



ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
Área de Ingeniería Telemática

ATM

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

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios
3º Ingeniería de Telecomunicación



Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
3. Redes de área local
4. Protocolos de Internet
5. Conmutación de paquetes
6. Conmutación de circuitos
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio



Temario

1. Introducción
2. Protocolos y arquitectura
3. Redes de área local
4. Protocolos de Internet
5. Conmutación de paquetes
 - Principios
 - Problemas básicos
 - Encaminamiento
 - + arquitectura de routers
 - Transporte fiable y Control de flujo
 - Control de congestión
 - **Un ejemplo de red de conmutación de circuitos virtuales (ATM)**
6. Conmutación de circuitos
7. Gestión de recursos en conmutadores
8. Protocolos de control de acceso al medio

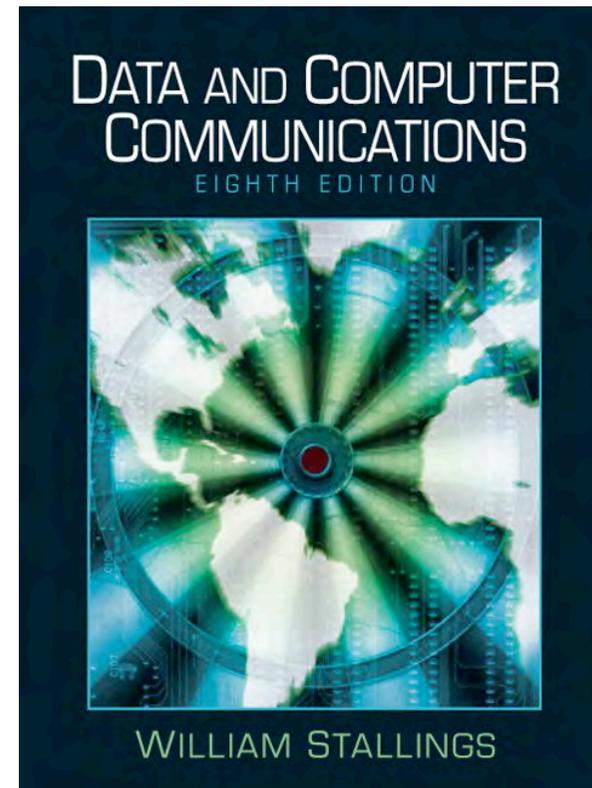


Material

Del capítulo 11 de

W. Stallings,

Data and Computer Communications





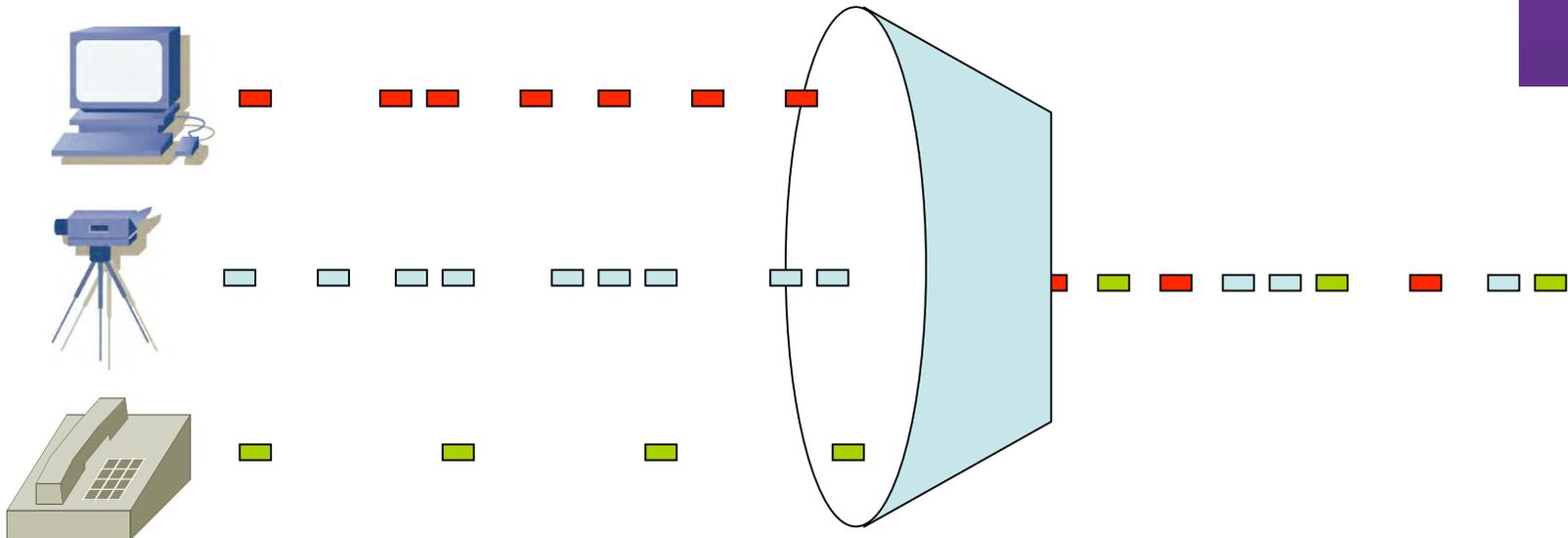
ATM

- ATM : Asynchronous Transfer Mode
- Estandar de ITU-T y el ATM forum
- Años 80
- Elegida por la ITU para ser la RDSI de banda ancha (BISDN)
Una sola red para todo tipo de tráfico (Voz, video, datos...)
- Conmutación de paquetes
 - Soporta multiples conexiones lógicas sobre un mismo interfaz físico (eficiencia)
- Conmutación de circuitos
 - Capacidad garantizada y retardo acotado
- Conmutación de paquetes basada en circuitos virtuales
- ATM usa paquetes pequeños de longitud constante llamados celdas
- Con mínimo control de errores y de flujo
 - No garantiza llegada
 - Mantiene el orden de las celdas
- Velocidades de 25.6Mbps a 622.08Mbps



Por qué ATM?

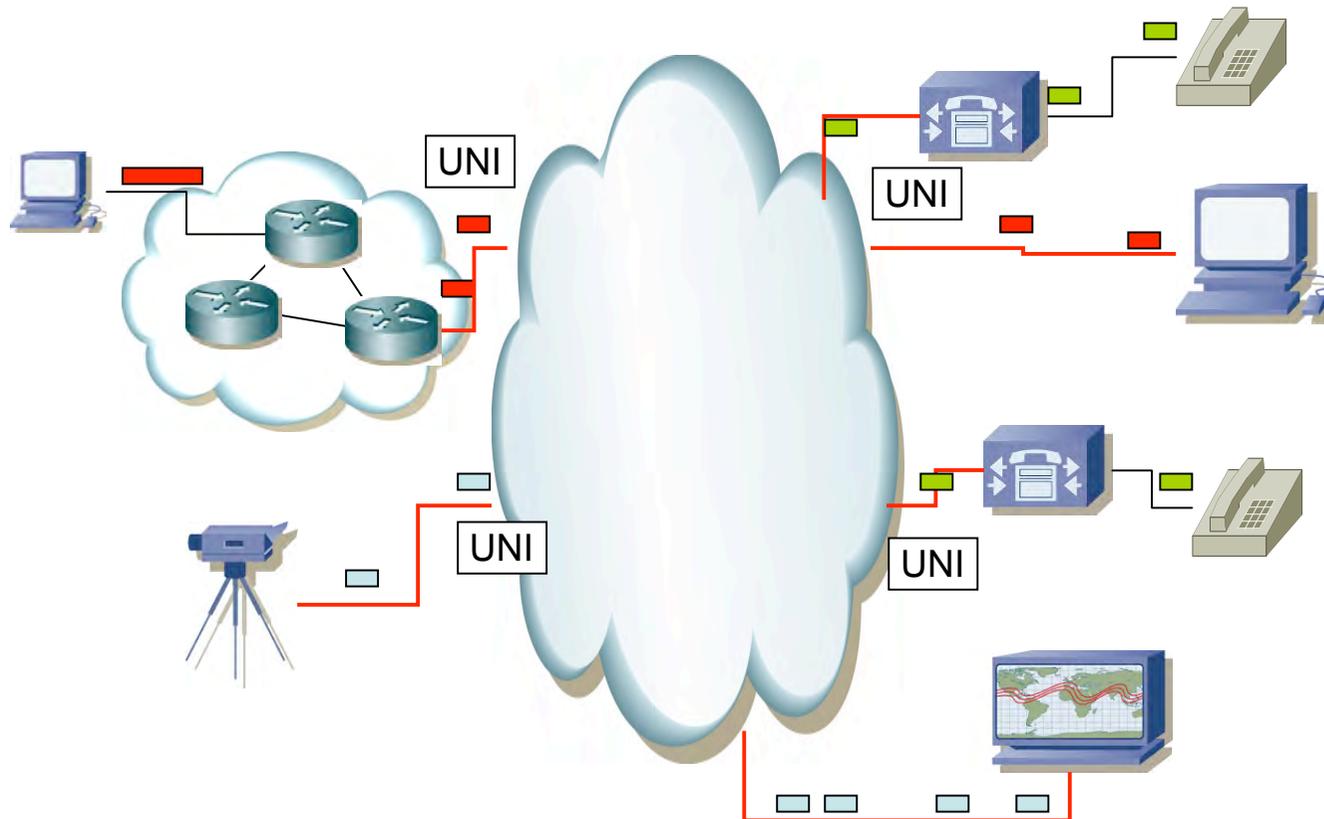
- Mínima funcionalidad en la cabecera de las celdas (más eficiencia)
- Aprovecha la *multiplexación estadística* (más eficiencia, el canal se aprovecha si hay algo que transmitir)
- Paquetes pequeños para reducir la variación del retardo (el objetivo es una red que soporte servicios multimedia)





Elementos de una red ATM

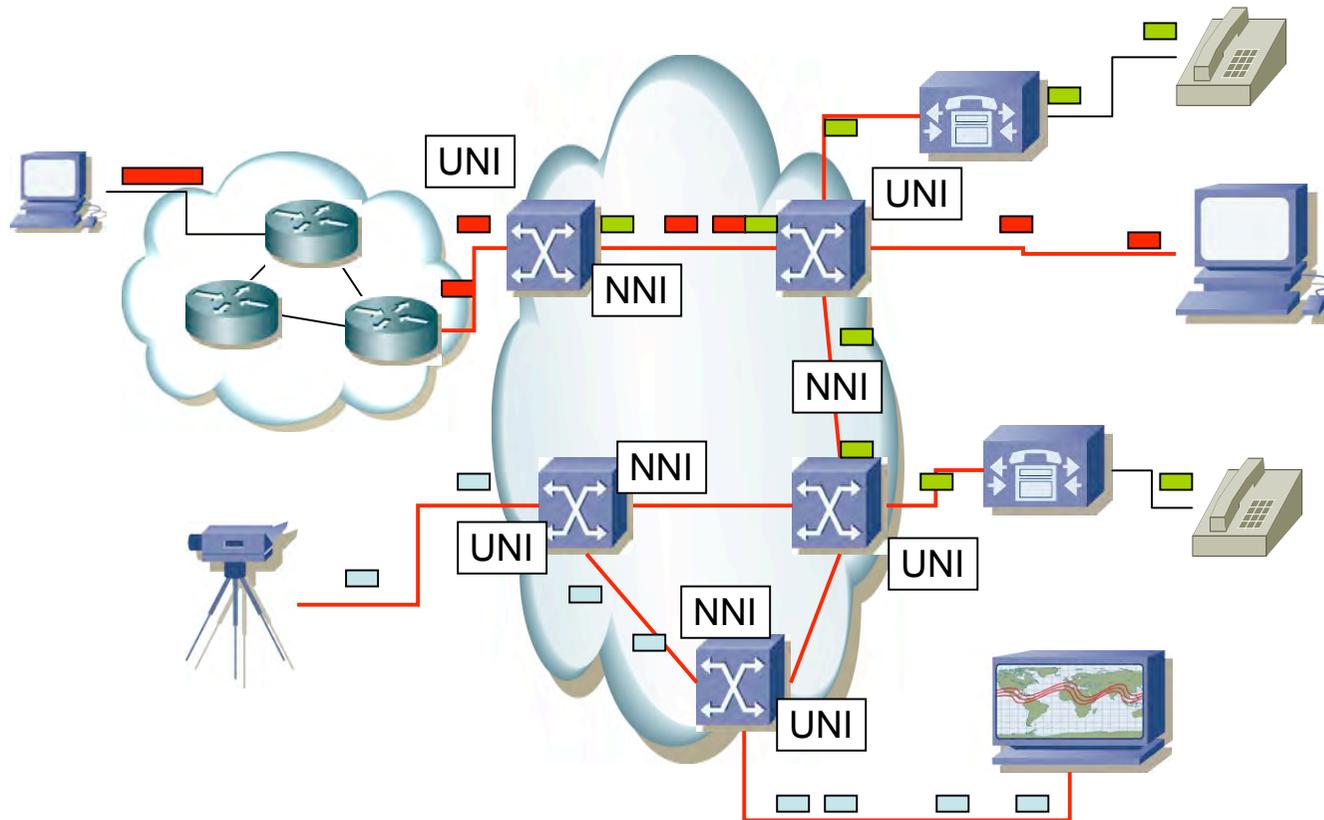
- Conmutadores ATM
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posibilidad punto-a-multipunto
- UNI: *User to Network Interface*
- NNI: *Network to Network Interface*





Elementos de una red ATM

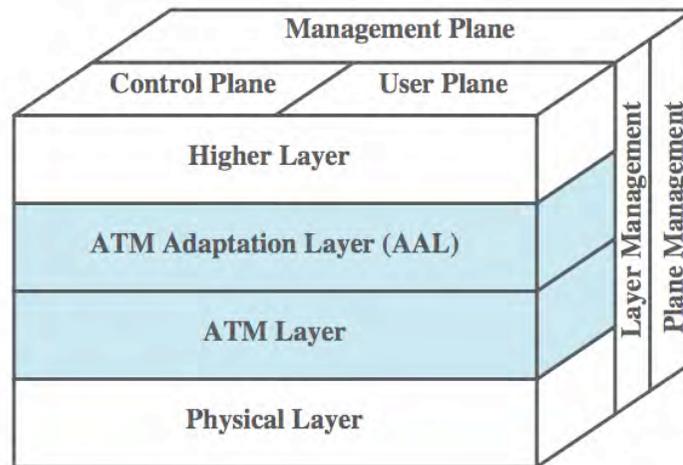
- Conmutadores ATM
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posibilidad punto-a-multipunto
- UNI: *User to Network Interface*
- NNI: *Network to Network Interface*





Arquitectura de protocolos

- Plano de usuario
 - Proporciona transferencia de información del usuario
- Plano de control
 - Control de conexiones/llamadas
- Plano de gestión
 - Gestión del sistema y parámetros de los diferentes niveles



- Niveles superiores
- Nivel de adaptación a ATM
~transporte
- Nivel de red = nivel ATM
- Nivel físico



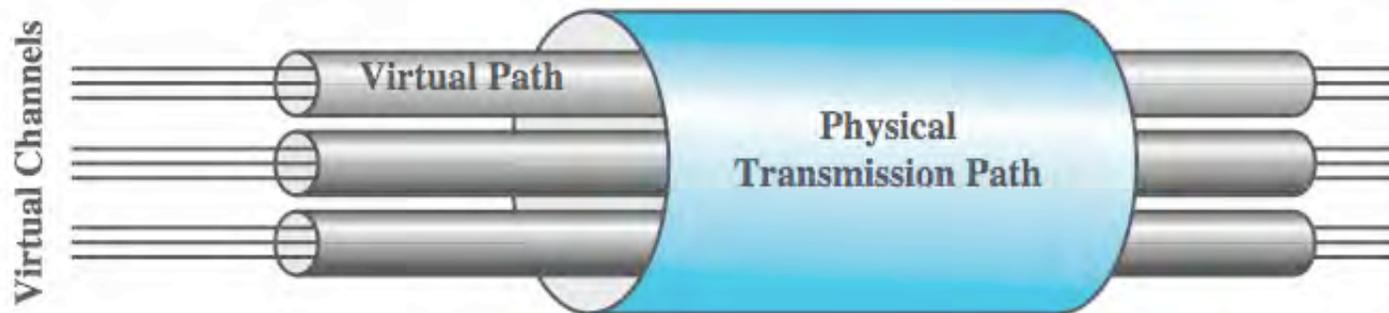
ATM conexiones lógicas

- Interfaz del nivel de red orientado a conexión
- Virtual Channel Connections (VCC)
 - Circuitos virtuales de ATM
- Es la unidad básica de conmutación entre usuarios finales
 - full duplex
 - celdas de tamaño fijo
- Se utiliza también para
 - Señalización usuario-red (control)
 - Señalización red-red (network mgmt & routing)



ATM virtual paths

- Virtual Path Connection (VPC)
Caminos virtuales?
 - Grupo de VCCs que se conmutan juntos



- Simplifican la conmutación de muchos circuitos que van al mismo destino



Usos de los VCCs/VPCs

- Entre usuarios
 - Transporte de datos extremo a extremo
 - Control extremo a extremo
 - Se pueden establecer VPCs que proporcionan una capacidad global para todos los VCCs dentro
- Entre usuarios y entidades de red
 - Para señalización de control
 - VPCs para agregar tráfico de usuario
- Entre entidades de red
 - Gestión e ingeniería de tráfico
 - Enrutamiento



VP/VC características

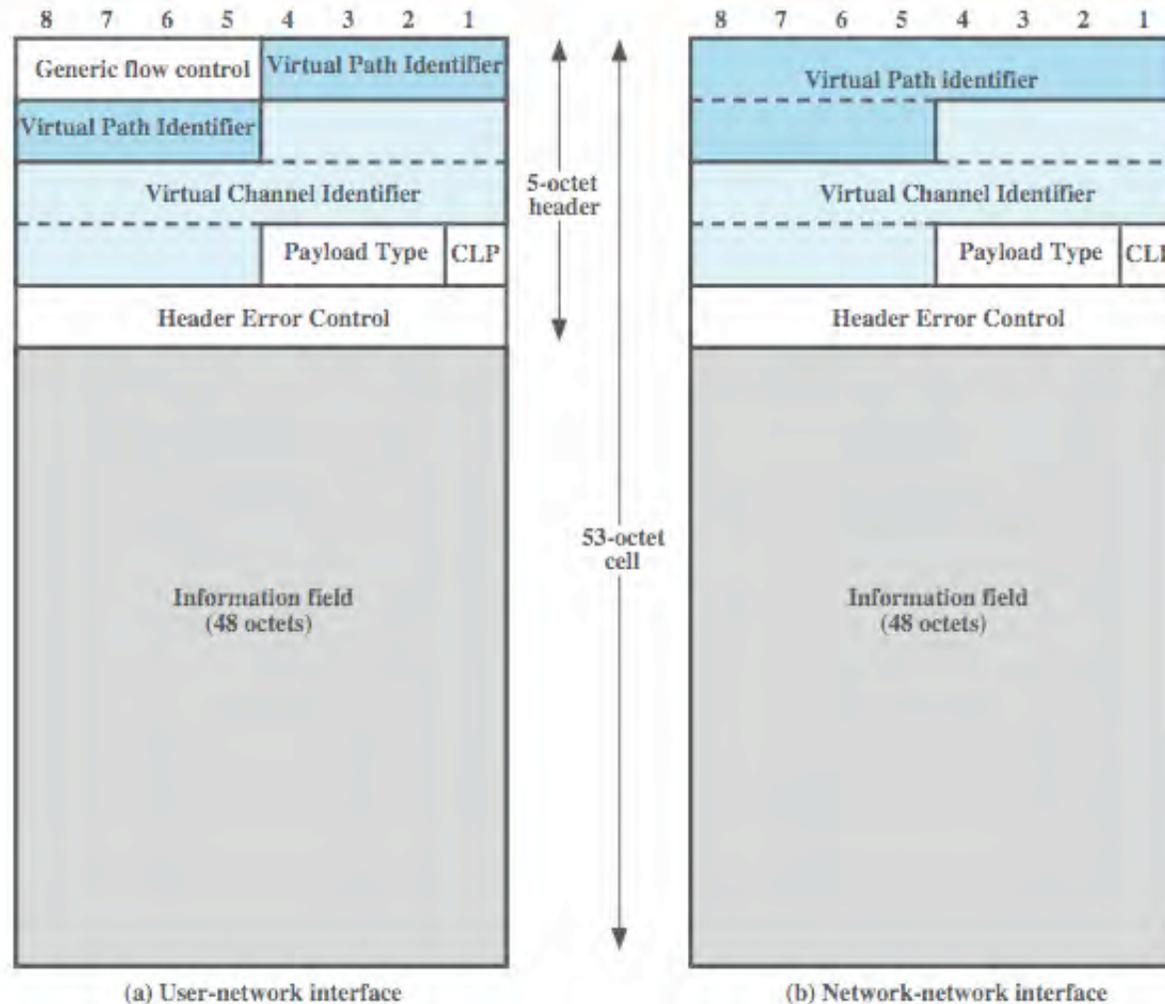
Características recomendadas por la ITU-T I.150

- Calidad de servicio (QoS)
 - Al establecer el circuito se establecen ciertos parámetros específicos de calidad como la tasa de pérdida de celdas permitidas y variaciones del retraso (jitter)
- VP/VC conmutados y semi-permanentes
 - SVC, SVP (switched VP o VC)
 - Circuitos establecidos y conmutados bajo demanda
 - PVC, PVP (permanent VP o VC)
 - Circuitos de larga duración que se establecen por configuración
- Integridad de secuencia de celdas
 - Se mantiene el orden en que se entregan las celdas (aunque si que pueden perderse)
- Negociación y monitorización de parámetros del tráfico
 - Los parámetros de tráfico de un VC/VP se pueden negociar entre el usuario y red en el establecimiento. La red monitorizará los parámetros para ver si el usuario incumple
- VPC
 - Ciertos identificadores de circuito virtual están reservados para gestión y no puede usarlos el usuario



Formato celdas ATM

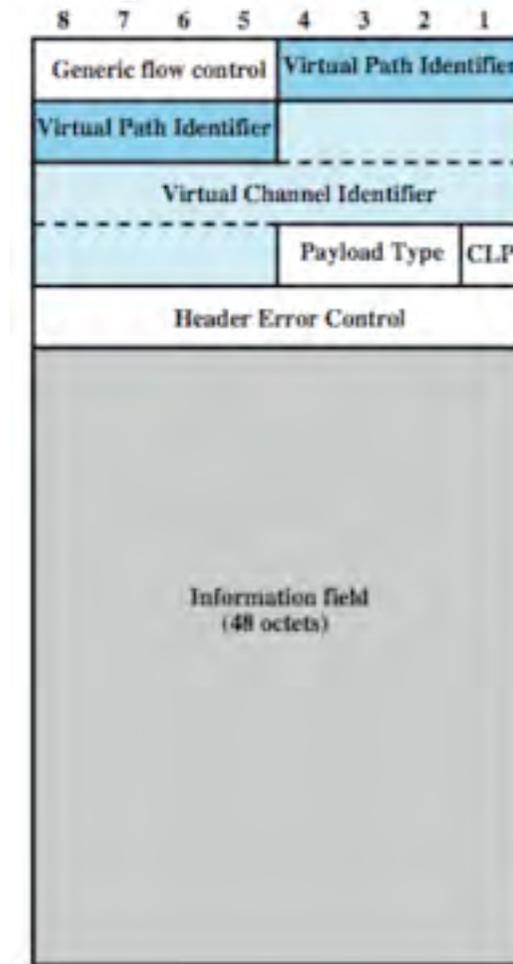
- Diferente en UNI y NNI
- 48 bytes de datos + 5 bytes de cabecera





Formato celdas ATM

- Virtual path identifier
 - 8 bits en UNI (256 VPs)
 - 12 bits en NNI (4096 VPs)
- Virtual channel identifier
 - 16 bits (65536 VCs en cada VP)
- La red sólo puede soportar 256 x 65536 conexiones?





Forwarding con circuitos virtuales

- En una red de **conmutación de datagramas**, cada paquete se reenvía consultando la **tabla de rutas** con el destino del paquete
- En una red de **conmutación de circuitos virtuales**... cada paquete se reenvía consultando el circuito virtual de salida que corresponde al circuito virtual de entrada en la **tabla de circuitos establecidos**
 - Búsqueda más rápida
 - El circuito virtual es una etiqueta local al enlace
 - Al pasar por el nodo de conmutación se cambia el identificador de circuito virtual al correcto para el siguiente enlace (intercambio de etiquetas)



Forwarding con circuitos virtuales

Ejemplo

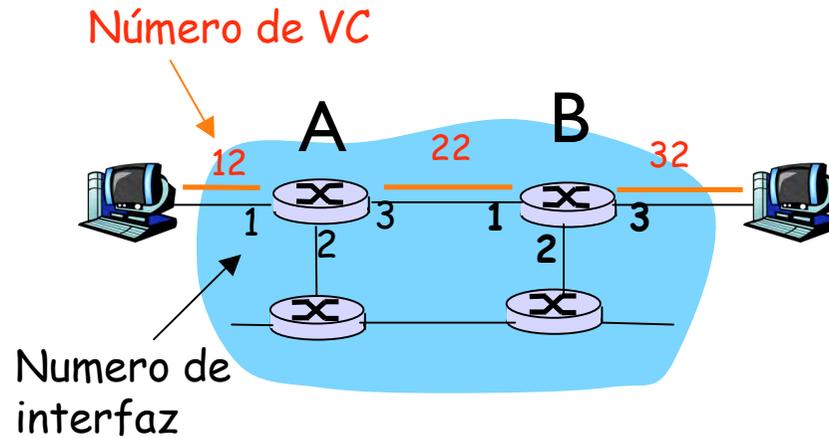


Tabla del router A

Interfaz IN	#VC IN	Interfaz OUT	#VC OUT
1	12	3	22
2	63	1	18
3	7	2	17
1	97	3	87
...

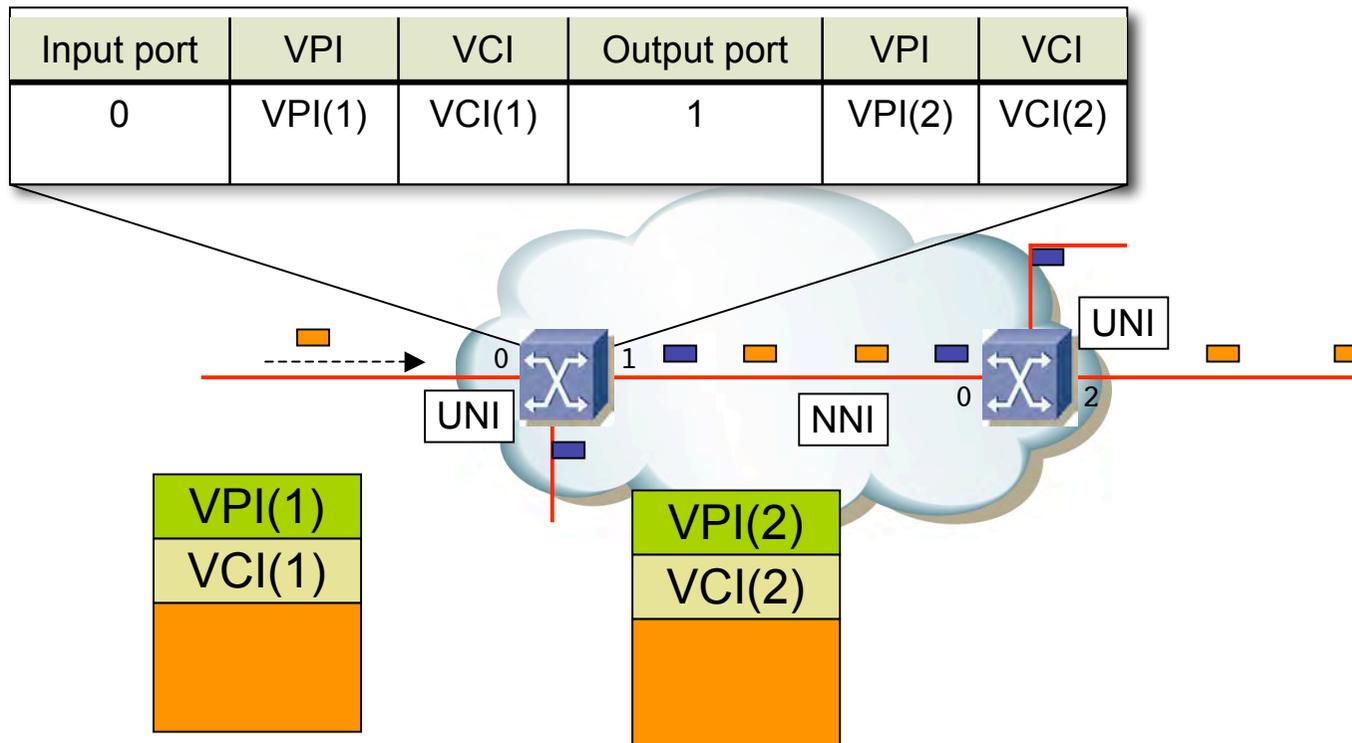
Tabla del router B

Interfaz IN	#VC IN	Interfaz OUT	#VC OUT
2	22	3	18
2	34	3	2
1	22	3	32
...



Conmutación de VCs

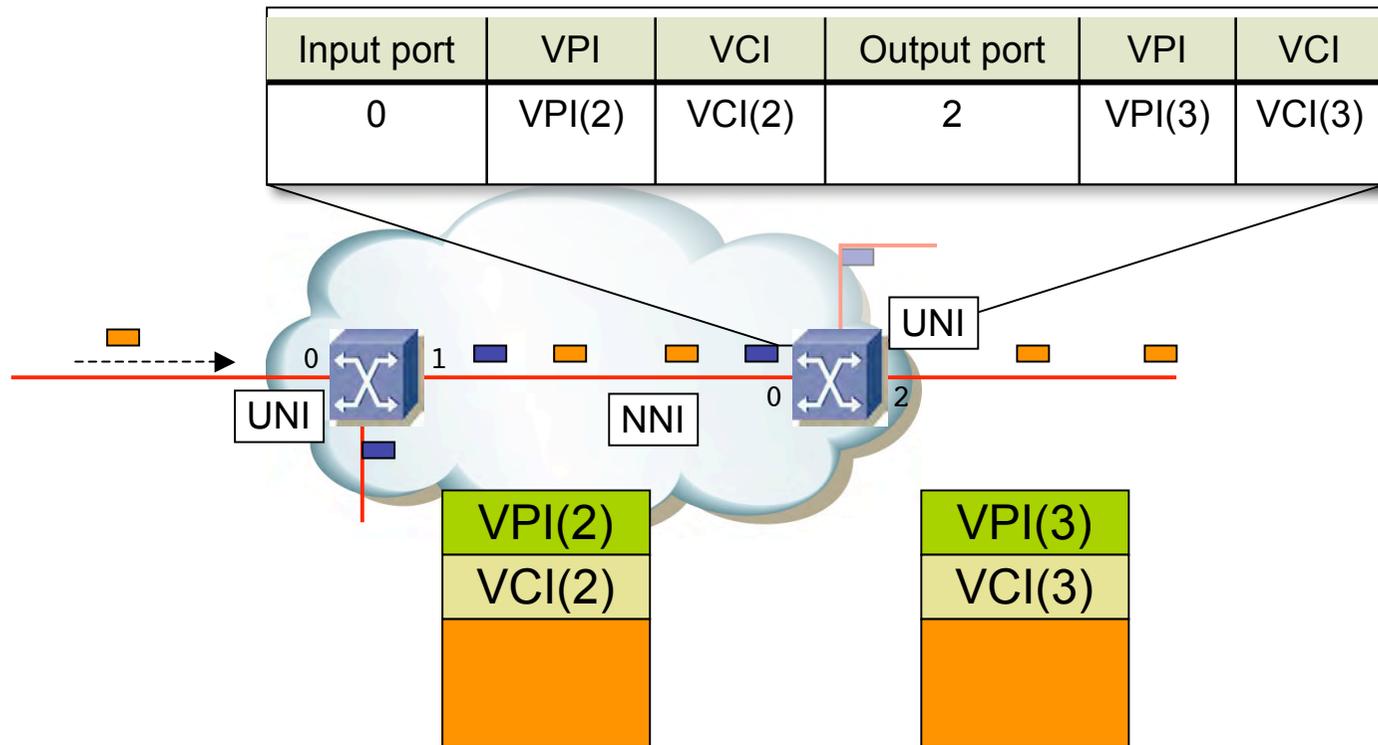
- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión (PVCs) o señalización (SVCs)





Conmutación de VCs

- Circuitos virtuales
- VPI/VCI identifica al circuito
- Solo tiene sentido localmente al nodo
- Circuitos full-duplex
- Se establecen mediante gestión (PVCs) o señalización (SVCs)





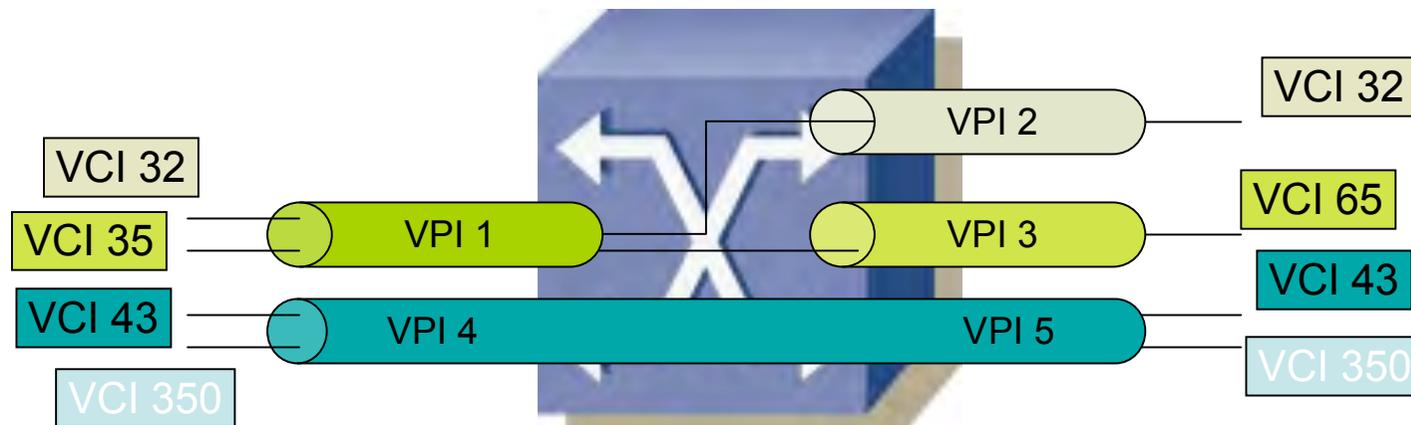
Conexiones en los conmutadores

VCC: *Virtual Channel Connection*

- La conmutación depende tanto del VPI como del VCI

VPC: *Virtual Path Connection*

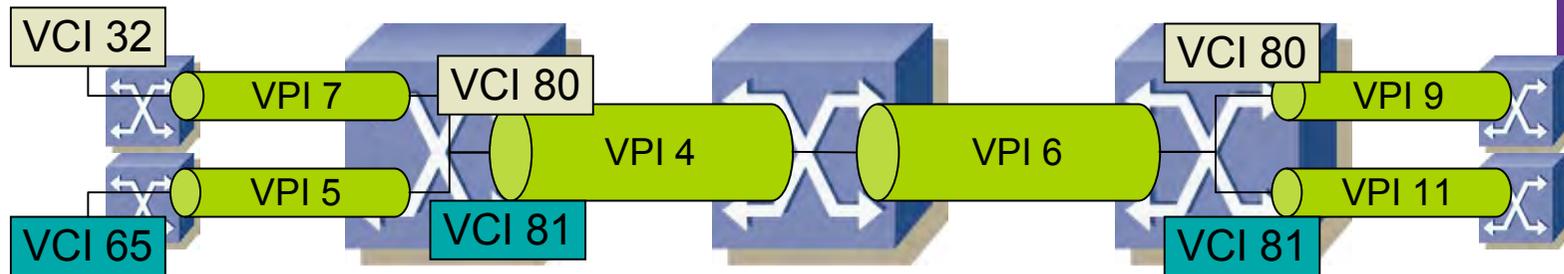
- La conmutación depende solo del VPI
- Usadas en el backbone



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





Establecimiento de circuitos

- PVC, PVP

Configuración por el administrador.

Equivalente a enrutamiento estático

- SVC, SVP

Protocolos de señalización para establecer y liberar llamadas

- En el interfaz UNI

- Circuitos reservados para señalización (0/5)

- En el interfaz NNI

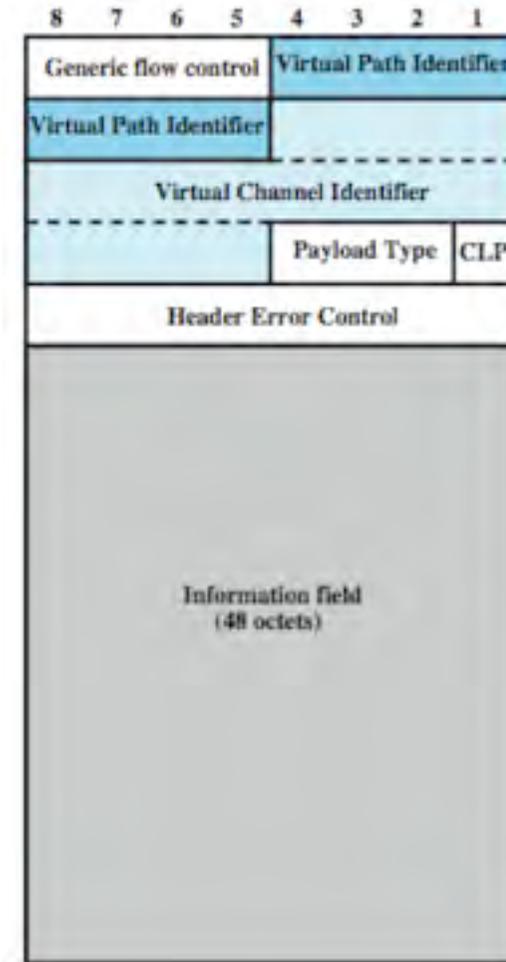
- PNNI

- Enrutamiento de llamadas de tipo link-state



Formato celdas ATM

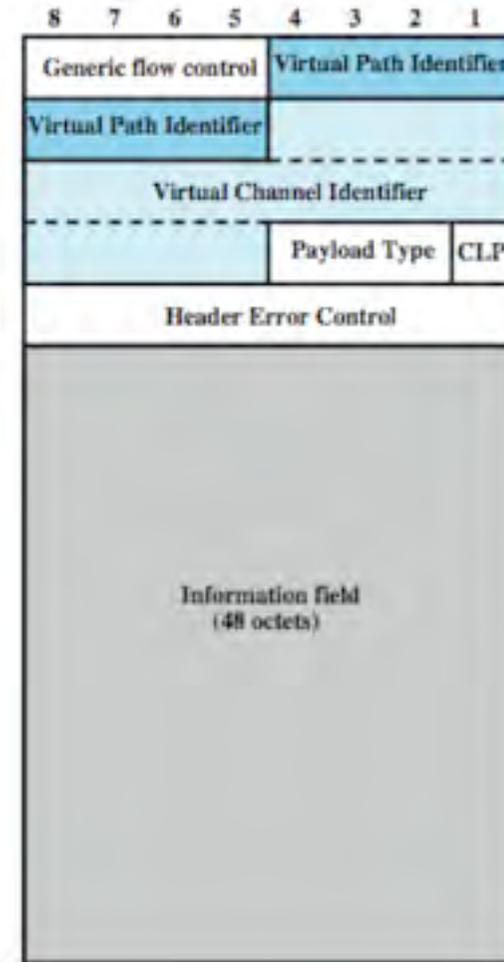
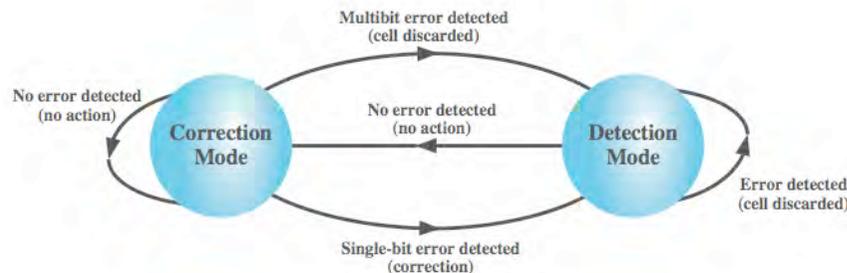
- Generic flow control (con el usuario)
- Tipo de celda (payload type)
 - 3 bits
 - 0xy Datos de usuario
 - x marca de congestion
 - y tipo de celda de datos (2)
 - 1xy OAM Cell (operación y mantenimiento) (4 tipos)
- CLP Cell loss priority
 - 1 bit
 - 0 alta prioridad
 - 1 baja prioridad
 - = si hay que tirar alguna tira esta





Formato celdas ATM

- HEC
Control de errores de la cabecera
CRC de 8 bits sobre los otros 32 bits de la cabecera
 - Normalmente CRC se usa solo para detectar errores. Pero con tan pocos bits puede incluso recuperar algunos errores
 - 2 modos de funcionamiento. Normalmente en modo corrección. Si hay muchos errores pasamos a modo detección sólo





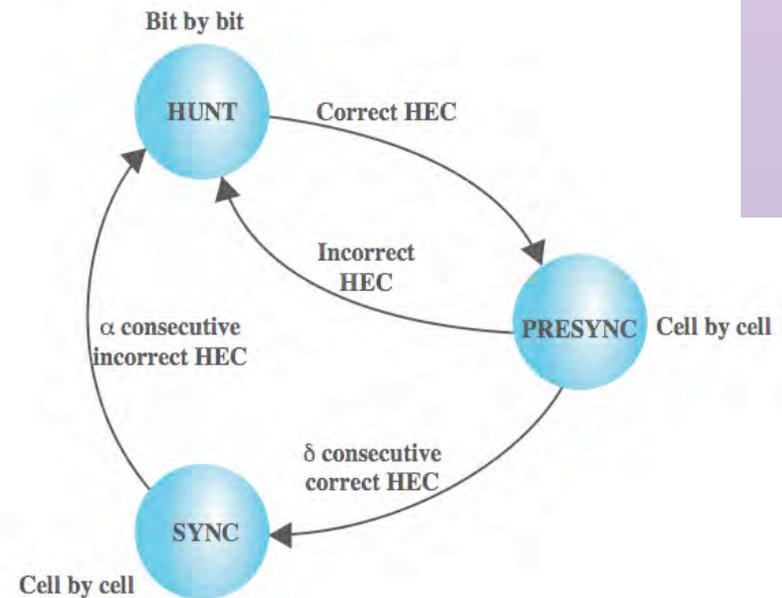
Nivel Físico

- ITU-T I.432 especifica velocidades:
(relacionadas con las velocidades de conmutación telefónica de SDH/SONET)
 - 622.08Mbps
 - 155.52Mbps
 - 51.84Mbps
 - 25.6Mbps
- Sobre dos posibles niveles físicos:
 - Nivel físico basado en celdas asíncrono
 - Basado en SDH/SONET, estándares para transporte síncrono de telefonía.



Nivel físico basado en celdas

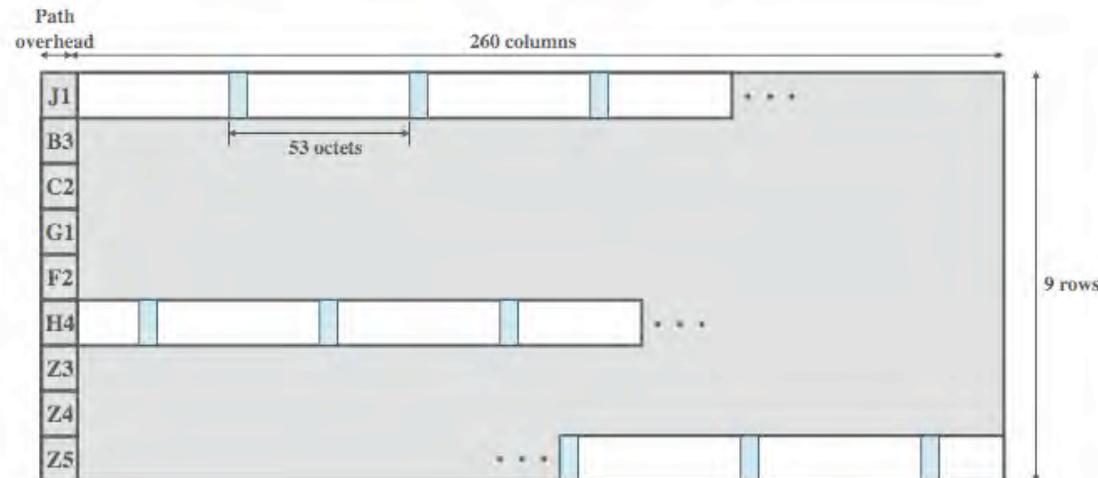
- Sin tramas.
- Sucesión continua de celdas de 53 bits
- Para sincronización y separación de celdas se basa en el control de error
 - Hago detección de errores de todos los bits hasta que me de un HEC correcto.
 - Asumo que eso es una celda.
 - Si encuentro varias celdas consecutivas con ese método. Doy el enlace por sincronizado





Nivel físico basado en SDH

- Uso contenedores de transporte síncrono para encapsular celdas ATM
 - Por ejemplo para 155.52Mbps
 - Uso STM-1 (STS-3) frame
- Los enlaces ATM se transportan a través de la red de conmutación de circuitos SDH
- Incluso puedo usar técnicas de multiplexación SDH para combinar varios flujos ATM





Servicios y QoS ofrecidos en ATM

Diferentes calidades de servicio (QoS)

- Tiempo real - retardo y variación de retardo limitada
 - Constant bit rate (**CBR**)
 - Real time variable bit rate (**rt-VBR**)
- No tiempo real (servicios elásticos) - tráfico intermitente
 - Non-real time variable bit rate (**nrt-VBR**)
 - Available bit rate (**ABR**)
 - Unspecified bit rate (**UBR**)
 - Guaranteed frame rate (GFR)



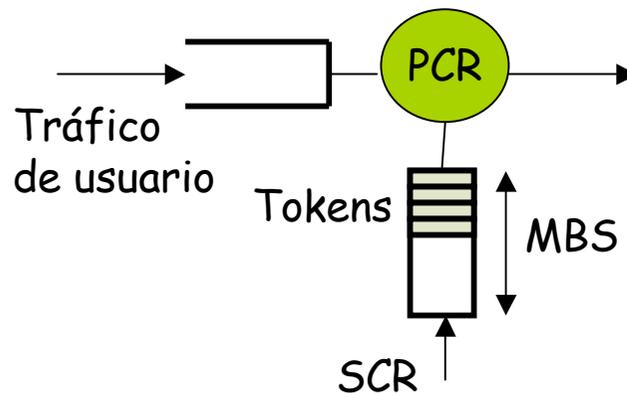
Parámetros y descriptores de tráfico

- Se usan al negociar el establecimiento de un circuitovirtual
- 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 conexión incluye:
 - Los parámetros de tráfico de la fuente
 - El CDVT (*Cell Delay Variation Tolerance*)
 - La técnica para decir qué celdas cumplen con los requisitos
- Dependiendo del servicio que pidamos se usan unos parámetros u otros y se indica o no el CDVT



CAC, *Policing* y *Shaping*

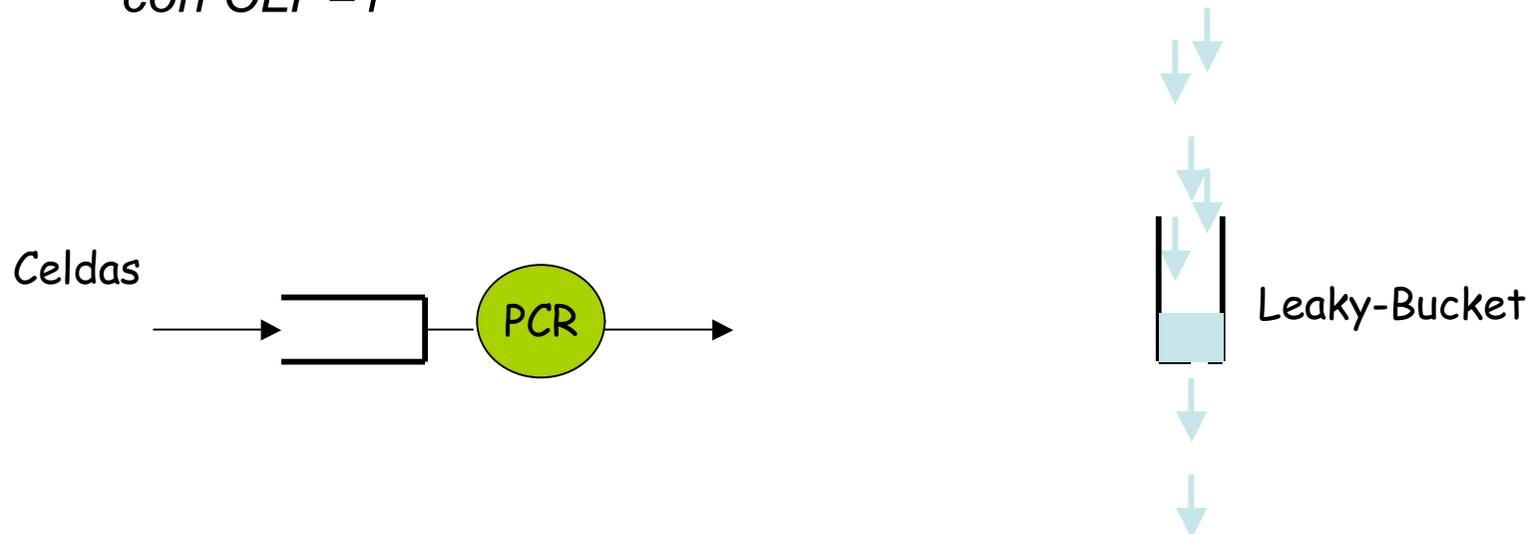
- *Connection Admission Control*
 - Durante el establecimiento de la conexión
 - Acciones para determinar si se permite o no (tengo suficientes recursos para garantizar todo el ancho de banda necesario en este enlace?)
- *Policing (permite a la red obligar a cumplir los parámetros)*
 - Acciones sobre las celdas que exceden el contrato de tráfico
 - Las marca con CLP=1
 - Serán la primeras en descartarse en caso de congestión
- *Traffic Shaping (permite a la fuente cumplir los parámetros)*
 - 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
 - Simula un algoritmo de *Leaky-Bucket*
 - *Las celdas que se desbordarian se descartan o se marcan con CLP=1*





Constant Bit Rate (CBR)

- Tasa fija y constante
- Limite estricto en el retardo
- Parámetros: PCR
- Video y audio sin comprimir
 - Video-conferencia
 - Audio-conferencia
 - Distribución/recogida de audio/video
 - Emulacion de canales TDM



Real-Time Variable Bit Rate (rt-VBR)

- Aplicaciones sensibles al retardo
 - Margenes estrictos de retardo y variación de retardo
- Aplicaciones que envían datos a tasa variable en el tiempo
 - Video comprimido
 - Produce frames de tamaño variable
- Se puede aprovechar la multiplexación estadística
- Parámetros: PCR, SCR, MBS y CDVT



Non-Real-Time Variable Bit Rate (nrt-VBR)

- Tráfico intermitente pero que se puede caracterizar
 - Reservas aerolíneas, transacciones bancarias
- ATM net allocates resources based on this
 - to meet critical response-time requirements
- giving improve QoS in loss and delay
- Parámetros:
 - peak cell rate PCR
 - sustainable or average rate SCR
 - how bursty traffic is MBS



Unspecified Bit Rate (UBR)

- Capacidad no usada por CBR y VBR
 - No todos los recursos están dedicados a CBR/VBR
 - VBR no siempre transmite a la misma tasa luego hay recursos libres
- Aplicaciones que pueden tolerar pérdidas y retardo variable
 - ej. Tráfico TCP
- Servicio best-effort
- Parámetros: se especifica PCR

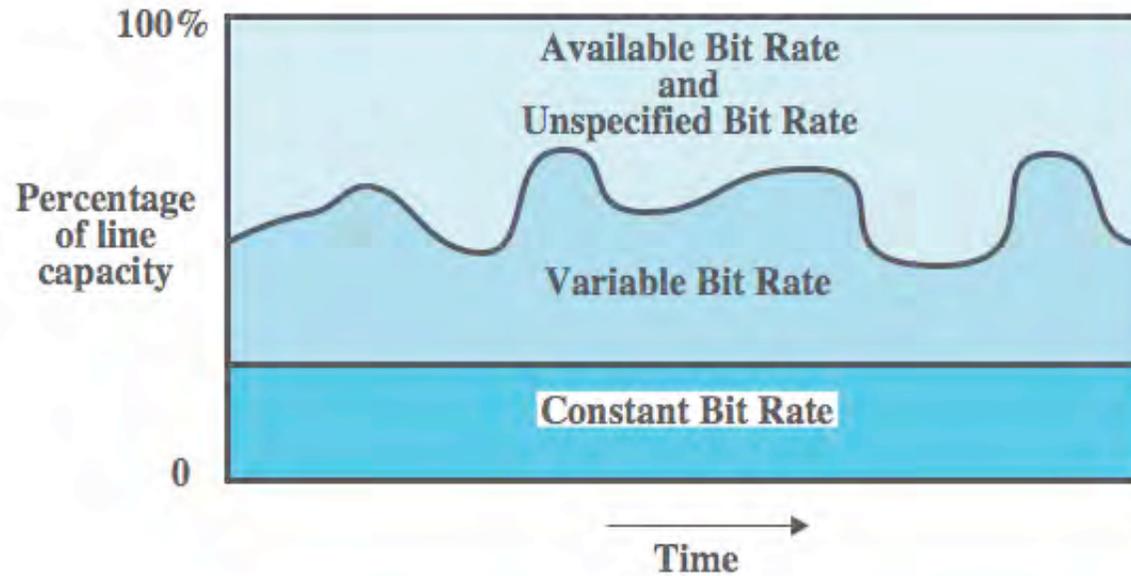


Available Bit Rate (ABR)

- La aplicación indica (PCR) y minimum cell rate (MCR)
- Se le garantizan recursos para obtener MCR
- El resto de la capacidad se comparte entre todos los ABR
- Las fuentes ABR son capaces de reaccionar a la congestión indicada por la red.
 - Se usan celdas de tipo OAM (Resource Management) RM cells hacia el emisor
 - Control de congestión asistido por la red
- Ej. LAN interconnection



Reparto de recursos





Resumiendo

Ventajas

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

Uso

- No ha llegado como red hasta el usuario pero esta extendida como red de transporte de operadores
- Conexiones ATM se usan comunmente para transportar IP como enlaces de routers IP (Virtualización de red)

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
- No ha llegado hasta el escritorio (falta de API)



Conclusiones

- ATM como red de conmutación de paquetes basada en circuitos virtuales
 - Arquitectura, formato de celdas
 - Reenvío de circuitos virtuales
 - Servicios con garantías y parámetros de QoS

Proxima clase:

Conmutación de circuitos