

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

Tecnologías

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

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

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Hemos visto

- La señal de voz → flujo binario
 E0 (DS0) : 64Kbps

upna UNIVERSIDAD PÙBLICA DE NAVARRA
ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Hemos visto

- ¿Interconexión?

upna
ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Hemos visto

- Red de conmutación
- Conmutación de circuitos

upna
ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Hemos visto

- Trunks con multiplexación TDM

upna
ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

Multiplexación TDM

- E1 (2048Kbps) = 32xE0
- E2 = 4xE1, E3 = 4xE2, E4 = 4xE3
- T1 (DS1, 1.54Mbps) = 24xDS0
- T2 = 4xT1, T3 = 7xT2
- G.701-703

| Level | Japanese standard | North American standard | European standard |
|-------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| 5 | 307200 kbit/s | | 304992 kbit/s |
| 4 | 97200 kbit/s | 274176 kbit/s | 139204 kbit/s |
| 3 | 22080 kbit/s | 48736 kbit/s | 34368 kbit/s |
| 2 | 5520 kbit/s | 12184 kbit/s | 8592 kbit/s |
| 1 | 1544 kbit/s | 3046 kbit/s | 2398 kbit/s |
| 0 | 38 kbit/s | 762 kbit/s | 599 kbit/s |

6.702

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- Señales plesiochronas:
 - Las velocidades pueden sufrir desplazamiento pero con unos límites
 - Cada uno su propio reloj
 - Esto limita las velocidades
- En trama superior a E1 no se puede identificar un E0 concreto
- Demultiplexar para extraer canales menores en la jerarquía

The diagram illustrates the PDH hierarchy. At the top, a horizontal bar represents a stream of data with a period of 125µs. Below this, several E1 channels are shown, each with its own clock source. These E1 channels are multiplexed into an E2 channel, which is then multiplexed into an E3 channel. The diagram shows how the lack of synchronization between individual channels makes it difficult to identify specific lower-level channels within a higher-level frame.

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- Falta de estandarización:
 - 3 jerarquías diferentes (Europa, EE.UU., Japón)
 - Problemas de interoperatividad
 - Diferentes formatos de señales y codificaciones
- Complicado extraer una señal de menor capacidad
- Gestión y mantenimiento manual

The diagram compares three different PDH hierarchies: European (E), North American (T), and Japanese (J). It shows how different rates (e.g., 2M, 8M, 34M, 140M) are multiplexed differently in each region. To the left, a tree diagram shows the relationship between data rates: 2Mbps, 8Mbps, 34Mbps, and 140Mbps. To the right, a more complex diagram shows the specific multiplexing steps and rates for each hierarchy, including a reference to '6.702'.

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Hemos visto

- Arquitectura de la red

The diagram shows a map of Europe with a network of nodes and connections representing the PSTN (Public Switched Telephone Network) architecture. The nodes are interconnected, showing a hierarchical structure with local, regional, and international connections.

upna

PSTN - Grandes distancias

- Y si queremos transportar un E4 (140Mbps \approx 1900 llamadas)
- ¿Enlace de fibra?
- (...)

ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

upna

PSTN - Grandes distancias

ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

WAN

upna

PSTN - Grandes distancias

- El transporte del E4 lo llevamos a cabo empleando otra red, una WAN
- (...)

ARQUITECTURA DE REDES.
Área de Ingeniería Telemática

WAN

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

PSTN - Grandes distancias

- El transporte del E4 lo llevamos a cabo empleando otra red, una WAN
- O varias

Diagram illustrating the transport of E4 signals over a Wide Area Network (WAN) for long distances. Two cloud-like shapes represent the networks, connected by a line. A small icon is shown above each cloud, and a 'WAN' label is positioned between them.

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

Requisitos tecnología WAN

- **Transportar** señales PDH
- Asegurar tasa de transferencia
- Limitar retardo y jitter
- Asegurar funcionamiento (99.999% del tiempo)
- Elevadas velocidades en la fibra para poder multiplexar tráfico de varios clientes
- Compatibilidad (para interconexión con otras WAN)

upna
 ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS
 Área de Ingeniería Telemática

SONET/SDH

upna
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

SONET/SDH

- Especificaciones de *Network Node Interface* (NNI)
- Tecnología de transporte. Originalmente para transportar señales PDH
- Permite velocidades elevadas
- Las velocidades están sincronizadas en toda la red
- La sincronización reduce la necesidad de buffering
- Simplifica la inserción y extracción de señales de más baja velocidad sin demultiplexar
- Fácilmente extendible a mayores velocidades
- Compatible entre fabricantes
- Funcionalidades de recuperación ante fallos en los enlaces/nodos
- Funcionalidades de gestión
- Hay tres redes: Transmisión, Sincronización y Gestión

upna
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

SONET y SDH

SONET

- *Synchronous Optical NETwork*
- Estándar del ANSI
- STS (*Synchronous Transport Signal*), señal eléctrica
- STS-1 = 51.84Mbps
- OC-1 (*Optical Carrier*), señal óptica
- Terminología:
 - STS Section, STS Line, STS Path
 - Virtual Tributary

SDH

- *Synchronous Digital Hierarchy*
- Estándar del ITU (finales de los 80s, G.707)
- SONET caso particular
- En SDH la señal mínima es la de 155.52Mbps (STM-1)
- STM (*Synchronous Transport Module*), óptico o eléctrico
- Terminología:
 - Regenerator Section, Multiplex Section, Higher Order Path
 - Virtual Container

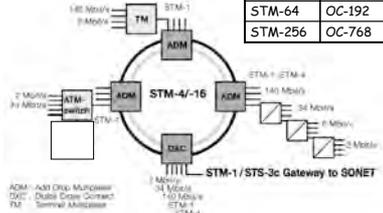


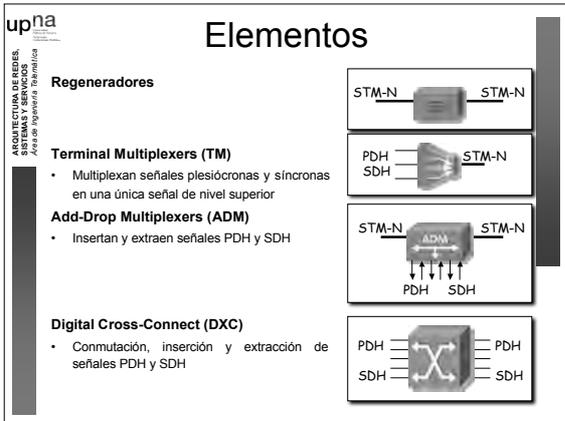

upna
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

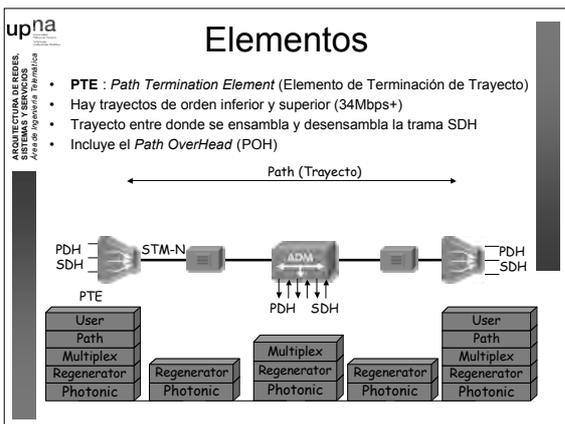
SONET/SDH

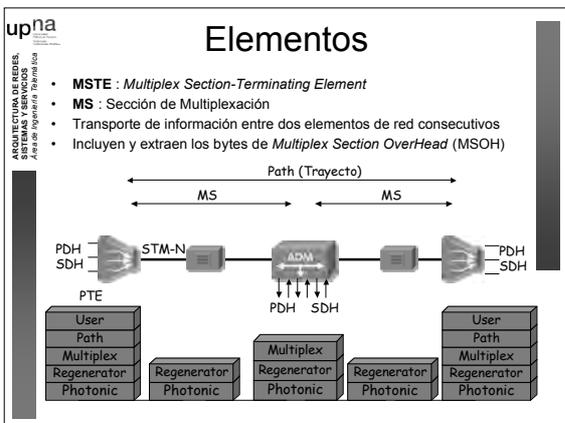
- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

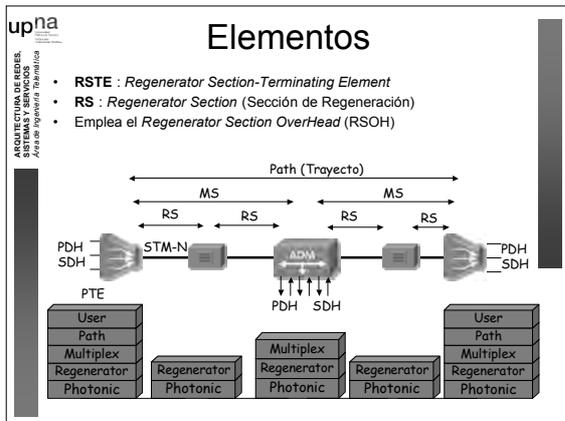
| SDH | OC Level | Line Rate (Mbps) |
|---------|----------|------------------|
| | OC-1 | 51.84 |
| STM-1 | OC-3 | 155.52 |
| STM-4 | OC-12 | 622.08 |
| STM-16 | OC-48 | 2488.32 |
| STM-64 | OC-192 | 9953.28 |
| STM-256 | OC-768 | 39813.12 |

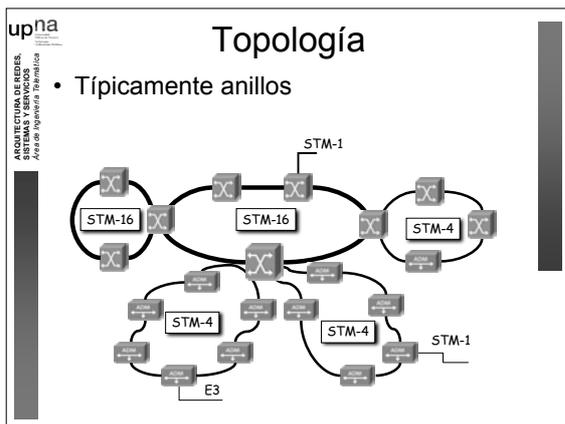


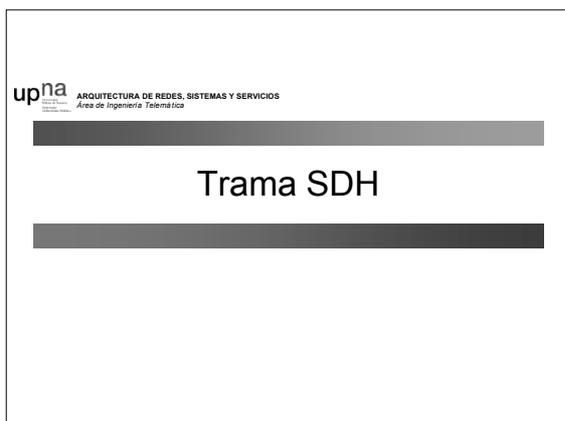












upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

Estructura de la trama SDH

- La unidad básica es la trama STM-1
- Para cualquier velocidad la trama dura 125µseg
- 8.000 tramas/seg
- La menor unidad es un byte
- A 155.52 Mbps la trama es de 2430 Bytes
- Hay 9 secciones con 9 bytes de sobrecarga
- Se suele representar la trama en forma matricial o rectangular (...)

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

Estructura de la trama STM-1

- 1 byte ⇒ 64Kbps
- 64Kbps x 9 filas x 270 columnas = 155.52Mbps
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de 125µseg, 9 filas, Nx270 columnas

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

Entramado

- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container* SDH de capacidad suficiente ⇒ Contenedor + *Path OverHead (POH)* = *Virtual Container (VC)*
- La señal PDH se inserta de manera *asíncrona* (modo flotante)
- Se permite que la velocidad binaria fluctúe dentro de unos márgenes

| Contenedor | Velocidad (Kbps) | Ejemplos de cargas útiles PDH |
|------------|------------------|-------------------------------|
| C-12 | 2176 | 2048Kbps (E1) |
| C-2 | 6912 | 6Mbps (T2) |
| C-3 | 49536 | 45Mbps (T3) ó 34Mbps (E3) |
| C-4 | 149760 | 140Mbps (E4) |

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA

ARQUITECTURA DE REDES.
 Área de Ingeniería Informática

ATM

- Mínima funcionalidad en la cabecera de las celdas
- Aprovecha la *multiplexación estadística*
- Paquetes pequeños para reducir la variación del retardo (el objetivo es una red que soporte servicios multimedia)

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA

ARQUITECTURA DE REDES.
 Área de Ingeniería Informática

Elementos de una red ATM

- Conmutadores ATM (...)
- ATM endpoints
- Enlaces punto-a-punto
- Posible punto-a-multipunto
- UNI: User to Network Interface
- NNI: Network to Network Interface

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA

ARQUITECTURA DE REDES.
 Área de Ingeniería Informática

Estructura básica de las celdas

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

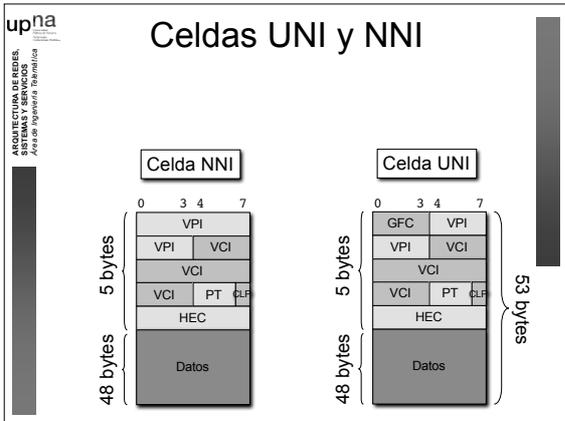
Nivel ATM

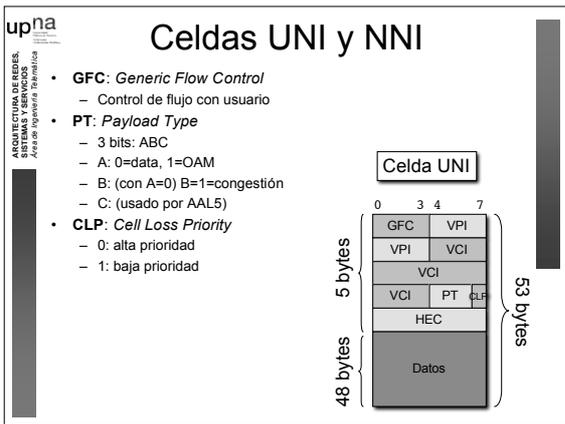
Nivel físico

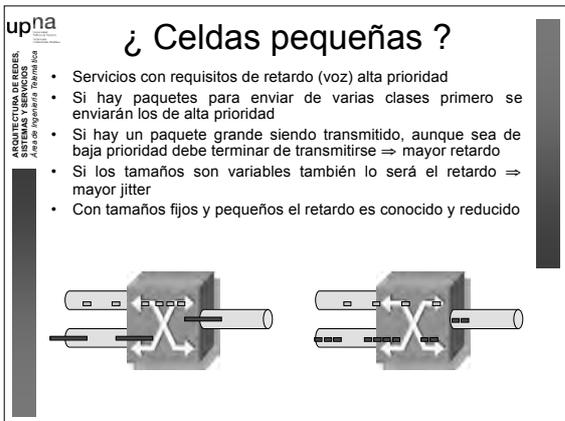
Celda UNI

| | | | |
|-------|-----|-----|-----|
| 0 | 3 | 4 | 7 |
| GFC | VPI | | VCI |
| VCI | | | |
| VCI | PT | CLP | |
| HEC | | | |
| Datos | | | |

5 bytes
53 bytes







upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Técnica

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 parametros de los diferentes niveles

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Técnica

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)

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Técnica

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

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

Forwarding con circuitos virtuales

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

Número de VC
 A 22 B 32
 Número de interfaz

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

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) |

VPI(1)
VCI(1)
VPI(2)
VCI(2)

upna
 ARQUITECTURA DE REDES,
 Área de Ingeniería Telemática

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(2) | VCI(2) | 2 | VPI(3) | VCI(3) |

VPI(2)
VCI(2)
VPI(3)
VCI(3)

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

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
- PVP: *Permanent VP*
- Señalización

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

Conexiones en los conmutadores

- VCC: *Virtual Channel Connection*
- VPC: *Virtual Path Connection*
- La conmutación depende tanto del VPI como del VCI
- 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 |

upna
 ARQUITECTURA DE REDES
 Área de Ingeniería Telemática

Ejemplo

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

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)

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

Parámetros y descriptores de tráfico

- Se usan al negociar el establecimiento de un circuito virtual
- 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

upna
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE NAVARRA
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Telemática

CAC, Policing y Shaping

- **Connection Admission Control (CAC)**
 - 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 las primeras en descartarse en caso de congestión
 - UPC para UNI, NPC para NNI
 - GCRA (*Generic Cell Rate Algorithm*)

upna
ARQUITECTURA DE REDES,
Área de Ingeniería Telemática

CAC, Policing y Shaping

- **Traffic Shaping**
 - Obligar a que se cumpla los parámetros de tráfico
 - *Token Bucket*

upna
ARQUITECTURA DE REDES,
Área de Ingeniería Telemática

Nivel físico basado en celdas

- Sin tramas
- Sucesión continua de celdas de 53 bytes
- Para sincronización y separación de celdas se basa en el control de error
 - Detección de errores hasta obtener un HEC correcto
 - Se asume que eso es una celda
 - Si encuentra varias celdas consecutivas da el enlace por sincronizado

upna
ARQUITECTURA DE REDES,
Área de Ingeniería Telemática

Nivel físico basado en SDH

- Dentro de un VC SDH transportar un enlace ATM
- Hay un circuito SDH entre los dos extremos ATM
- Dentro del enlace ATM circularán celdas de diferentes circuitos virtuales

