

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

---

## Redes de Área Extensa (WAN)

---

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

Redes de Banda Ancha  
 5º Ingeniería de Telecomunicación

---

---

---

---

---

---

---

---

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

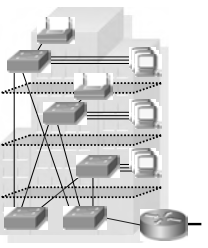
## Redes de Área Local

**Hemos visto:**

- Conceptos básicos
- Ethernet
- Wi-Fi

**Tienen limitaciones:**

- Distancia
- Número de hosts
- Capacidad
- QoS
- Supervivencia




---

---

---

---

---

---

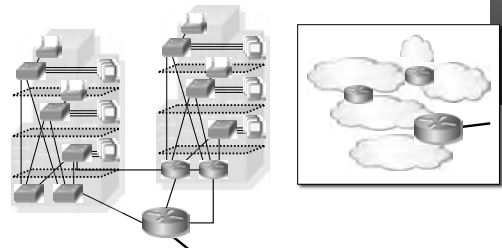
---

---

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

## Grandes redes locales

- Pueden unirse varias LANs con routers IP
- Siguen limitados por las características de las tecnologías LAN (distancia, supervivencia, QoS...)




---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Informática

## Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Informática

## Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN
- Origen de las WAN...

---

---

---

---

---

---

---

---

upna

ARQUITECTURA DE REDES.  
 Área de Ingeniería Informática

## Servicio telefónico

- *PSTN = Public Switched Telephone Network*
- Conmutación de Circuitos (...)

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Servicio telefónico

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

The diagram illustrates the process of digitizing a voice signal for transmission over a network. It starts with a person talking on a phone, which is converted into a binary stream (E0 DS0) at 64Kbps. This binary stream is then sent through a network of nodes and switches, represented by a cloud, to reach other phones.

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Servicio telefónico

- TDM = Time Division Multiplexing

The diagram illustrates Time Division Multiplexing (TDM). Multiple binary streams are combined into a single stream, which is then transmitted through a network of nodes and switches, represented by a cloud, to reach other phones.

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## PDH

The diagram shows a PDH (Plesiochrone Digital Hierarchy) structure. It consists of two horizontal bars representing different levels of the hierarchy, with the text "PDH" centered between them.

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicación  
 Área de Ingeniería Telemática

## PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

### Multiplexación TDM

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

**6.702**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES,  
 Ingeniería de Telecomunicación  
 Área de Ingeniería Telemática

## PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- Señales plesiócronicas:
  - Las velocidades pueden sufrir desplazamientos de fase, jitter y wander 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

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**

## Datos

- CSU/DSU = Channel Service Unit / Digital Service Unit
- Asignan los datos a un canal PDH

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Datos

- CSU/DSU = *Channel Service Unit / Digital Service Unit*
- Asignan los datos a un canal PDH
- Puede ser un E0, un E1, un E3 o por ejemplo parte de un E1 (E1 fraccional)

---

---

---

---

---

---

---

---

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

## Limitaciones de PDH

- 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

---

---

---

---

---

---

---

---

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

# SONET/SDH

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Análisis y Operación 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 extensible 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, Análisis y Operación 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, Análisis y Operación 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 Fotónica


## Elementos

**Regeneradores**



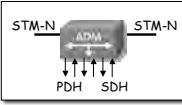
**Terminal Multiplexers (TM)**

- Multiplexan señales plesiócronas y síncronas en una única señal de nivel superior



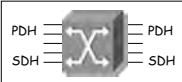
**Add-Drop Multiplexers (ADM)**

- Insertan y extraen señales PDH y SDH
- Distancia entre ellos suele rondar las decenas de Km



**Digital Cross-Connect (DXC)**

- Comutación, inserción y extracción de señales PDH y SDH




---

---

---

---

---

---

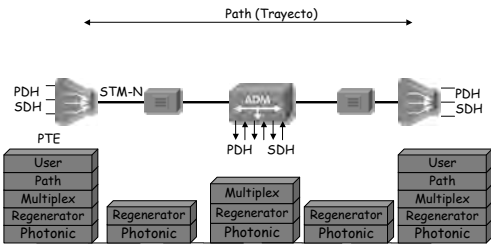
---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Fotónica

## Elementos

- PTE** : *Path Termination Element* (Elemento de Terminación de Trayecto)
- Hay trayectos de orden inferior y superior (34Mbps+)
- Trayecto entre donde se ensambla y desensambla la trama SDH
- Incluye el *Path OverHead* (POH)




---

---

---

---

---

---

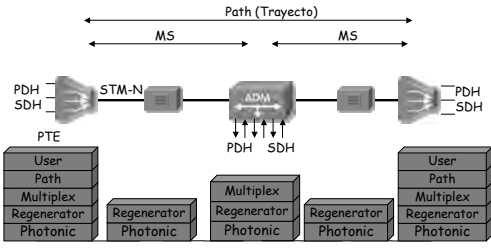
---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Área de Ingeniería Fotónica

## Elementos

- MSTE** : *Multiplex Section-Terminating Element*
- MS** : Sección de Multiplexación
- Transporte de información entre dos elementos de red consecutivos
- Incluyen y extraen los bytes de *Multiplex Section OverHead* (MSOH)




---

---

---

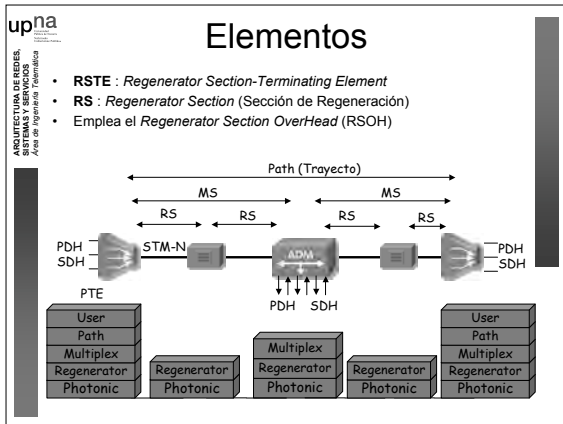
---

---

---

---

---




---

---

---

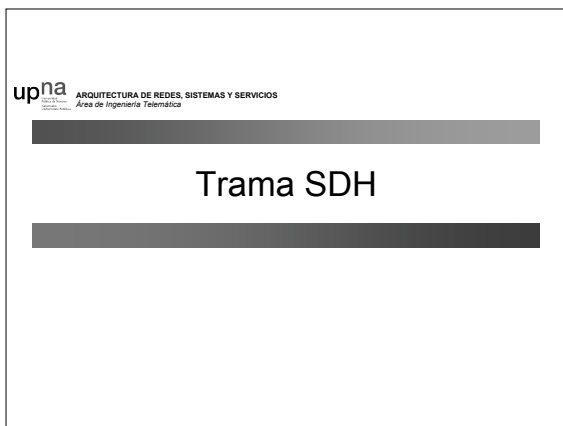
---

---

---

---

---




---

---

---

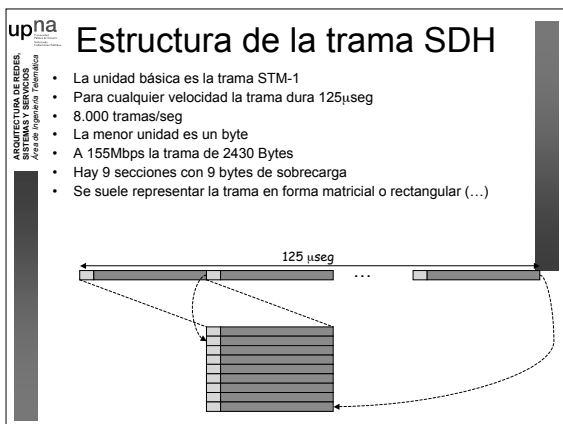
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---



**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## Estructura de la trama STM-1

- 1 byte  $\Rightarrow$  64Kbps
- 64Kbps x 9 filas x 270 columnas = 155.52Mbps
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de 125 $\mu$ seg, 9 filas, Nx270 columnas

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**upna**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## Entramado

- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container SDH* de capacidad suficiente  $\Rightarrow$  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**  
 ARQUITECTURA DE REDES, Ingeniería de Telecomunicación, Área de Ingeniería Telemática

## Entramado

- Un VC de orden inferior puede transportarse dentro de uno de orden superior pero la asincronía puede ser un problema
- Se localiza un VC dentro de otro gracias a un Puntero
- VC + Puntero = Tributary Unit (TU)
- Varios TUs pueden agruparse en un Tributary Unit Group (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)
- Agrupando TUGs se llega a formar un Contenedor de orden superior (VC-4)
- El VC-4 junto con un puntero forma la Unidad Administrativa (AU-4)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

