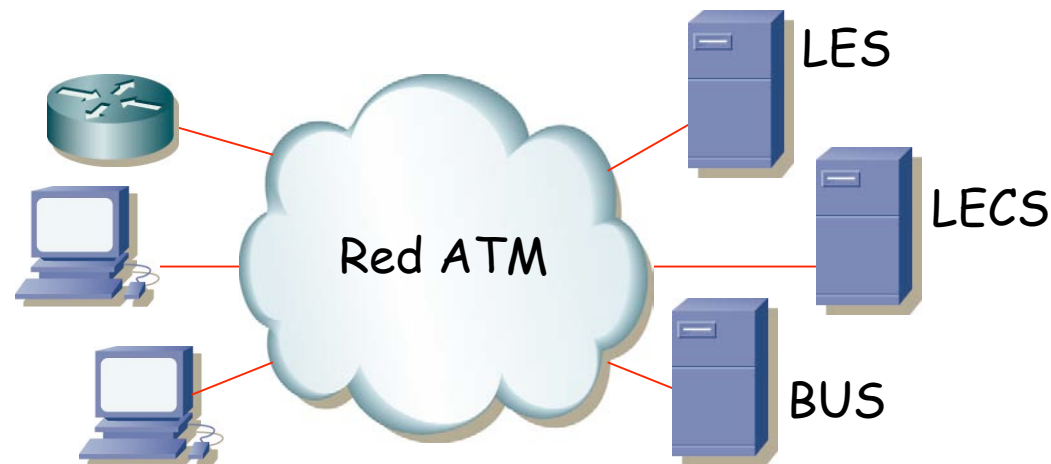
“LLC Encapsulation”

- Permite multiplexar varios protocolos sobre un VC
- Soporta protocolos “routed” (IP, IPX...) y “bridged” (Ethernet, FDDI...)
- Emplea 802.1a SNAP
- AAL5



LANE (*LAN Emulation*)

- Ofrece las funcionalidades de una LAN Ethernet o Token Ring sobre una red ATM
- Transparente para los niveles superiores
- Requiere varios servidores
 - LES (*LAN Emulation Server*)
 - LECS (*LAN Emulation Configuration Server*)
 - BUS (*Broadcast and Unknown Server*)



Transporte de ATM

2 sub-capas:

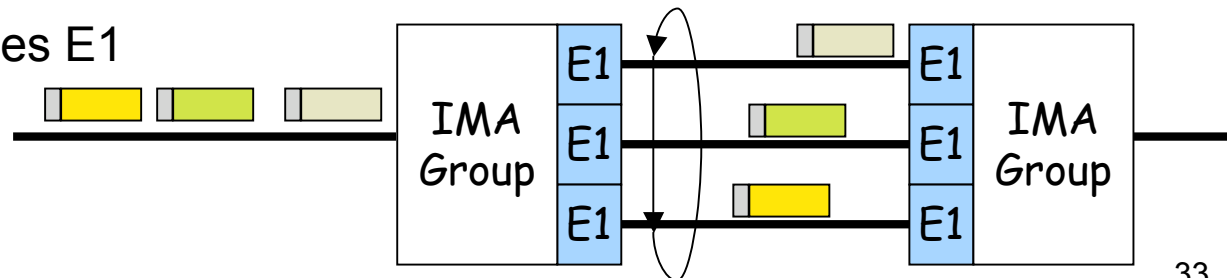
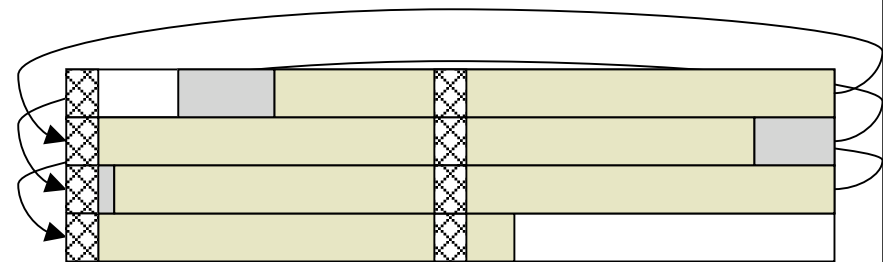
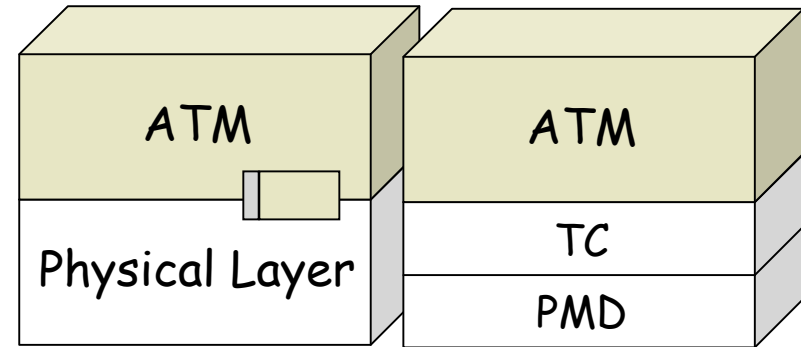
- TC (*Transmission Convergence*)
- PMD (*Physical Medium Dependent*)

Sobre PDH:

- Sobre E1 empla los slots 1-15 y 17-31
- Celda alineada a octeto
- Cruza frontera de trama
- Sobre E1/T1 fraccional
- Relleno con celdas vacías

IMA (*Inverse Multiplexing for ATM*)

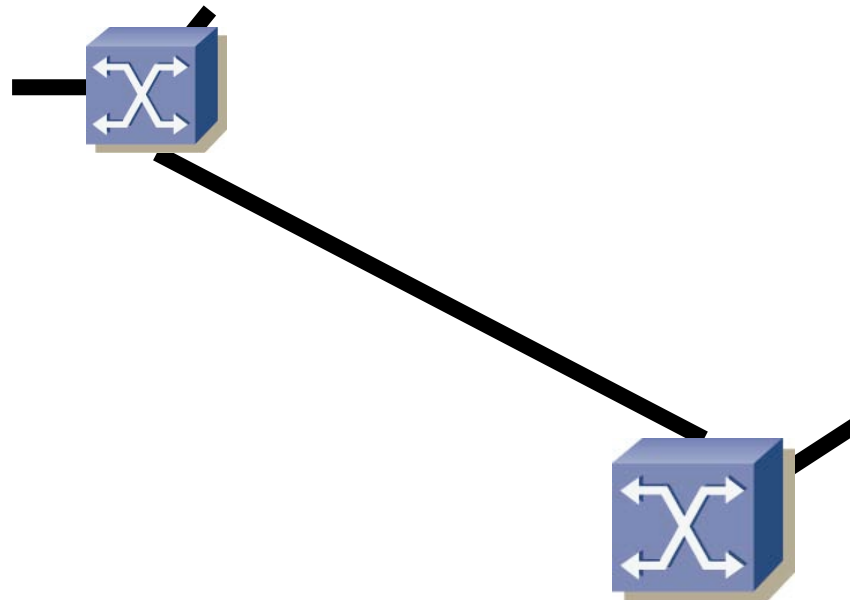
- Combina múltiples E1



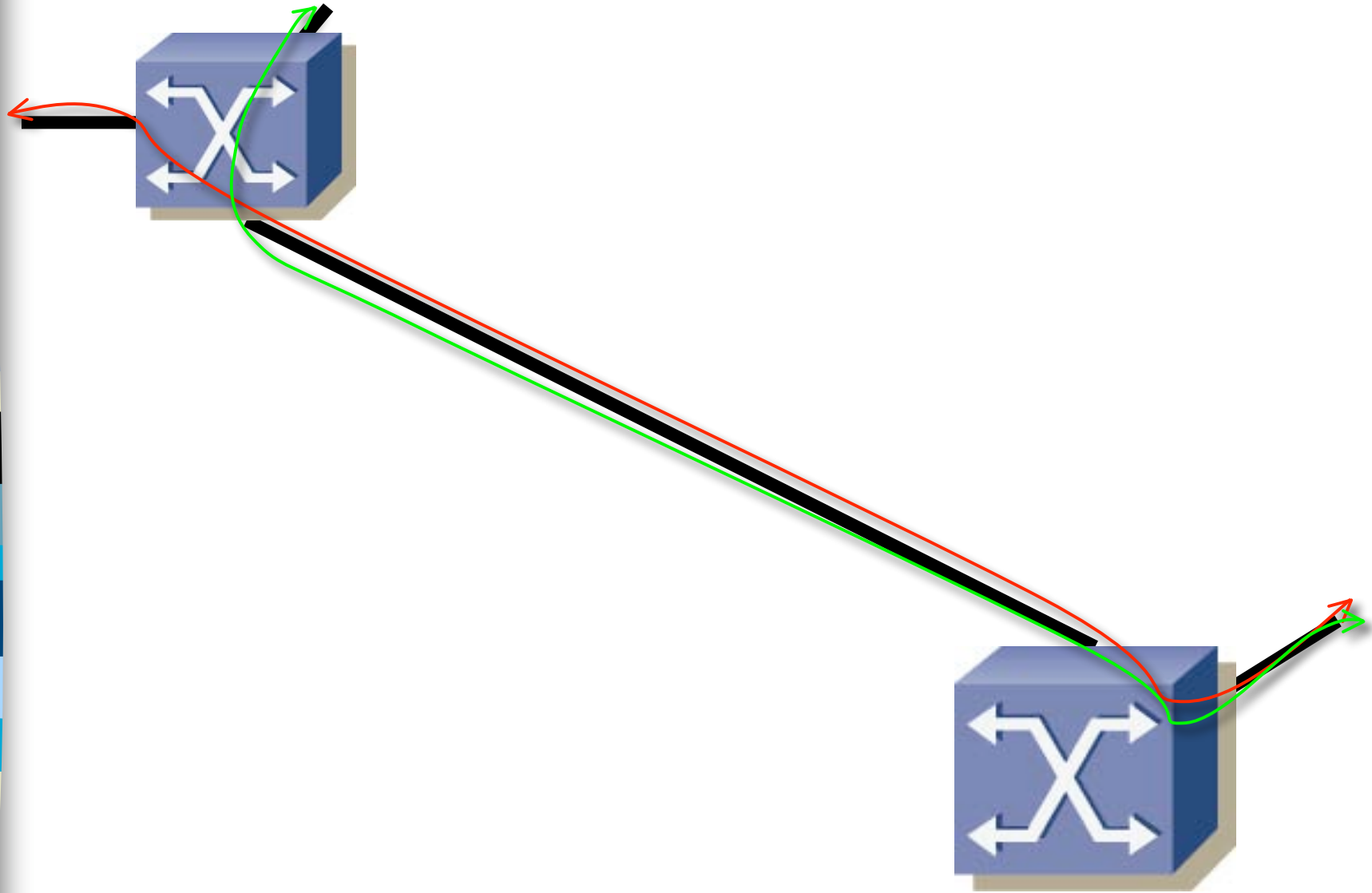
Transporte de ATM

■ Sobre SONET/SDH

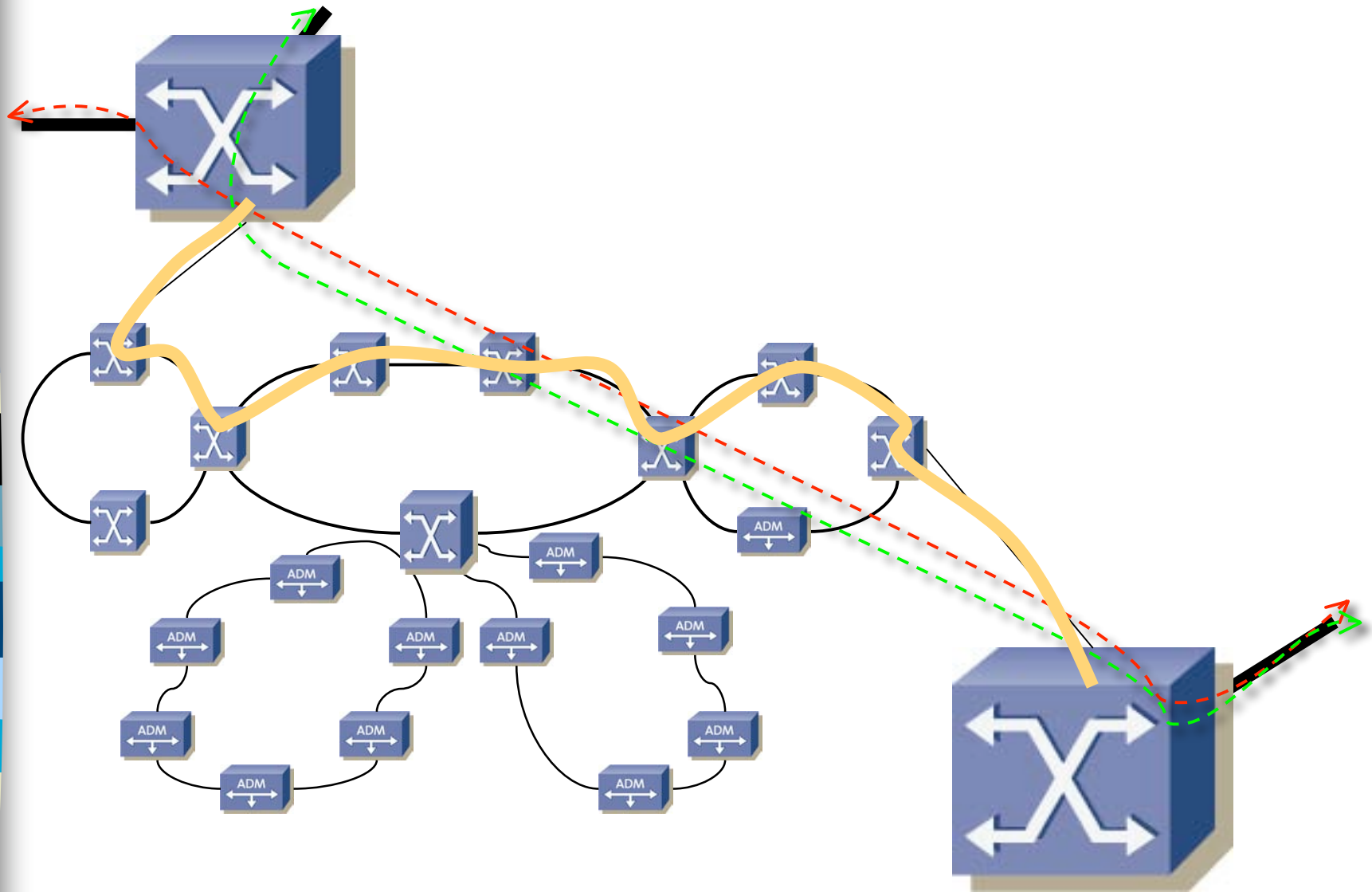
- *Scrambling* del payload de las celdas
- Celdas dentro del SPE empleando el puntero H1-H2
- Se llena el flujo con celdas vacías



Transporte de ATM sobre SDH



Transporte de ATM sobre SDH





Transporte de ATM

- Sobre Ethernet

- FATE (*Frame-Based ATM Transport over Ethernet*)
- Tramas AAL5
- Solo UNI

- Sobre bus Utopia, sobre par trenzado (25.6Mbps), POF (*Plastic Optical Fiber*)...



OAM

- *Operations, Administration and Management*
- Ofrece gestión de fallos e integridad en VPs/VCs
- Celdas con primer bit del PT a 1:
 - Celdas F4: Empleadas en VPs
 - Celdas F5: Empleadas en VCs
- *OAM Endpoints:*
 - *Connection endpoint:* Final de un circuito virtual
 - *Segment endpoint:* Se pueden configurar al final de un segmento
 - Pueden enviar celdas de *loopback* que son devueltas por otro *endpoint*
 - Un fallo se notifica a los *endpoints*



ATM

Ventajas

- Celdas pequeñas de tamaño constante: más sencillo hacer conmutadores de alta velocidad
- Permite la multiplexación estadística del tráfico
- Soporte multiservicio con QoS

Desventajas

- Mejoras tecnológicas en conmutación de paquetes de longitud variable
- 9.4% de sobrecarga de cabecera
- Escasas aplicaciones multimedia hoy en día
- Complejo de gestionar
- Complejo y caro como solución para LAN
- No ha llegado hasta el escritorio (falta de API)