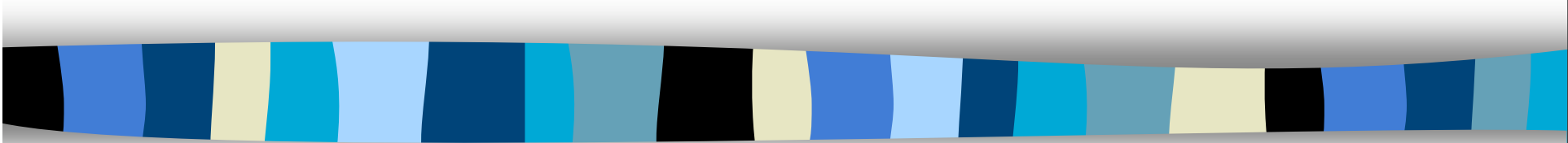


Redes de Área Extensa (WAN)



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

Redes de Banda Ancha
5º Ingeniería de Telecomunicación

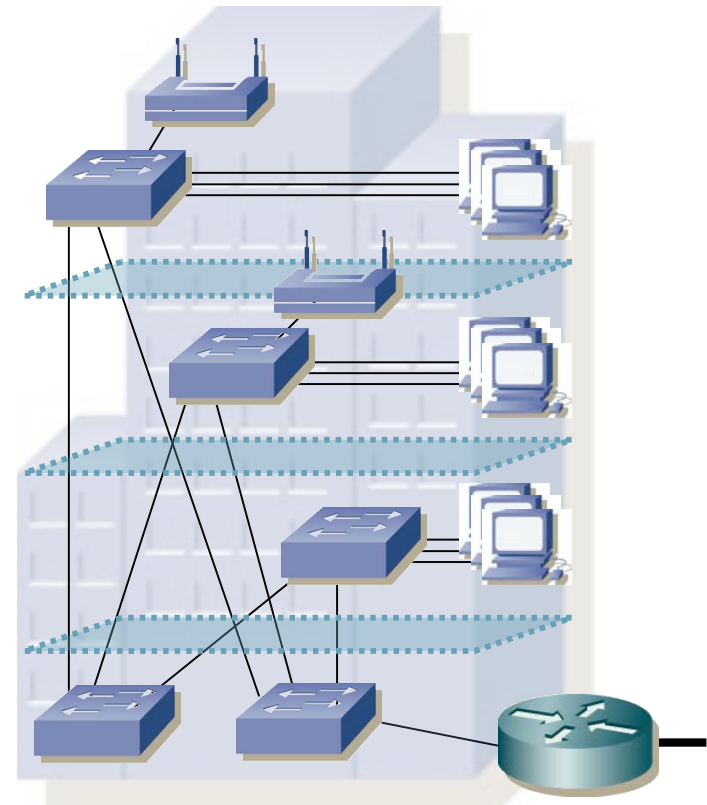
Redes de Área Local

Hemos visto:

- Conceptos básicos
- Ethernet
- Wi-Fi

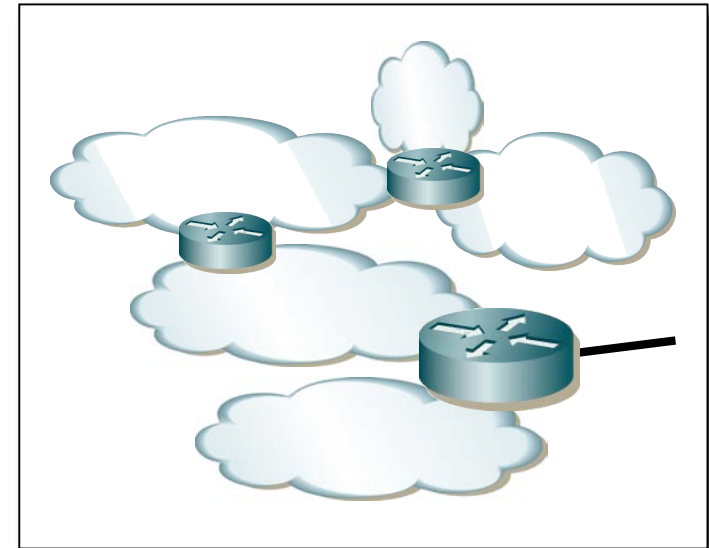
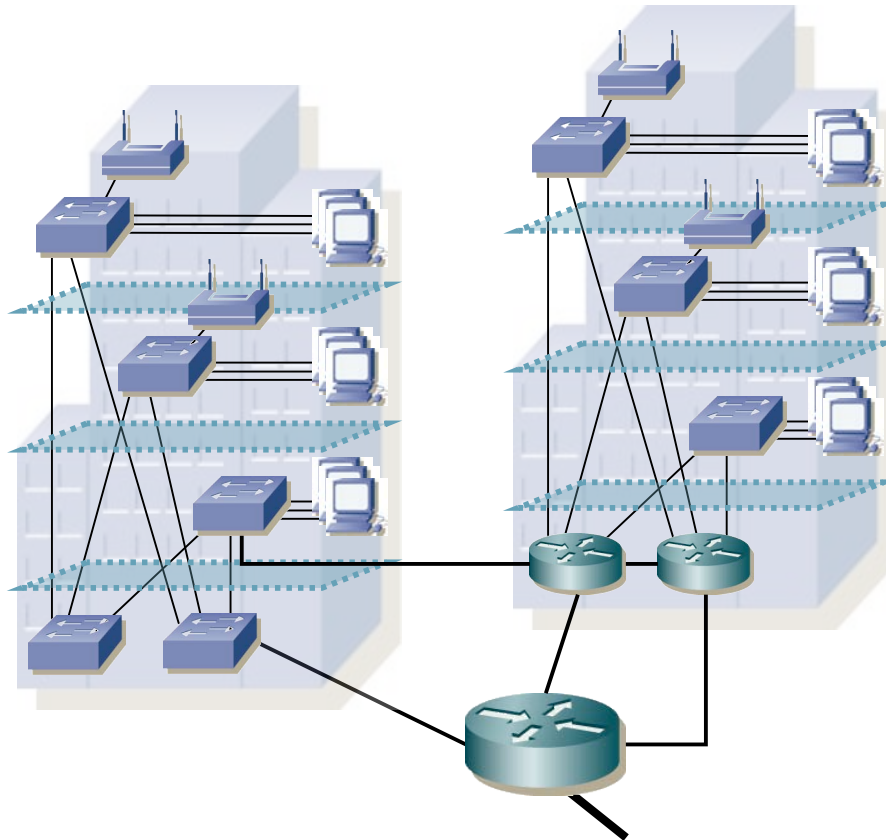
Tienen limitaciones:

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



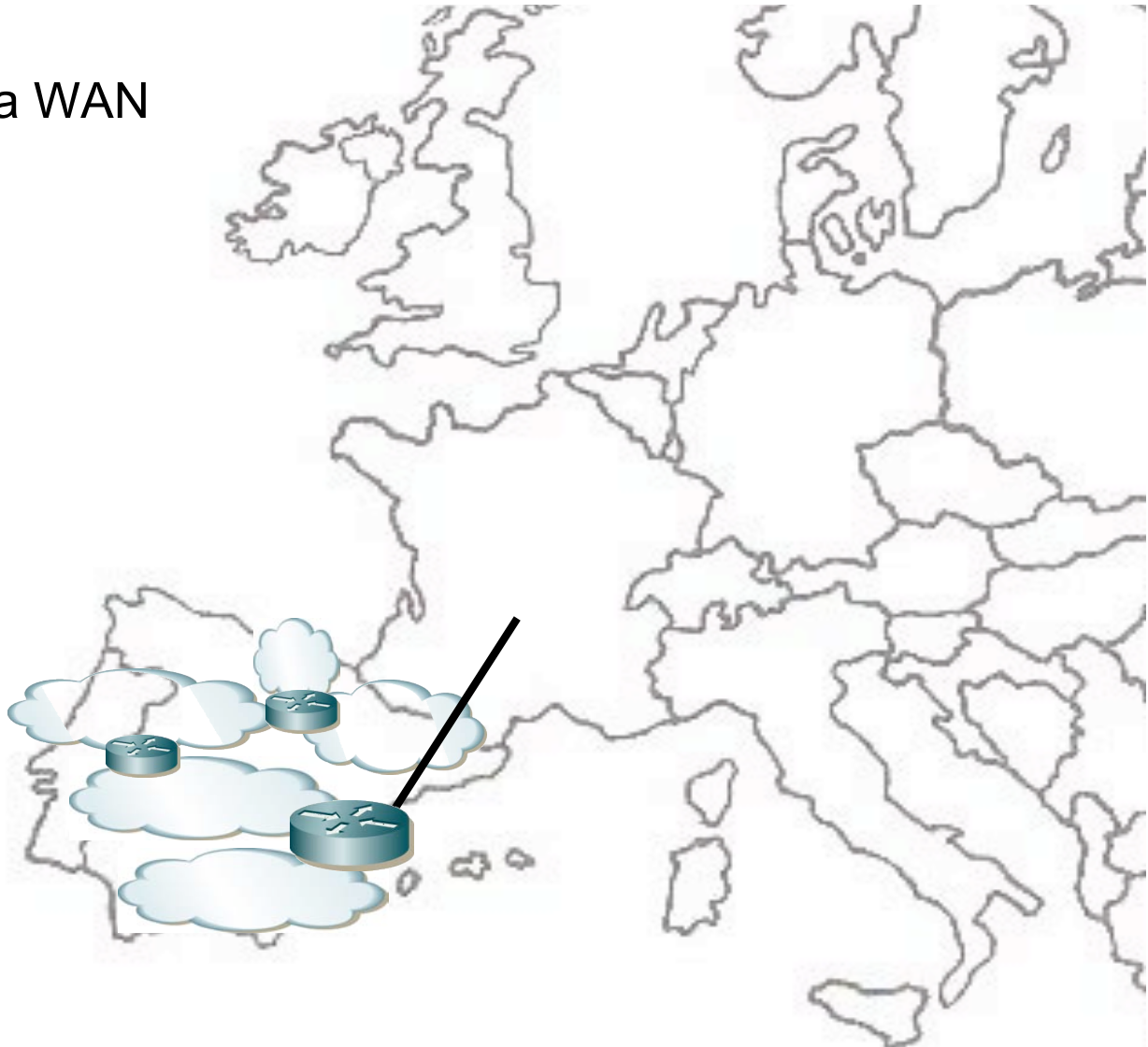
Grandes redes locales

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



Redes de Área Extensa

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



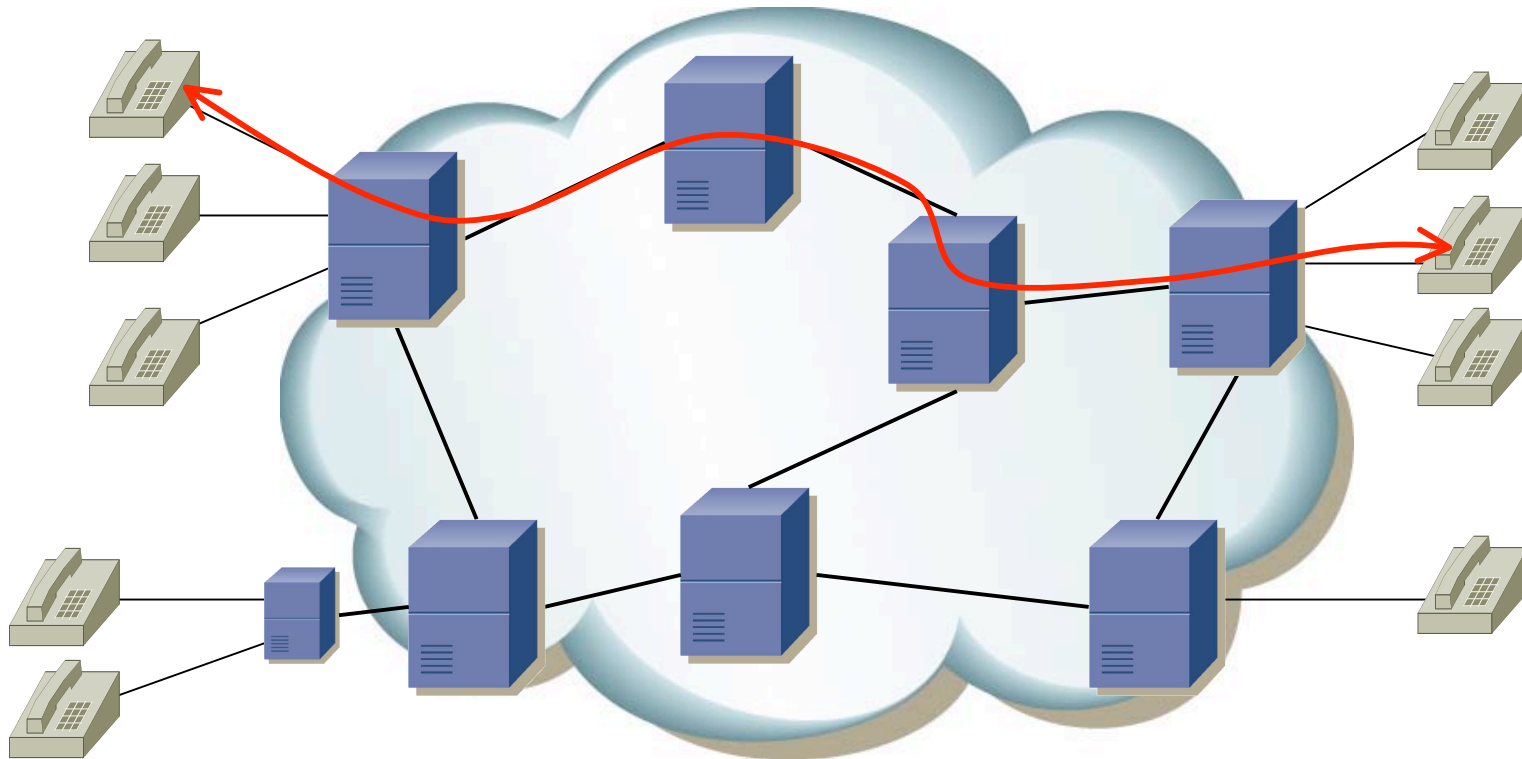
Redes de Área Extensa

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

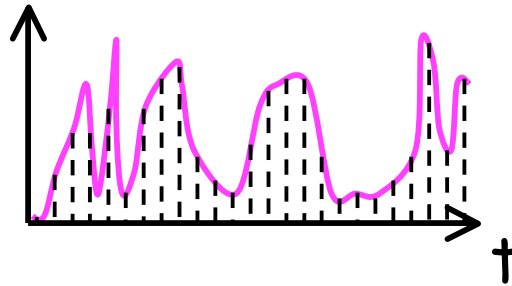


Servicio telefónico

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

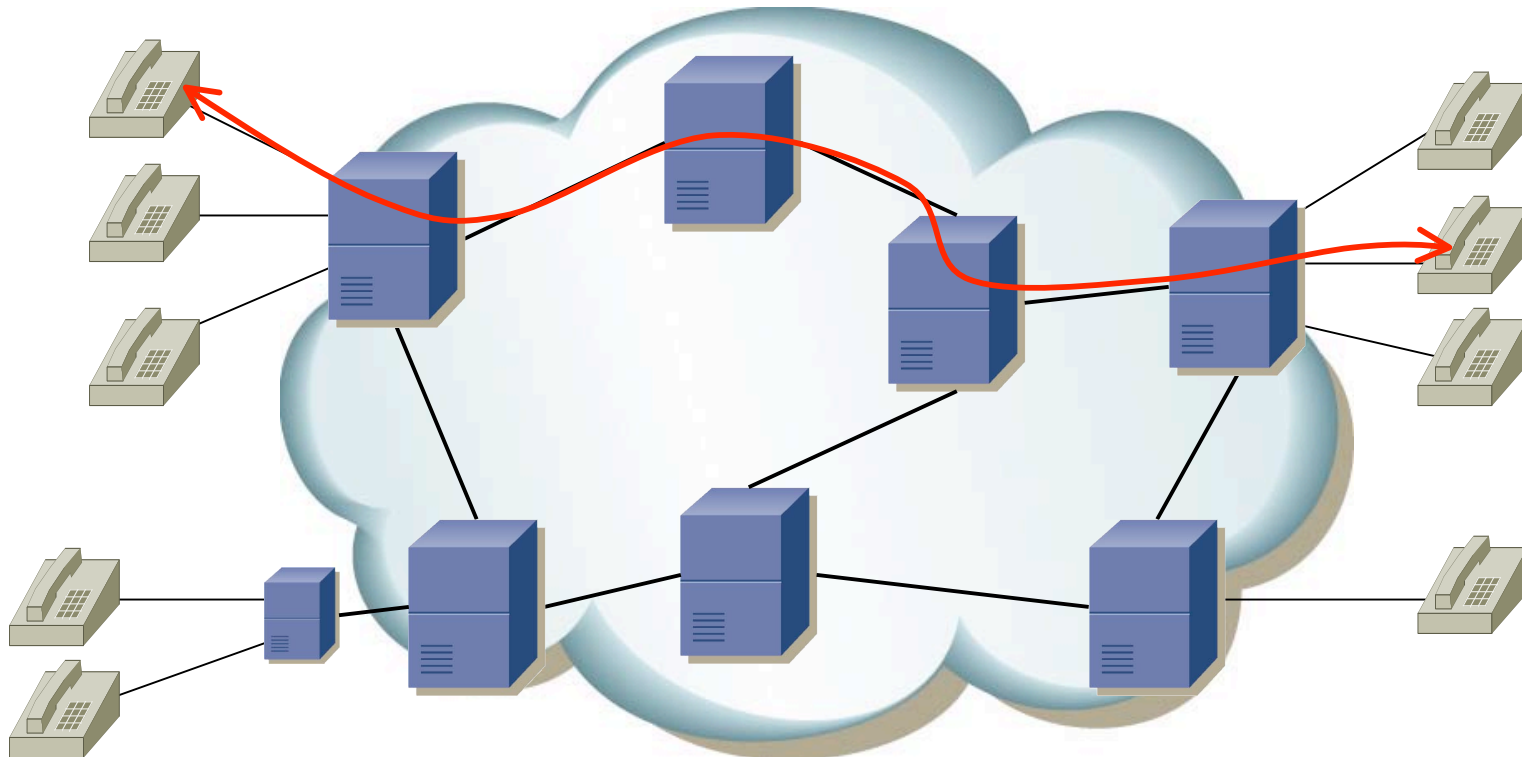


Servicio telefónico

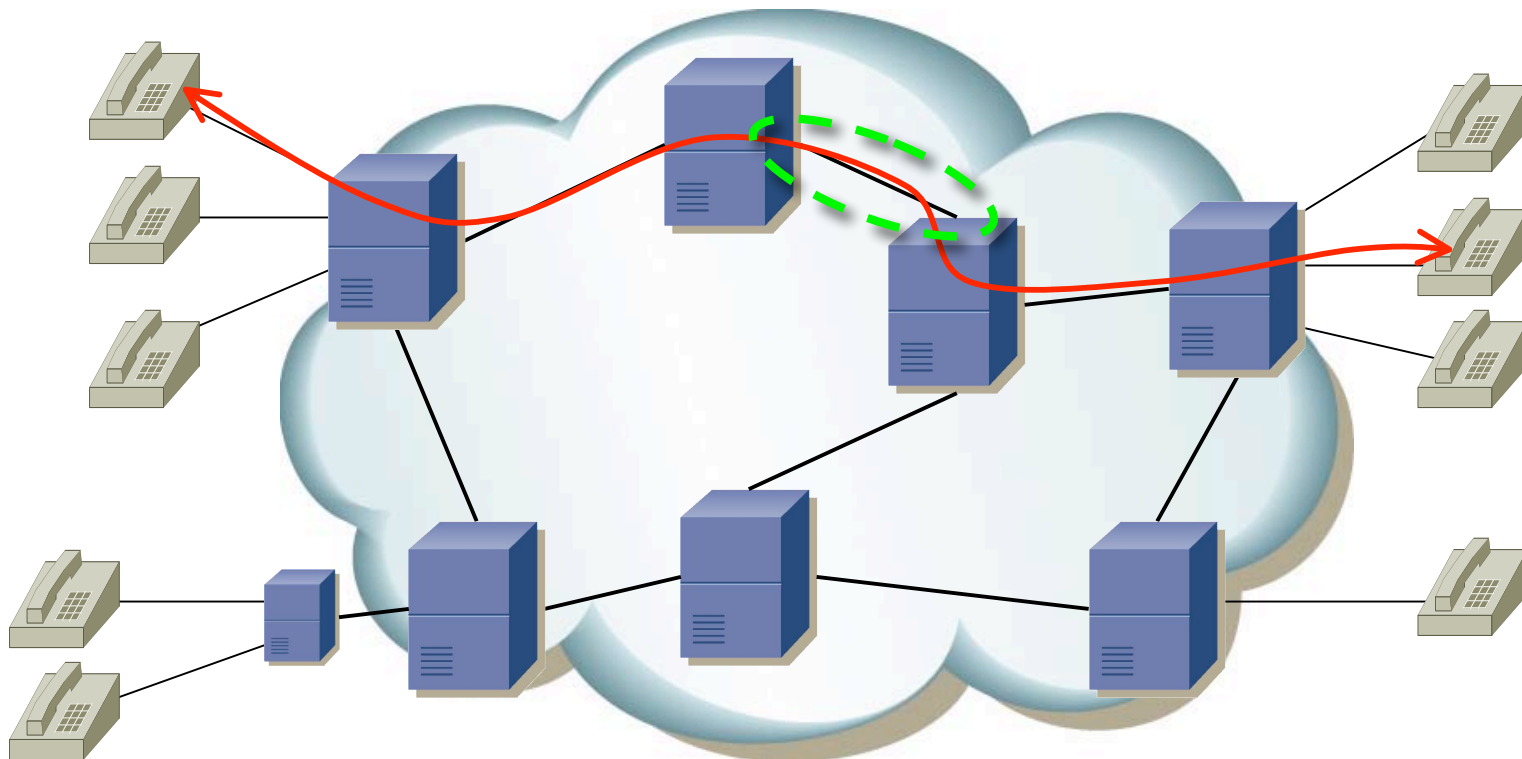


- Señal de voz → flujo binario
- E0 (DS0) : 64Kbps

...100010001010101010110100110100100110



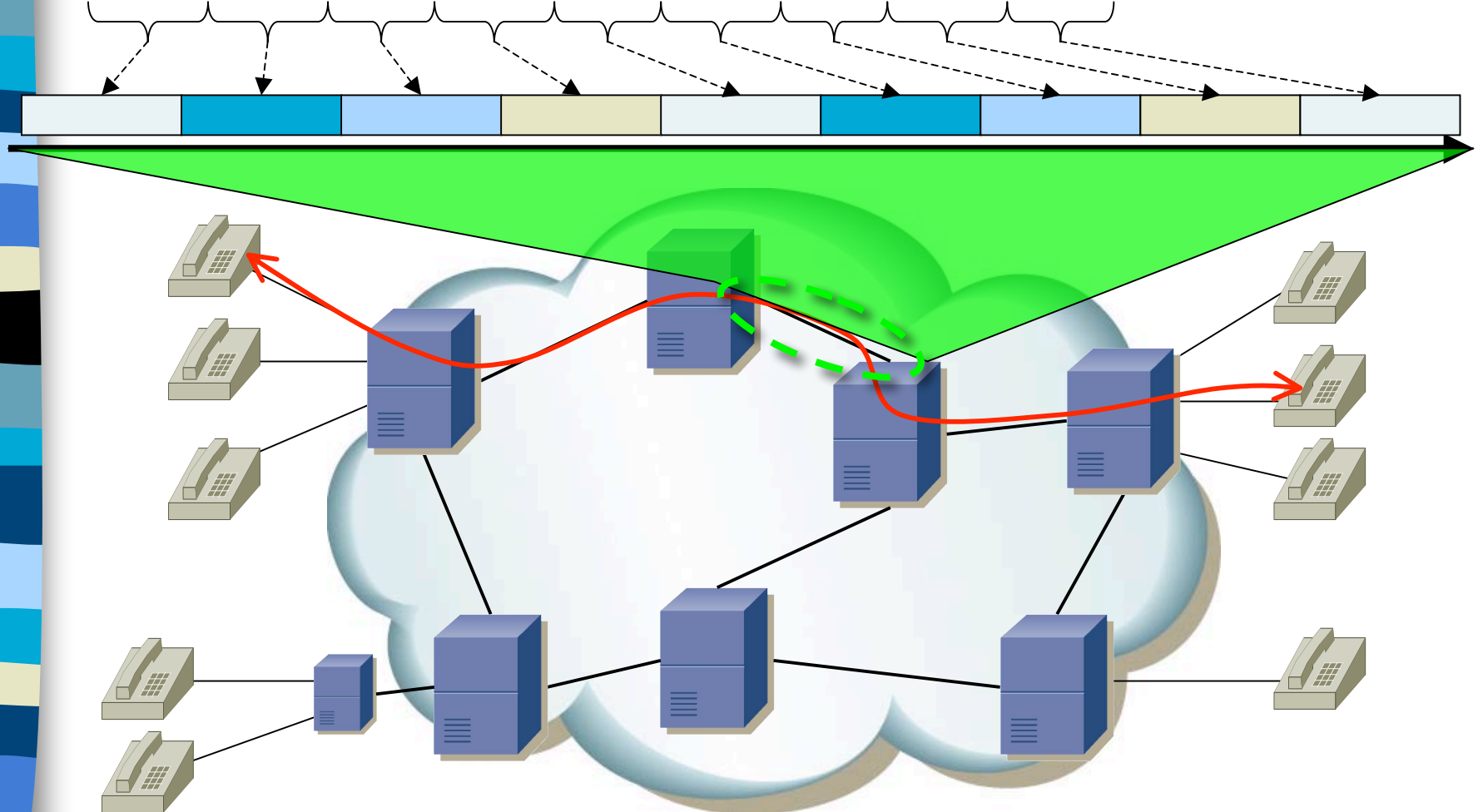
Servicio telefónico



Servicio telefónico

- *TDM = Time Division Multiplexing*

100010001010101010111010011010010011011111100000001111001010100011010000111111010101



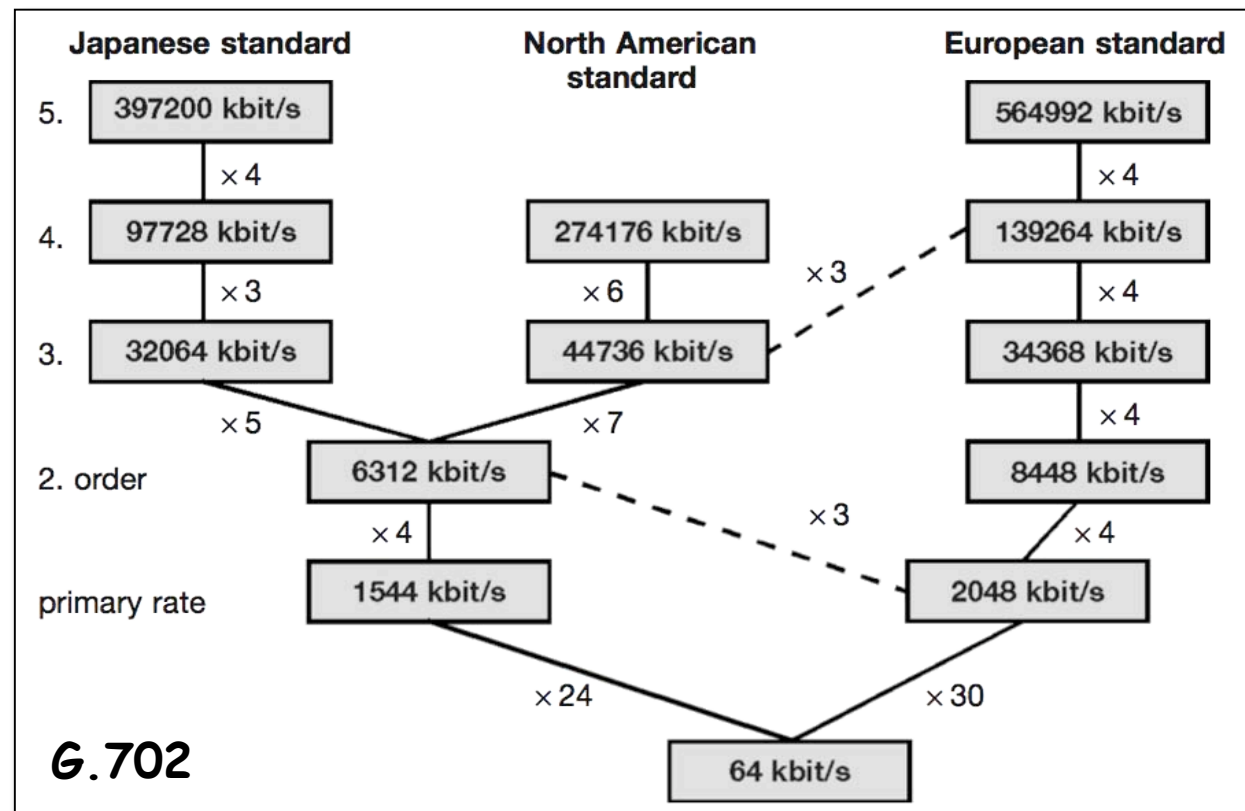
PDH



PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

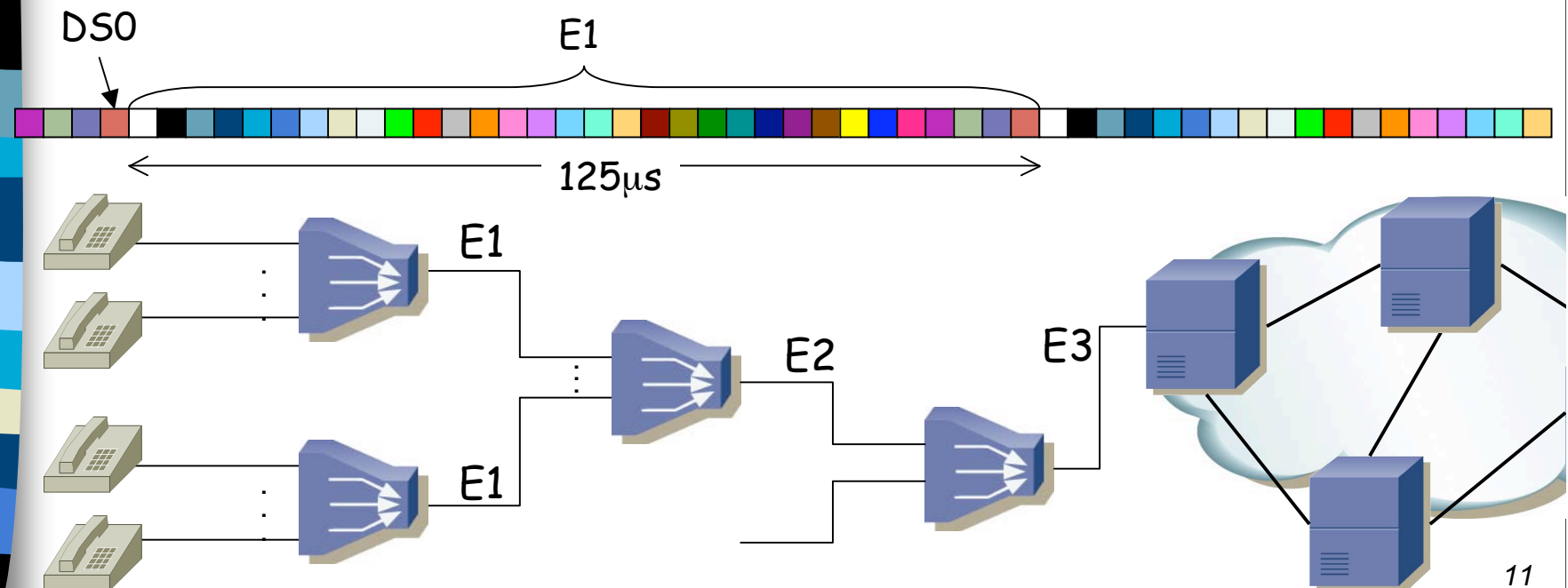
Multiplexación TDM

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



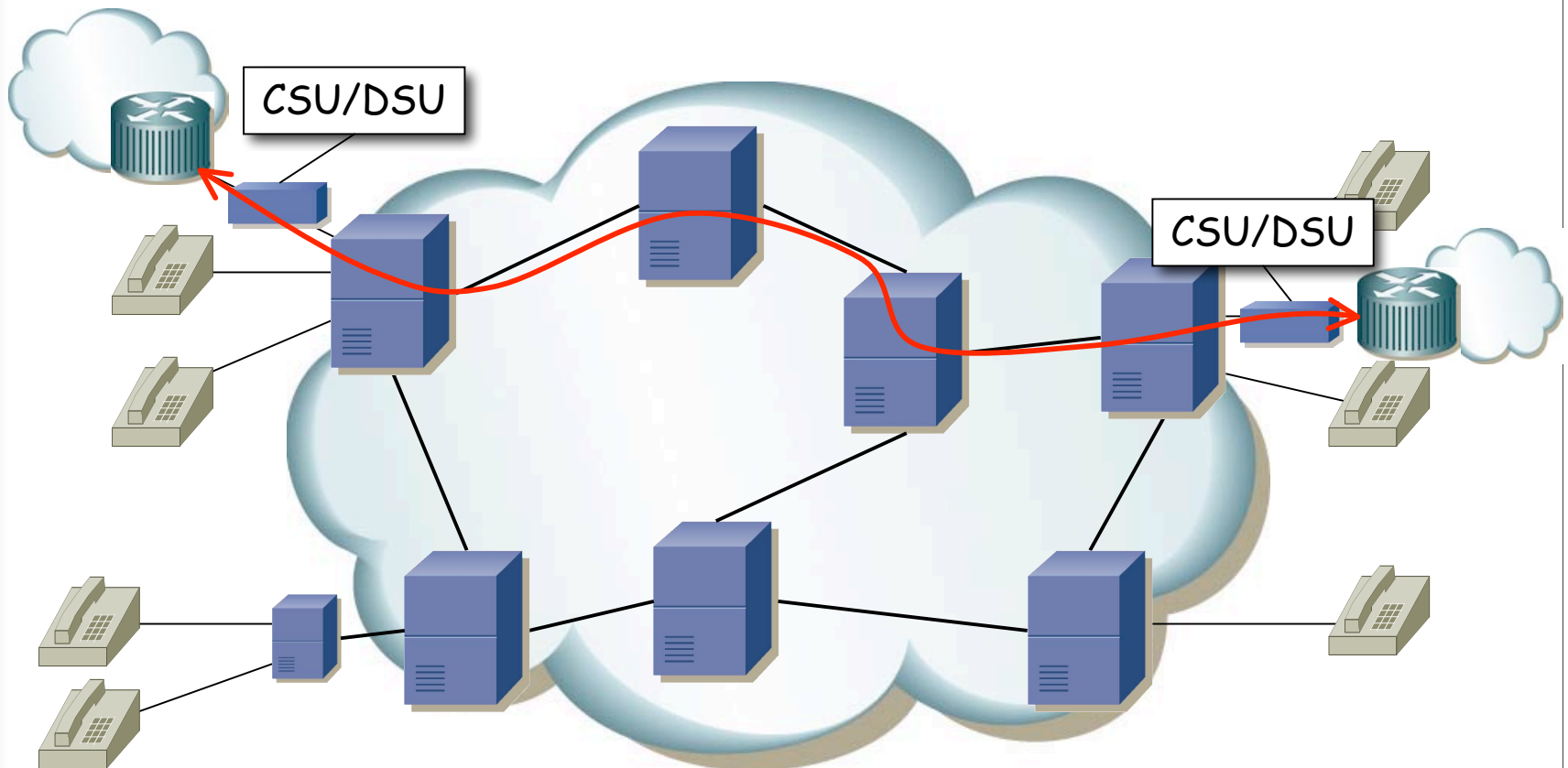
PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

- 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



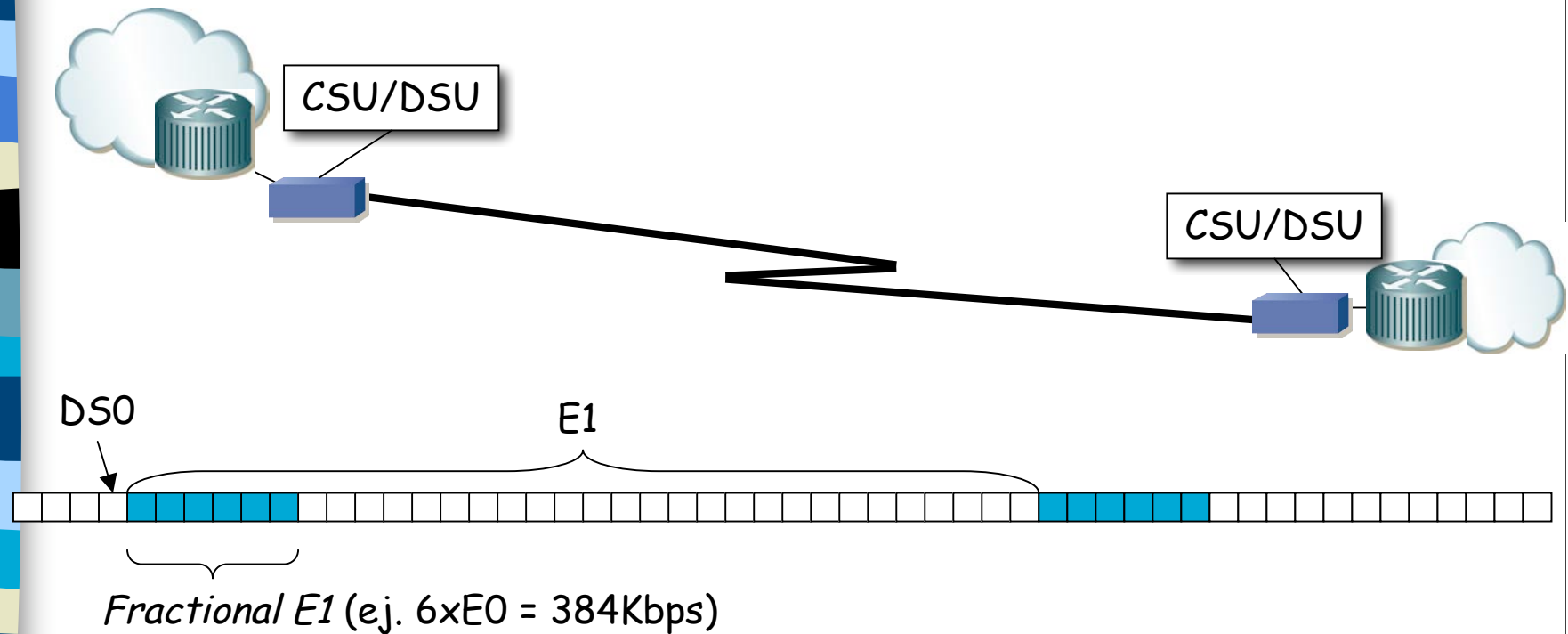
Datos

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



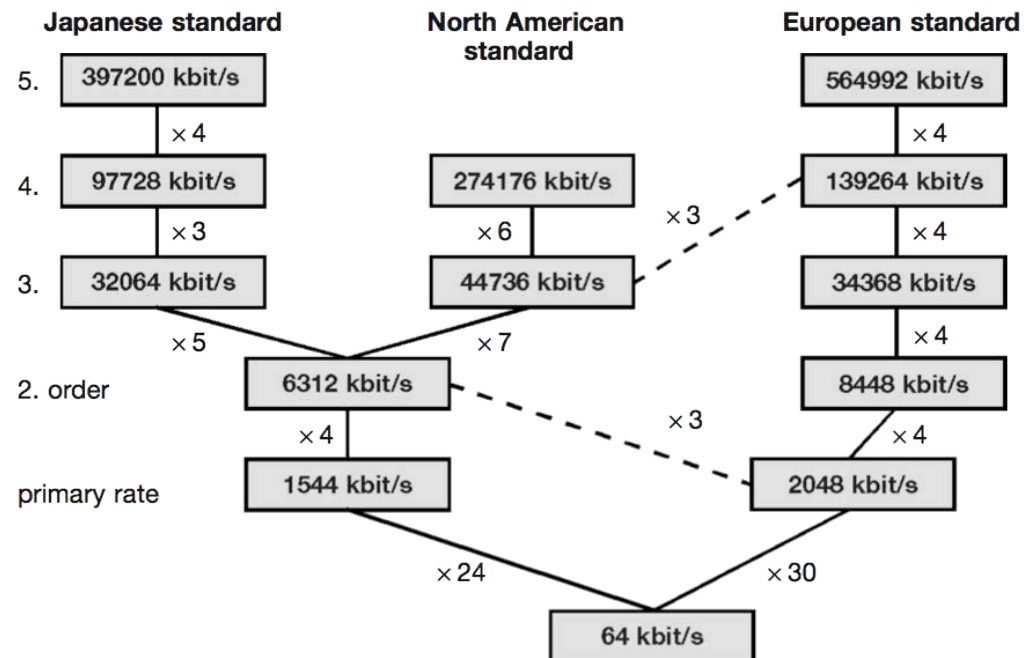
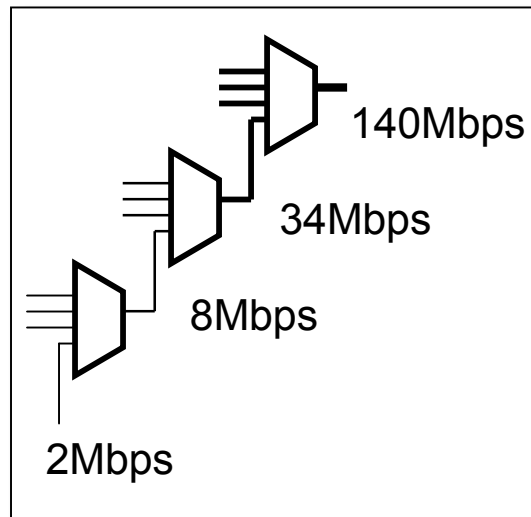
Datos

- 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)



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

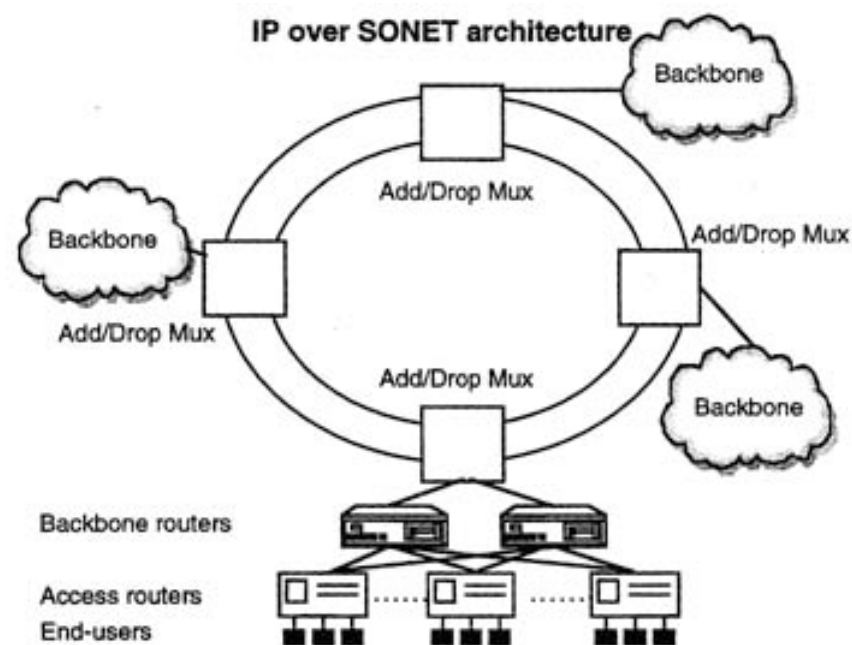


SONET/SDH



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



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

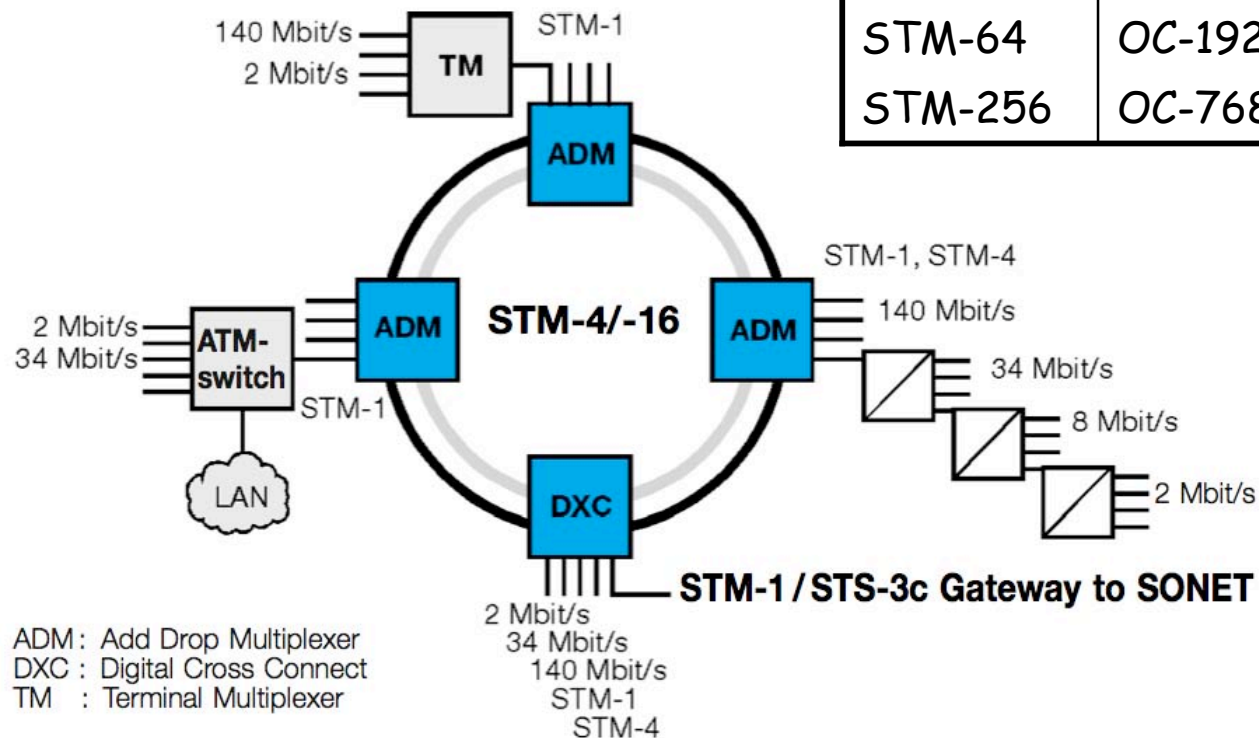
- *Synchronous Digital Hierarchy*
- Estándar del ITU (finales de los 80s, G.707)
- SONET caso particular
- En SDH la señal mínima es la de 155.52Mbps (STM-1)
- STM (*Synchronous Transport Module*), óptico o eléctrico
- Terminología:
 - *Regenerator Section, Multiplex Section, Higher Order Path*
 - *Virtual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



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



Elementos

Regeneradores

Terminal Multiplexers (TM)

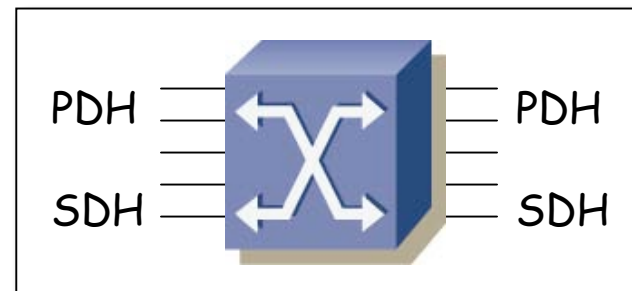
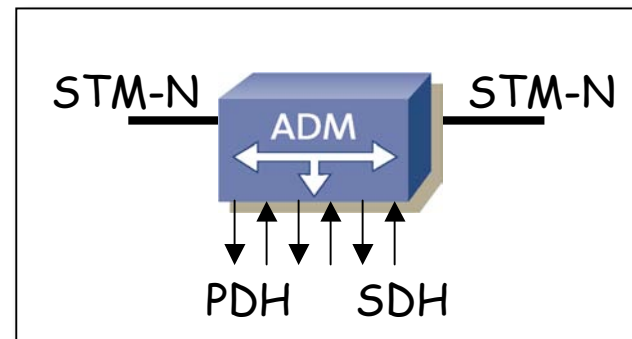
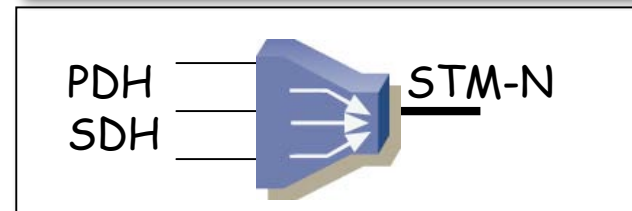
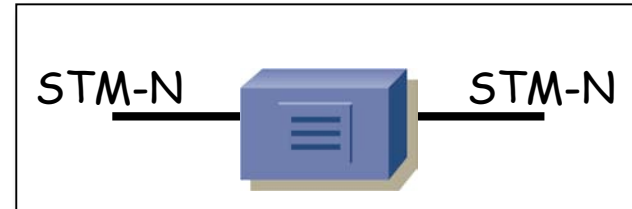
- Multiplexan señales plesiócronicas y síncronas en una única señal de nivel superior

Add-Drop Multiplexers (ADM)

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

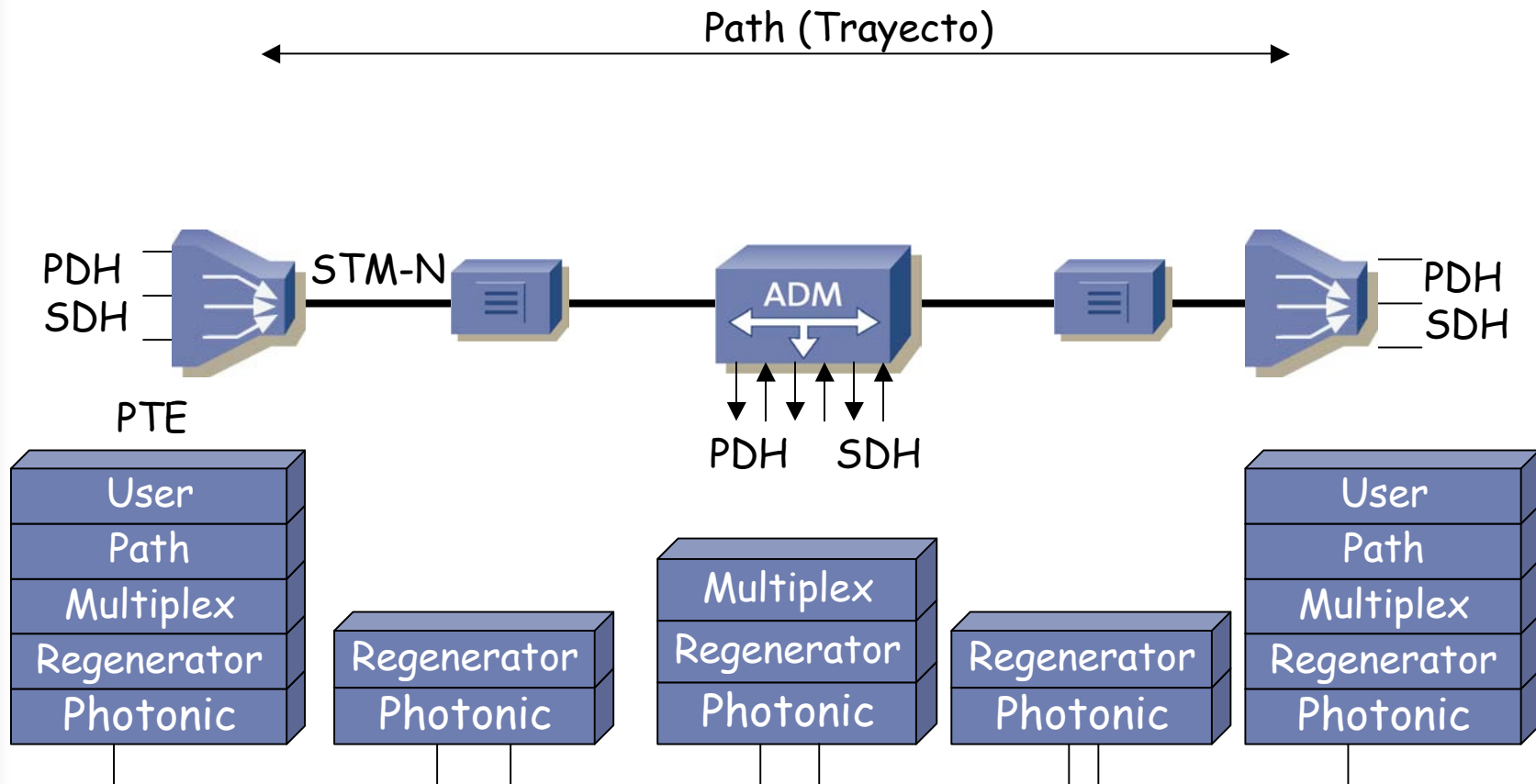
Digital Cross-Connect (DXC)

- Conmutación, inserción y extracción de señales PDH y SDH



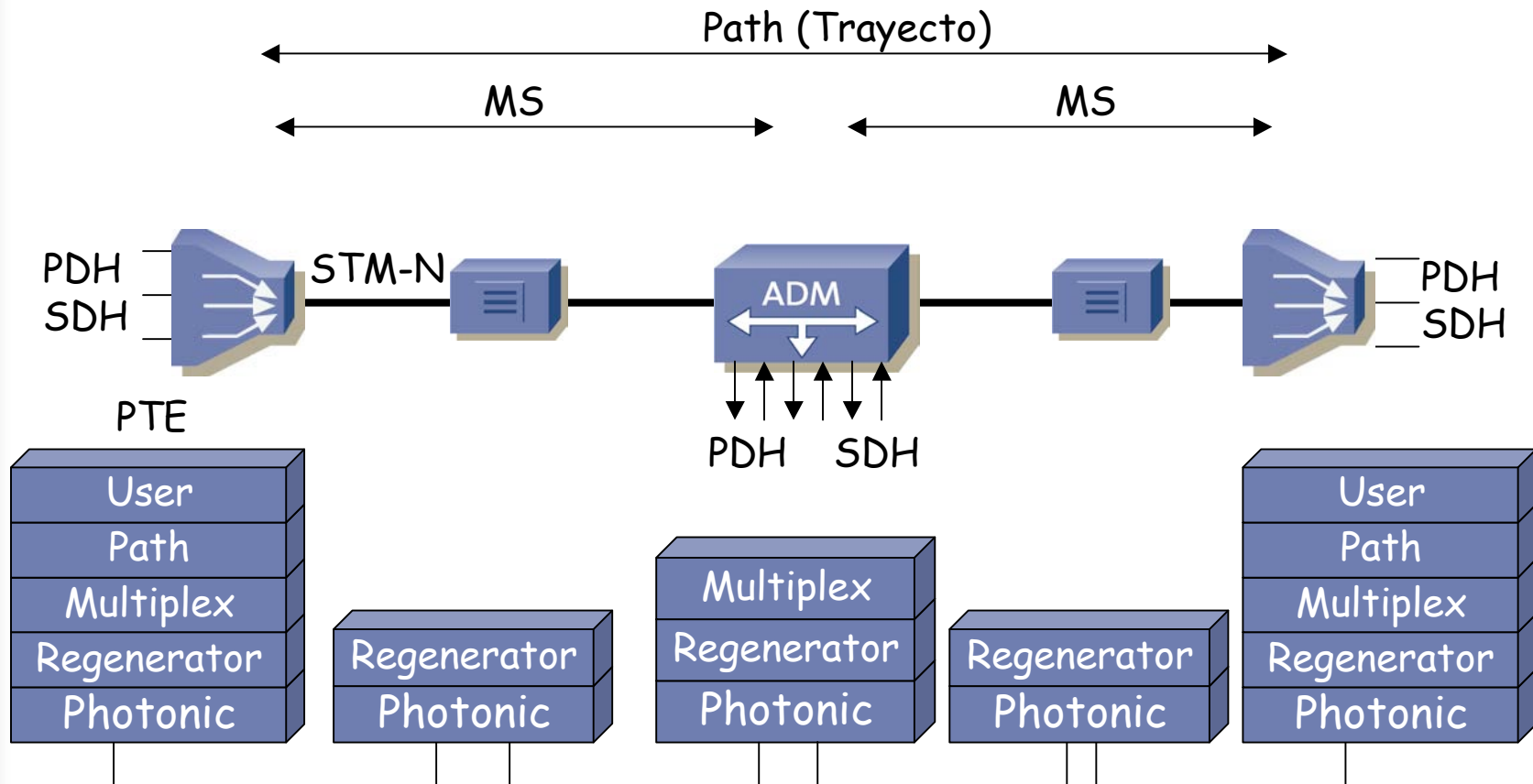
Elementos

- **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)



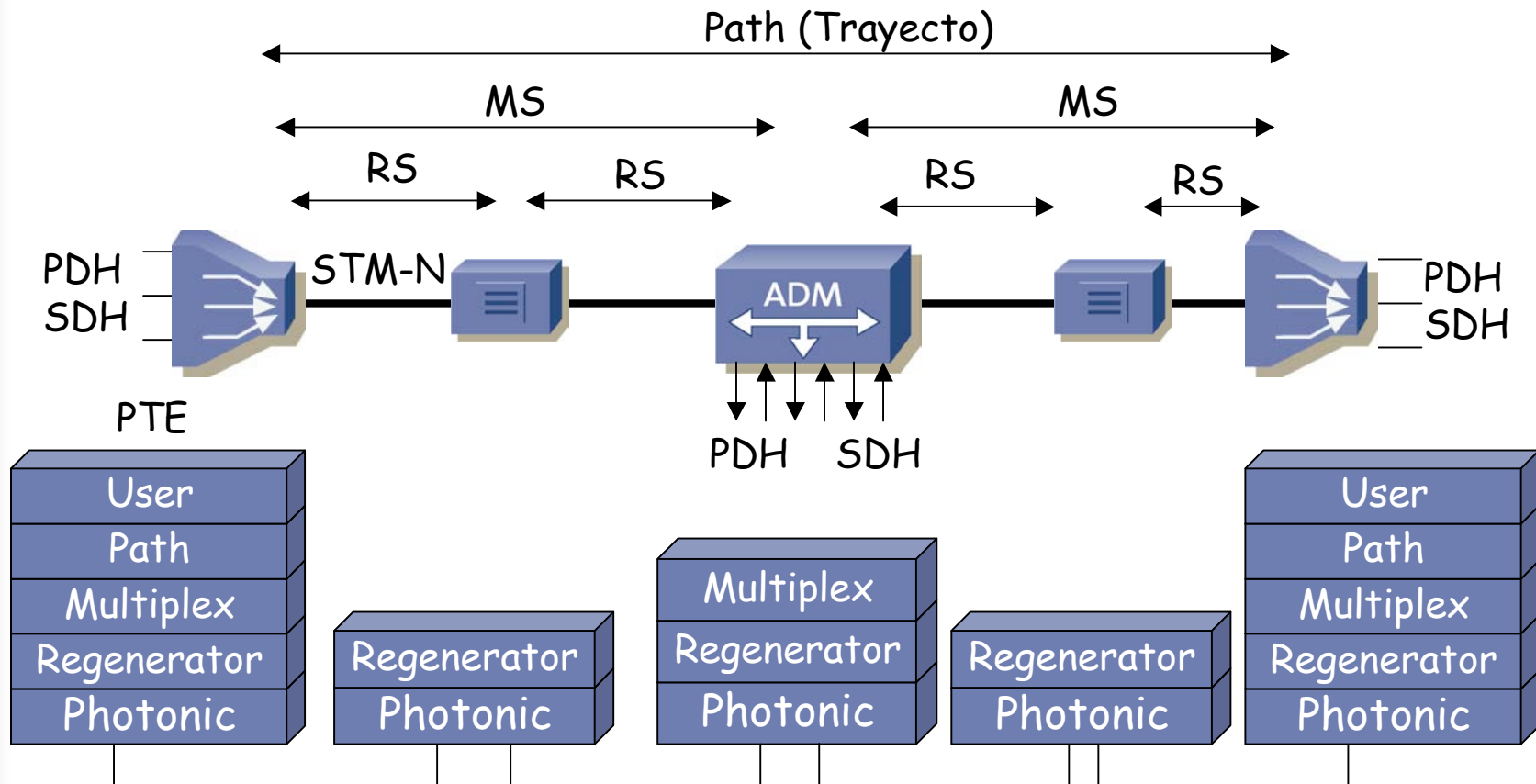
Elementos

- **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)



Elementos

- **RSTE** : *Regenerator Section-Terminating Element*
- **RS** : *Regenerator Section* (Sección de Regeneración)
- Emplea el *Regenerator Section OverHead* (RSOH)

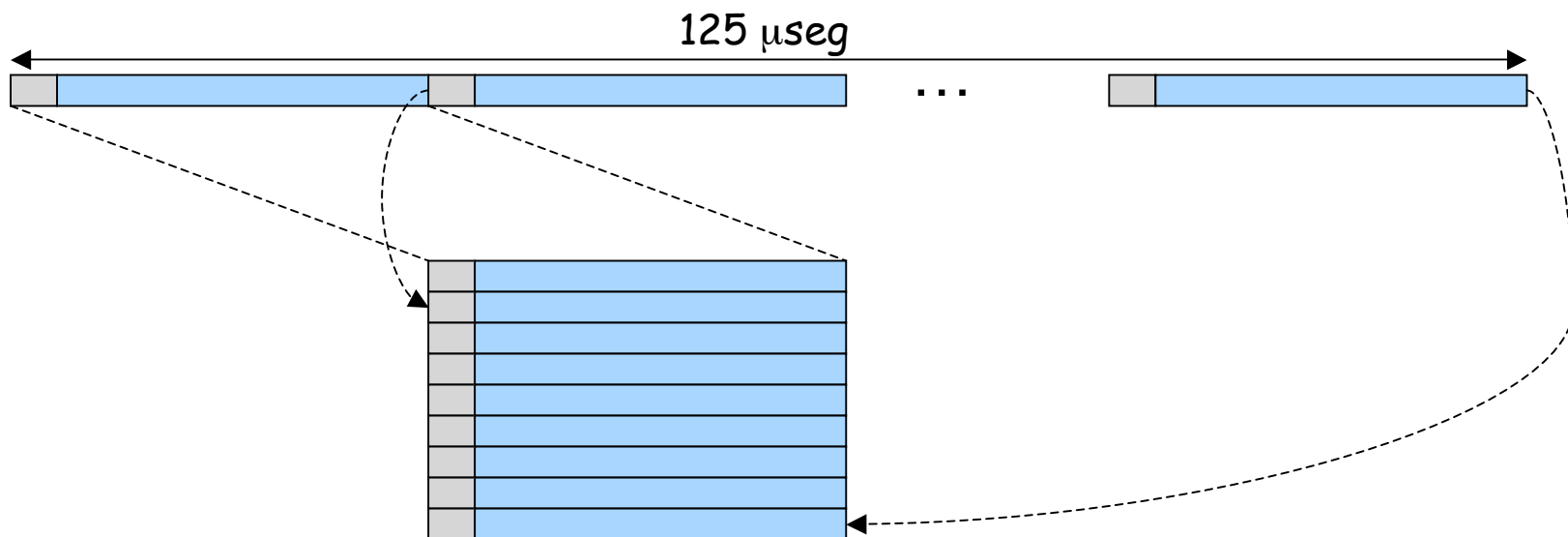


Trama SDH

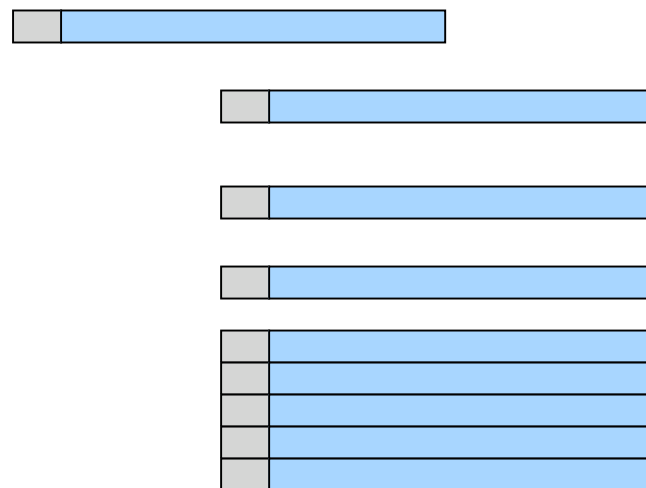
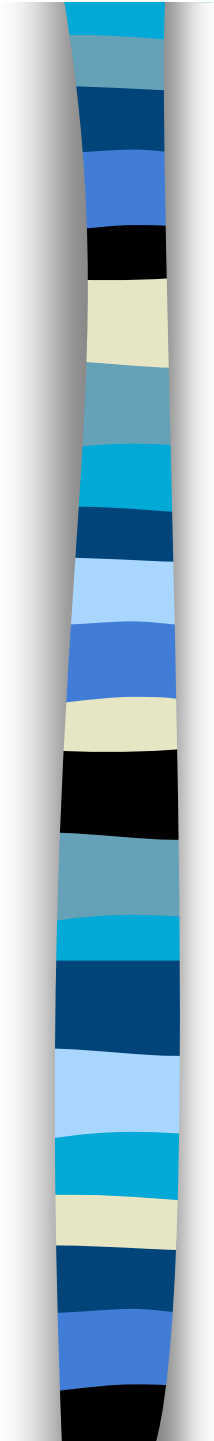


Estructura de la trama SDH

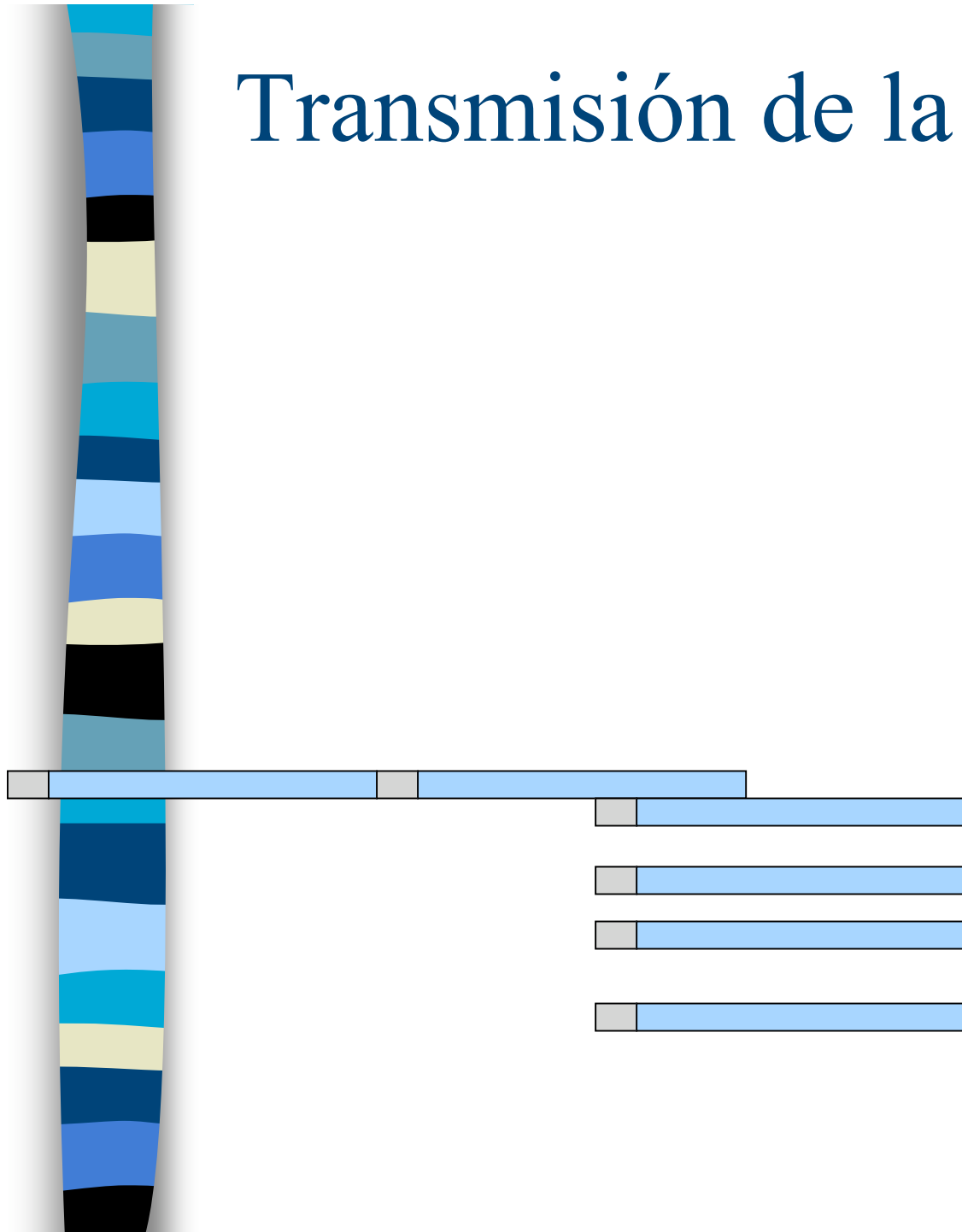
- La unidad básica es la trama STM-1
- Para cualquier velocidad la trama dura $125\mu\text{seg}$
- 8000 tramas/seg
- La menor unidad es un byte
- A 155Mbps la trama de 2430 Bytes
- Hay 9 secciones con 9 bytes de sobrecarga
- Se suele representar la trama en forma matricial o rectangular (...)



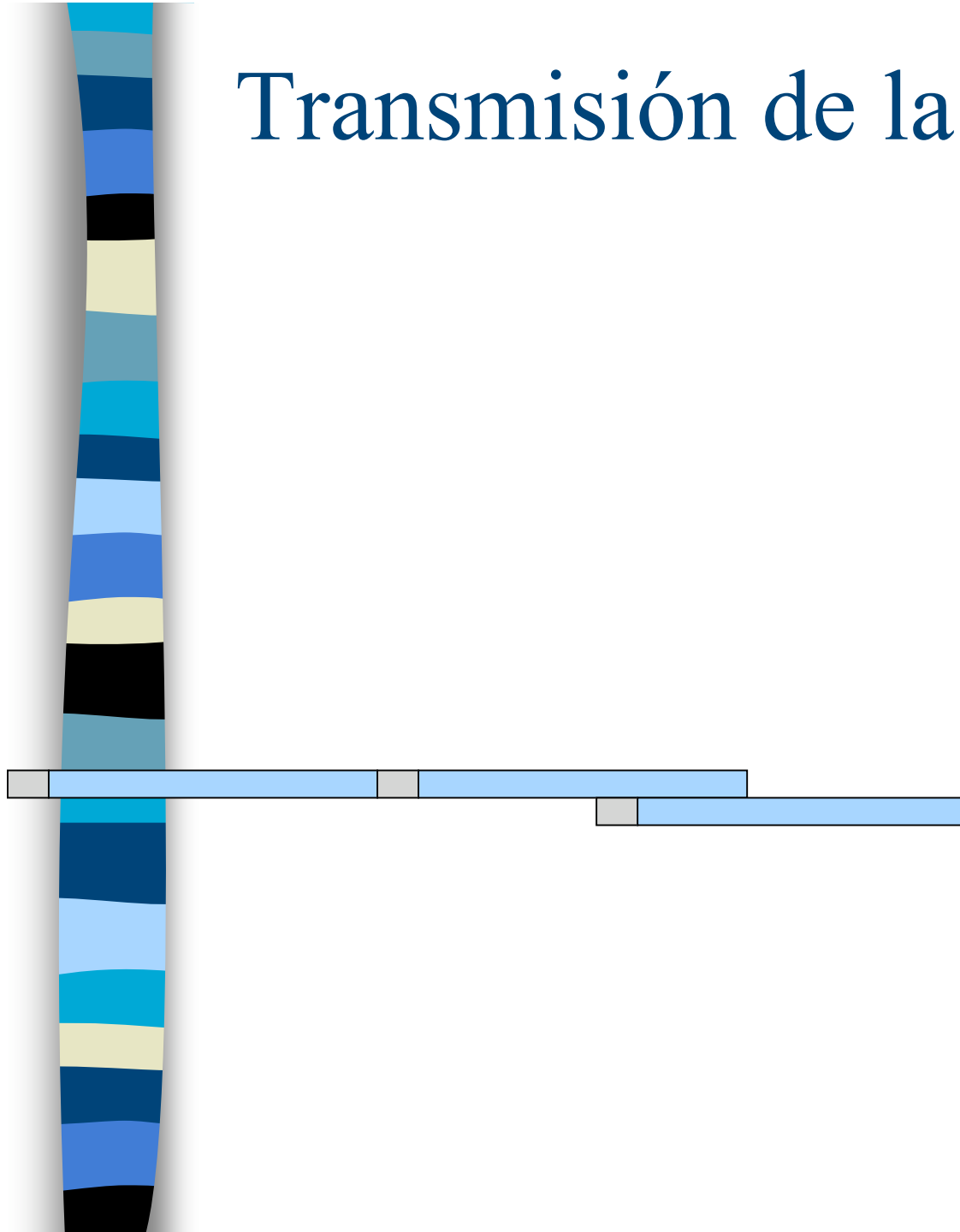
Transmisión de la trama



Transmisión de la trama

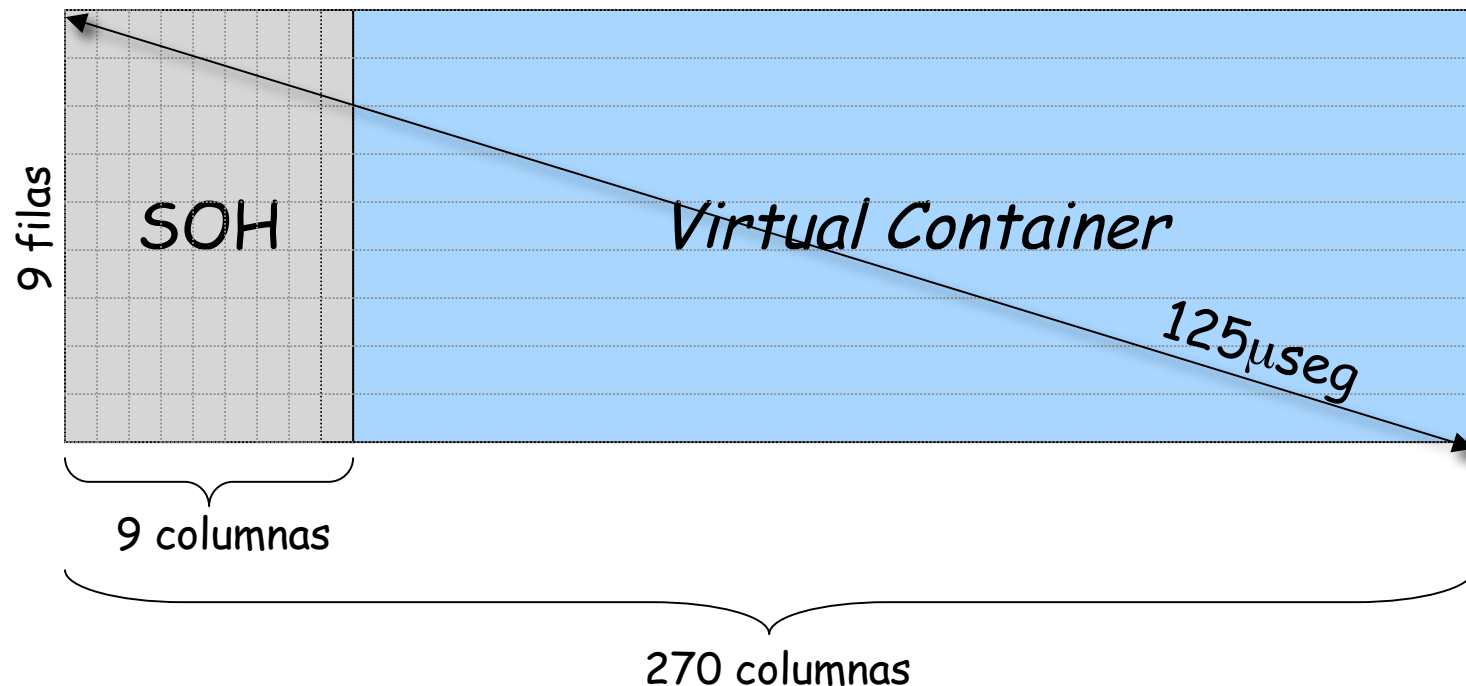


Transmisión de la trama



Estructura de la trama STM-1

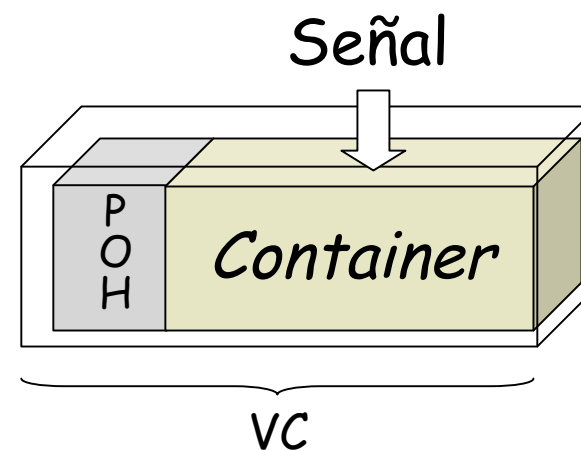
- 1 byte \Rightarrow 64Kbps
- 64Kbps x 9 filas x 270 columnas = 155.52Mbps
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de 125 μ seg, 9 filas, Nx270 columnas



Entramado

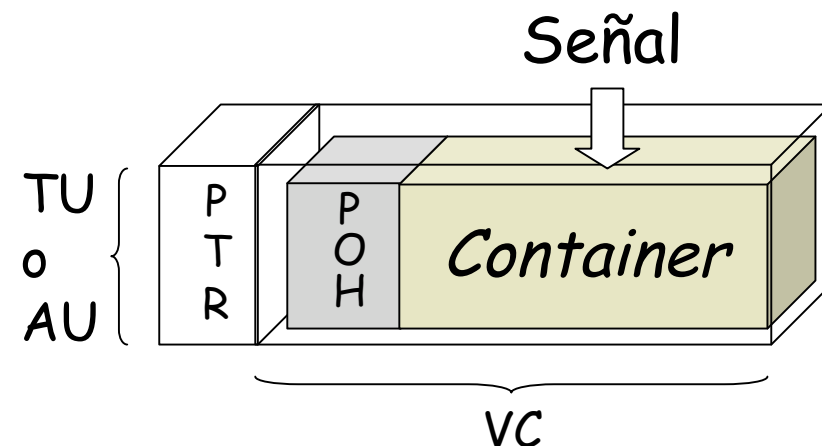
- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container SDH* de capacidad suficiente
- Contenedor + *Path OverHead (POH)* = *Virtual Container (VC)*
- La señal PDH se inserta de manera *asíncrona* (modo flotante)
- Se permite que la velocidad binaria fluctúe dentro de unos márgenes

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)



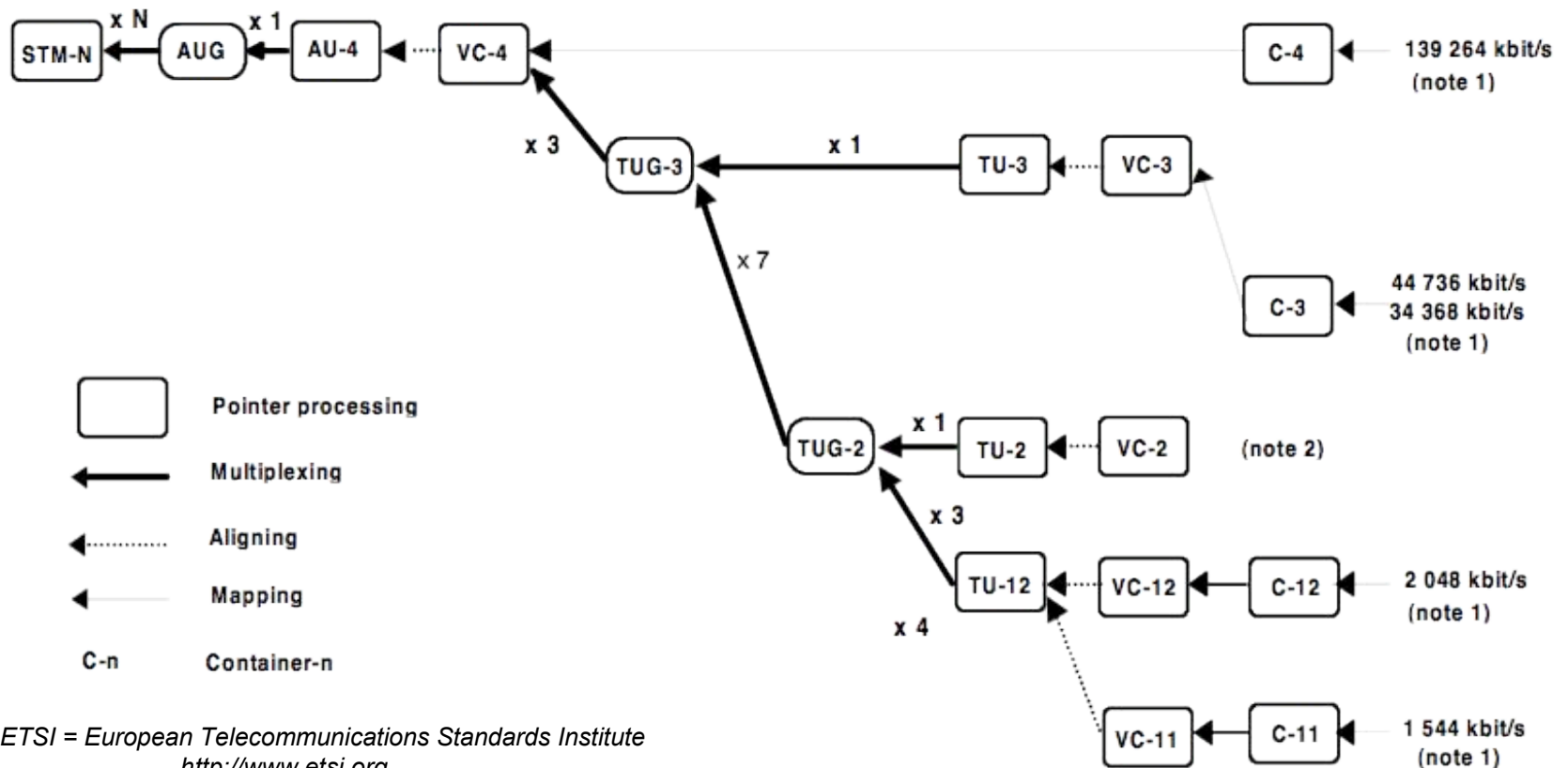
Entramado

- 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)



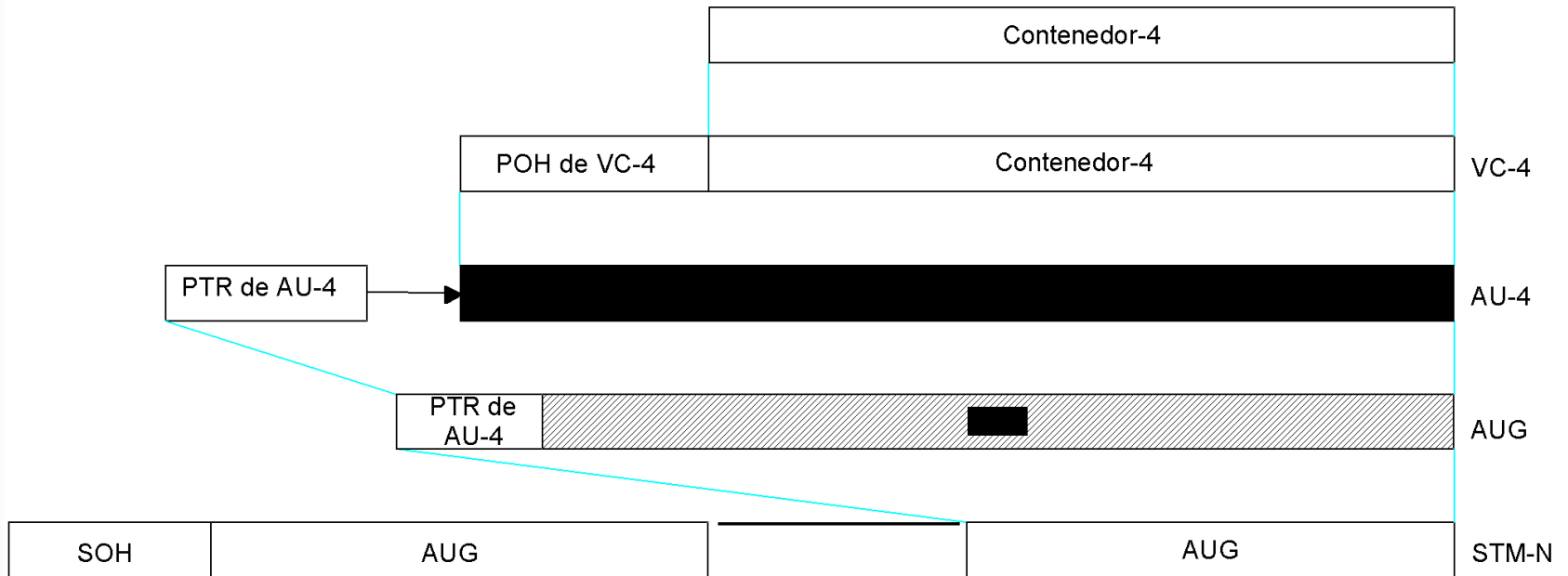
Estructura de multiplexación

- La trama STM-1 puede transportar diferentes combinaciones de *Virtual Containers*
- Estructura de multiplexación generalizada de ETSI (subconjunto de la estandarizada en G.707):



ETSI = European Telecommunications Standards Institute
<http://www.etsi.org>

Ejemplo



Asociación lógica
 Asociación física

T1517990-95

NOTA – Las zonas no sombreadas están alineadas en fase. La alineación de fase entre las zonas no sombreadas y las sombreadas se define por el puntero (PTR) y se señala con la flecha.