

Introducción a tecnologías WAN y redes de acceso

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

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

De LAN a WAN

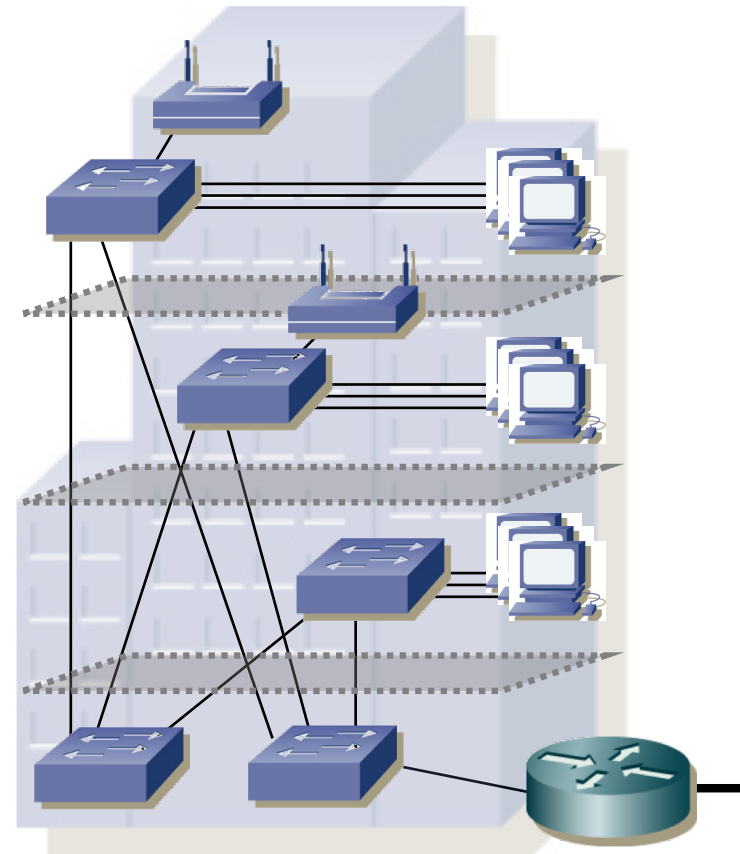
Redes de Área Local

Hemos visto:

- Conceptos básicos
- Ethernet
- Wi-Fi

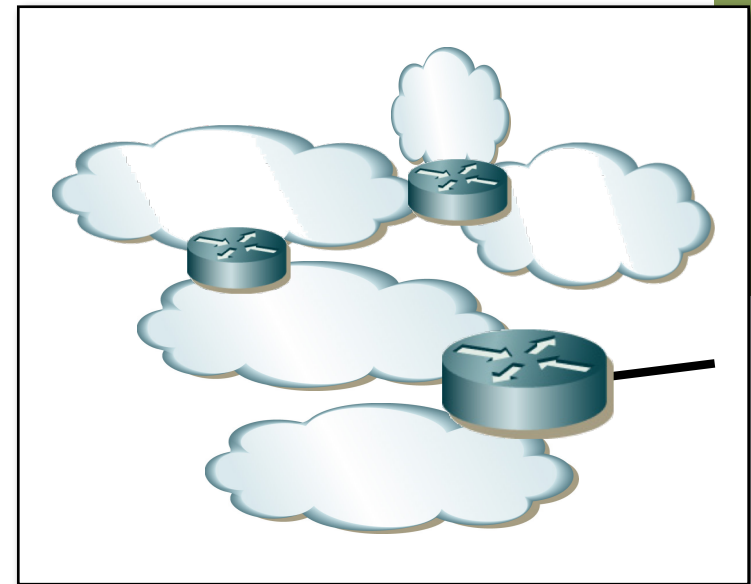
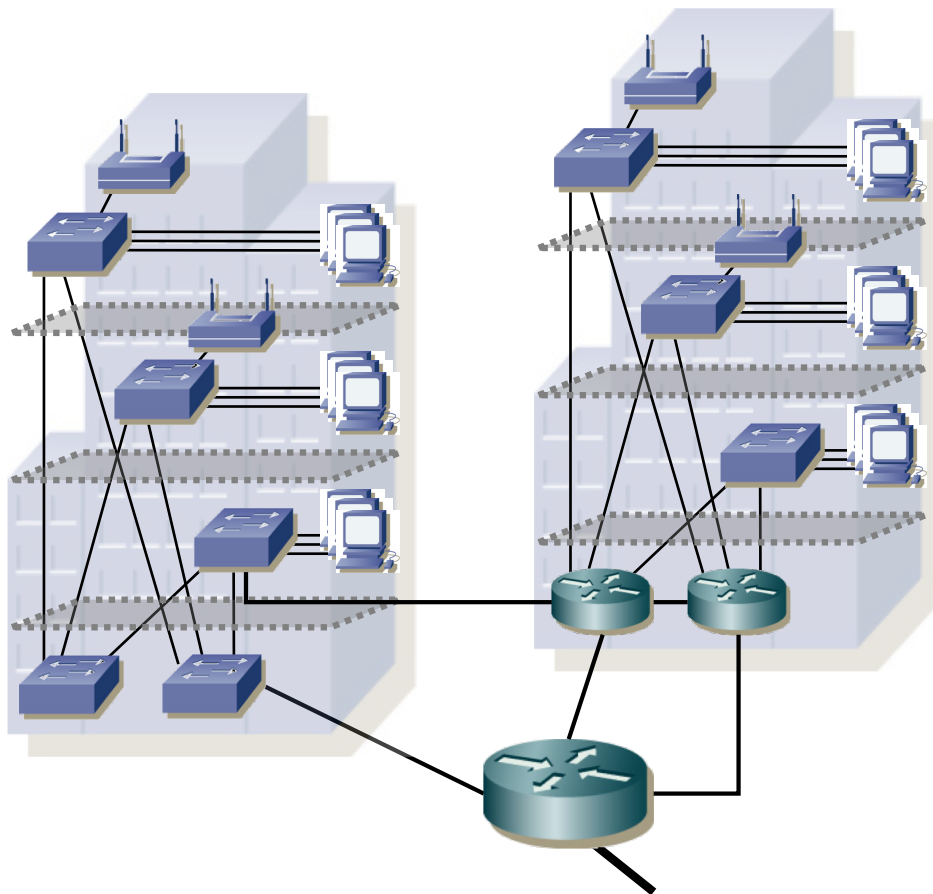
Tienen limitaciones:

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



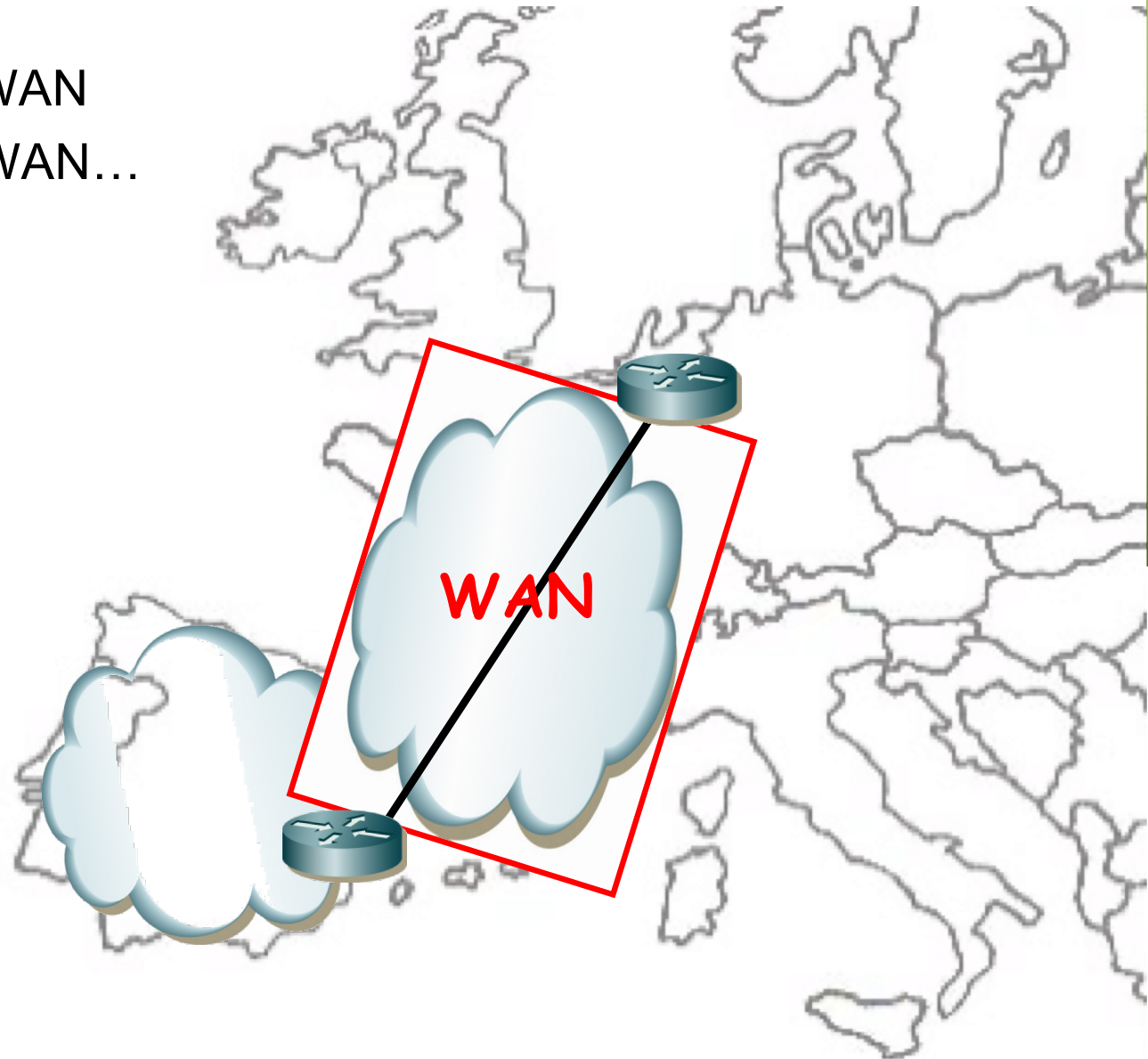
Grandes redes locales

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



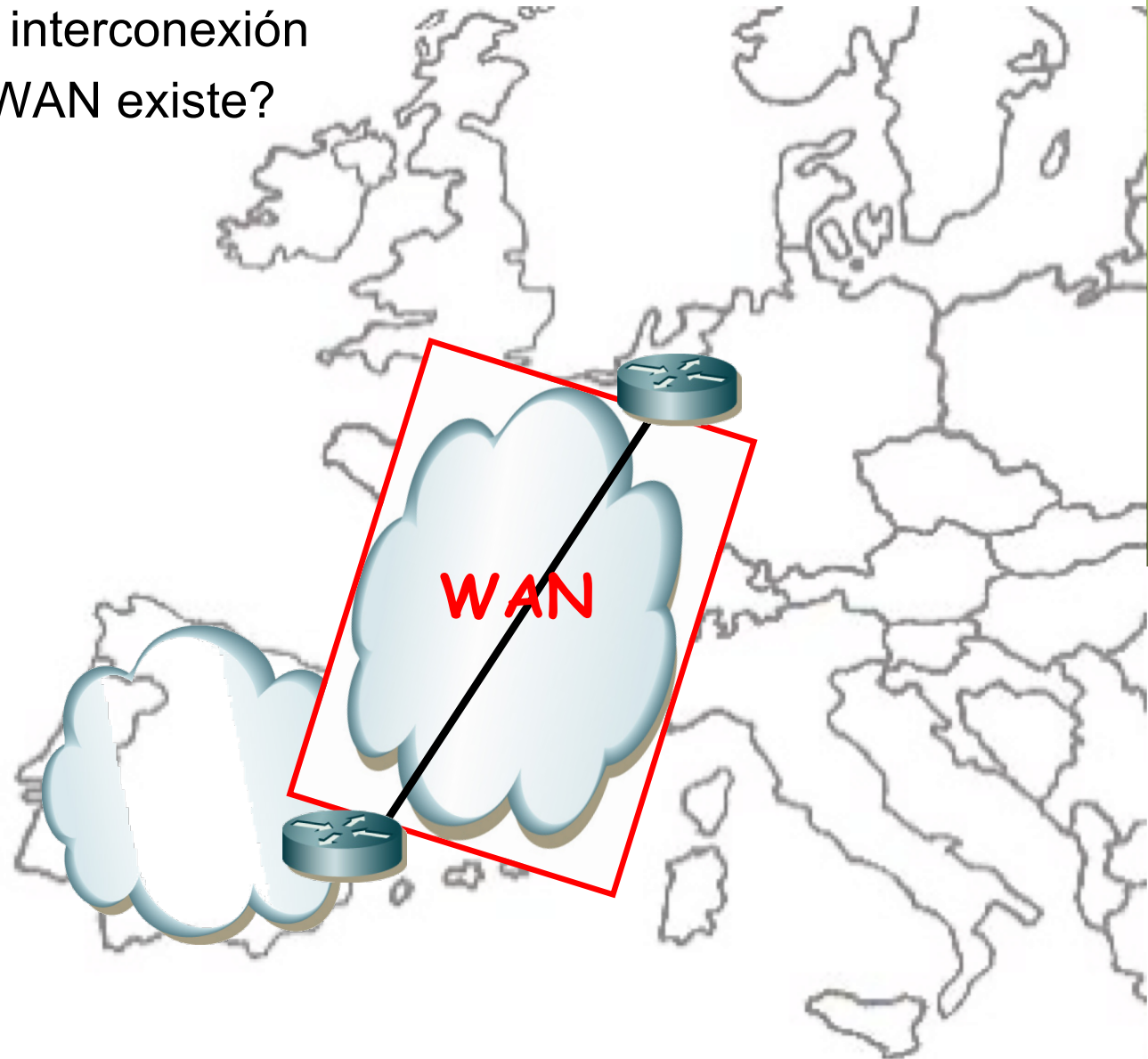
Redes de Área Extensa

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



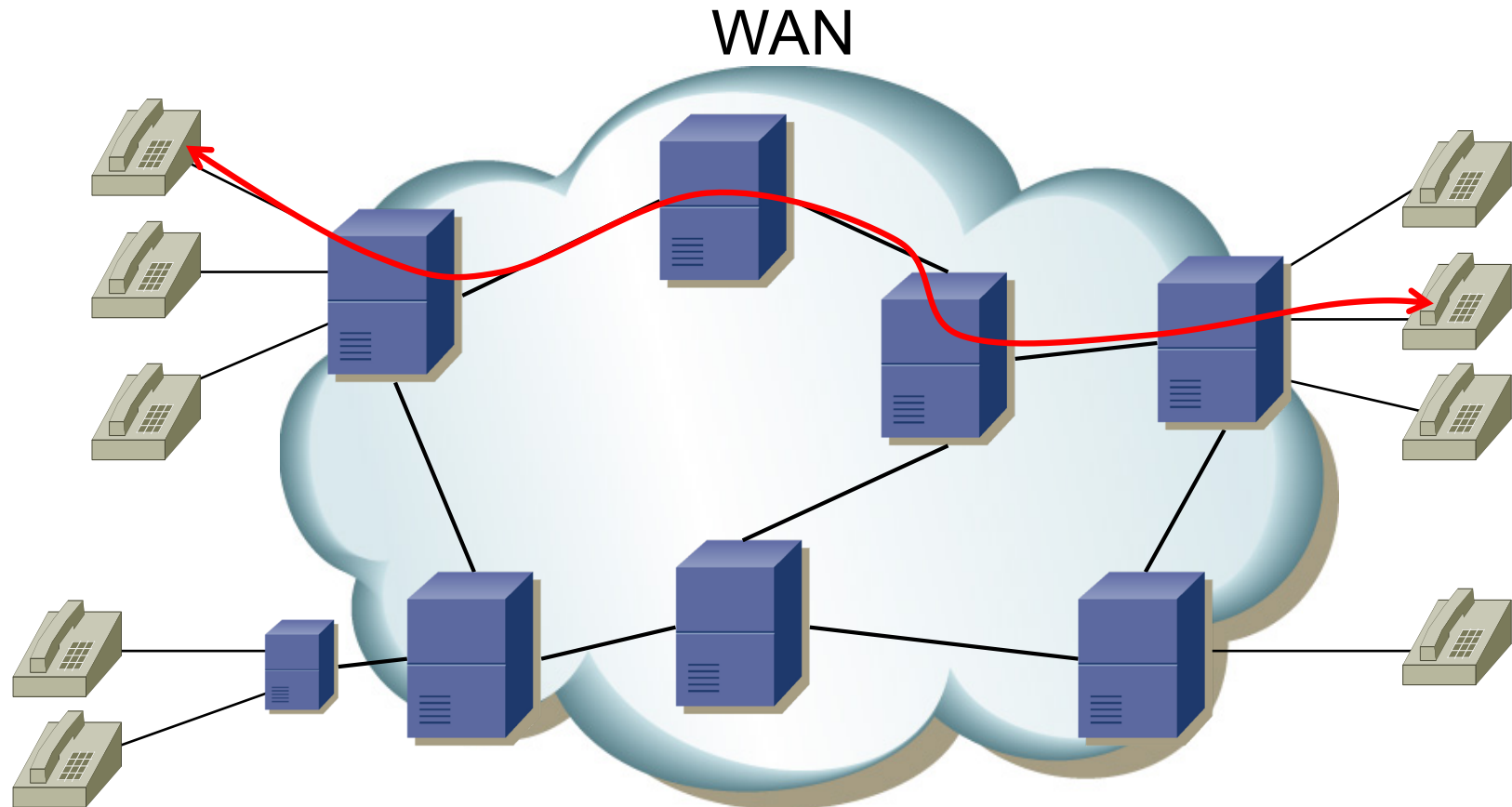
Redes de Área Extensa

- Inicialmente no existen LANs
- O no requieren interconexión
- ¿Qué servicio WAN existe?



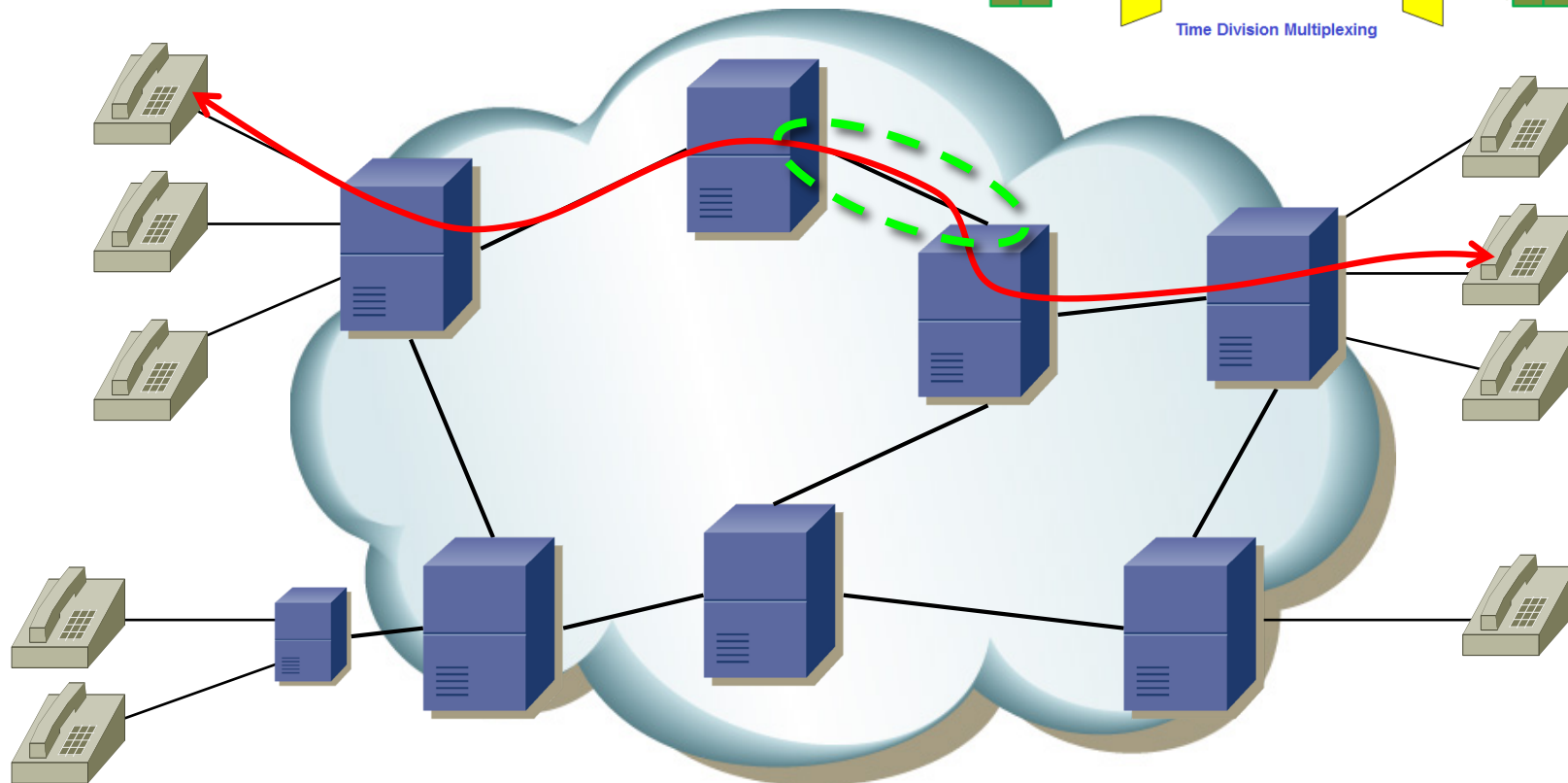
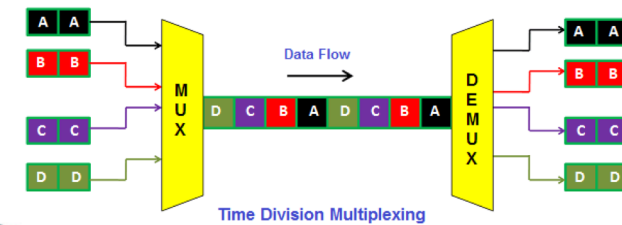
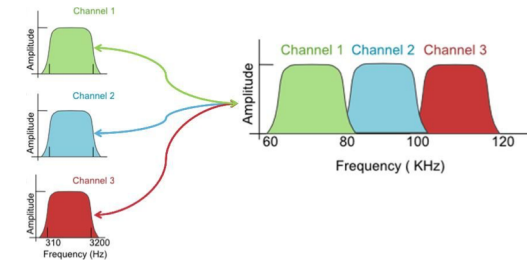
Servicio telefónico

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



Servicio telefónico

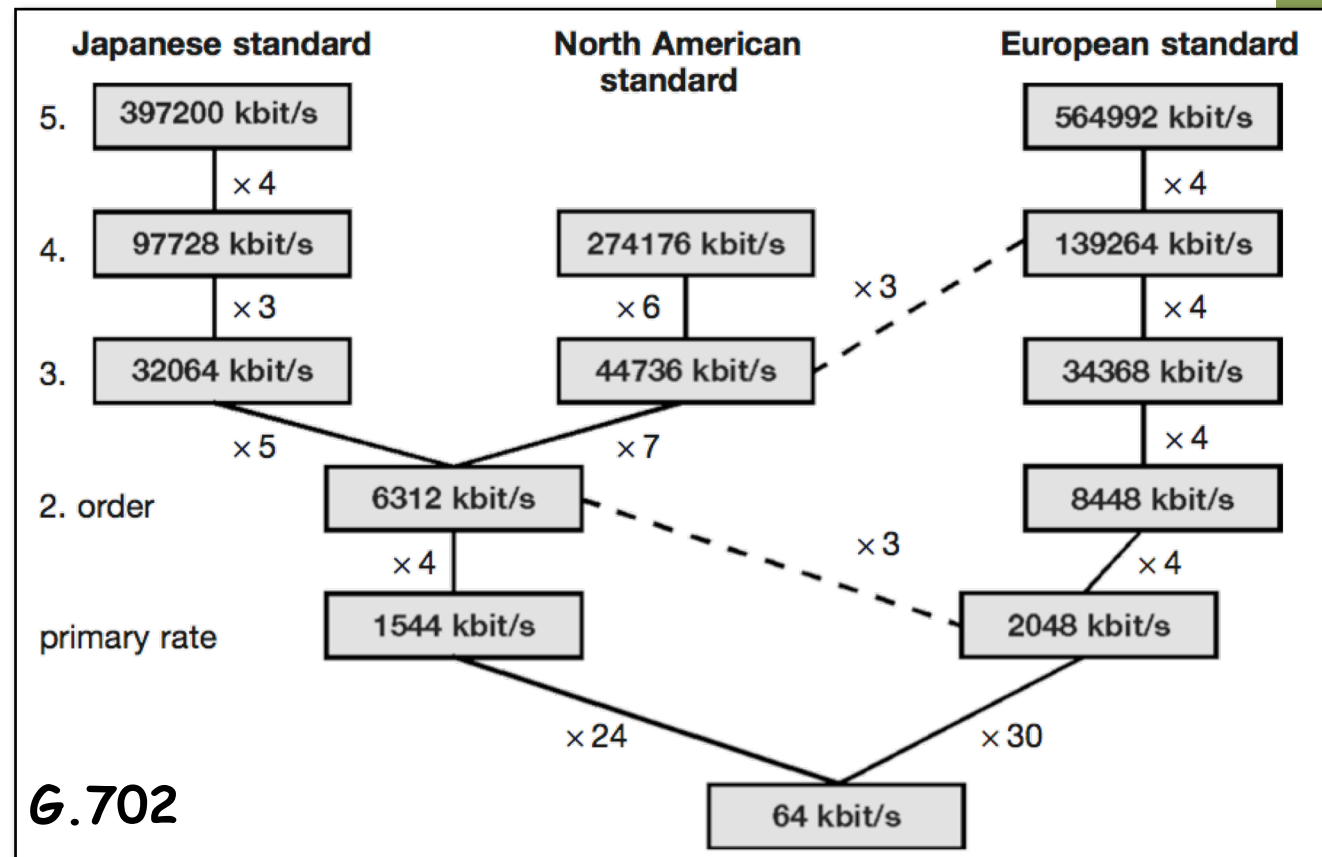
- Red de conmutación de circuitos
- Multiplexación de llamadas en las líneas troncales entre centrales (conmutadores telefónicos)
 - FDM
 - TDM : red digital



PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

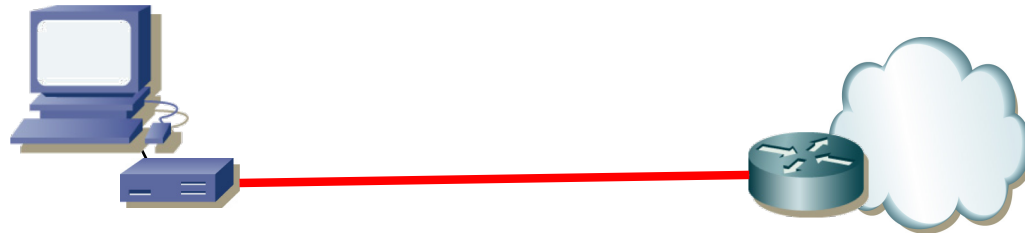
Multiplexación TDM

- $E1 (2048\text{Kbps}) = 32 \times E0$ $E2 = 4 \times E1$, $E3 = 4 \times E2$, $E4 = 4 \times E3$
- $T1 (\text{DS1}, 1.54\text{Mbps}) = 24 \times \text{DS0}$ $T2 = 4 \times T1$, $T3 = 7 \times T2$
- ITU-T G.701-703
- Multiplexación bit a bit
- Acomodar variaciones en frecuencia insertando bits (“justificación”)

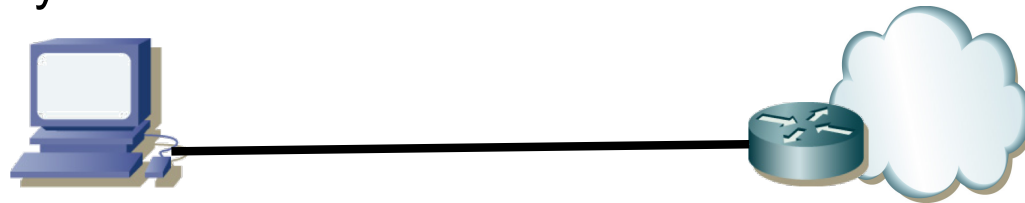


PSTN como red de acceso

- El circuito actúa como tal, los bits que se envían llegan al otro extremo
- Los extremos no “ven” la WAN



- ¿Cómo se vería desde un protocolo como IP?
- Varias opciones pero lo más común sería un enlace punto-a-punto entre el host y el router



- Eso es una pequeña subred IP con solo el host y el interfaz del router



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



SONET/SDH



upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

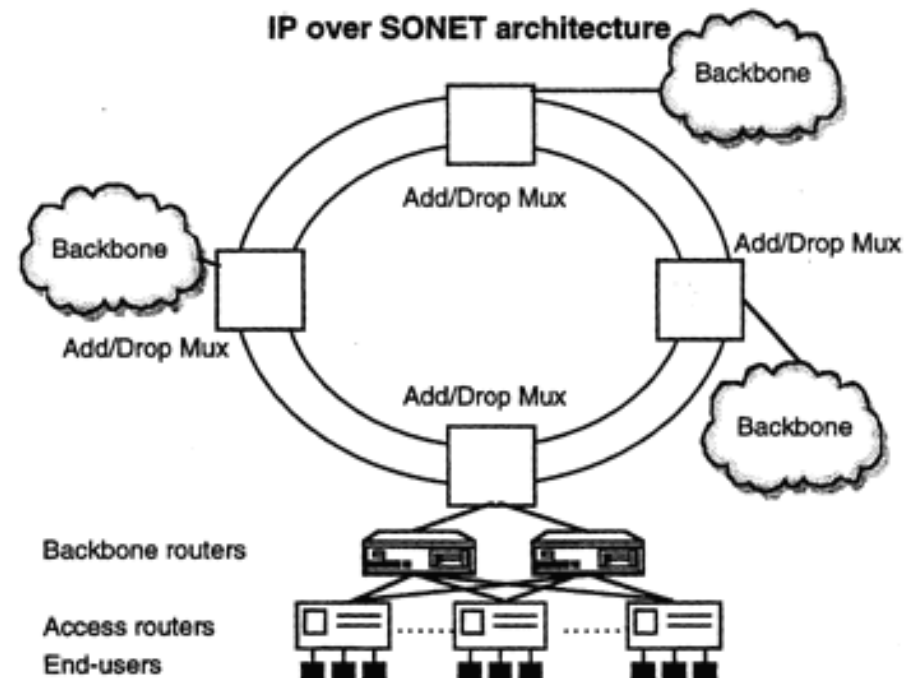


SONET/SDH: Introducción



SONET/SDH

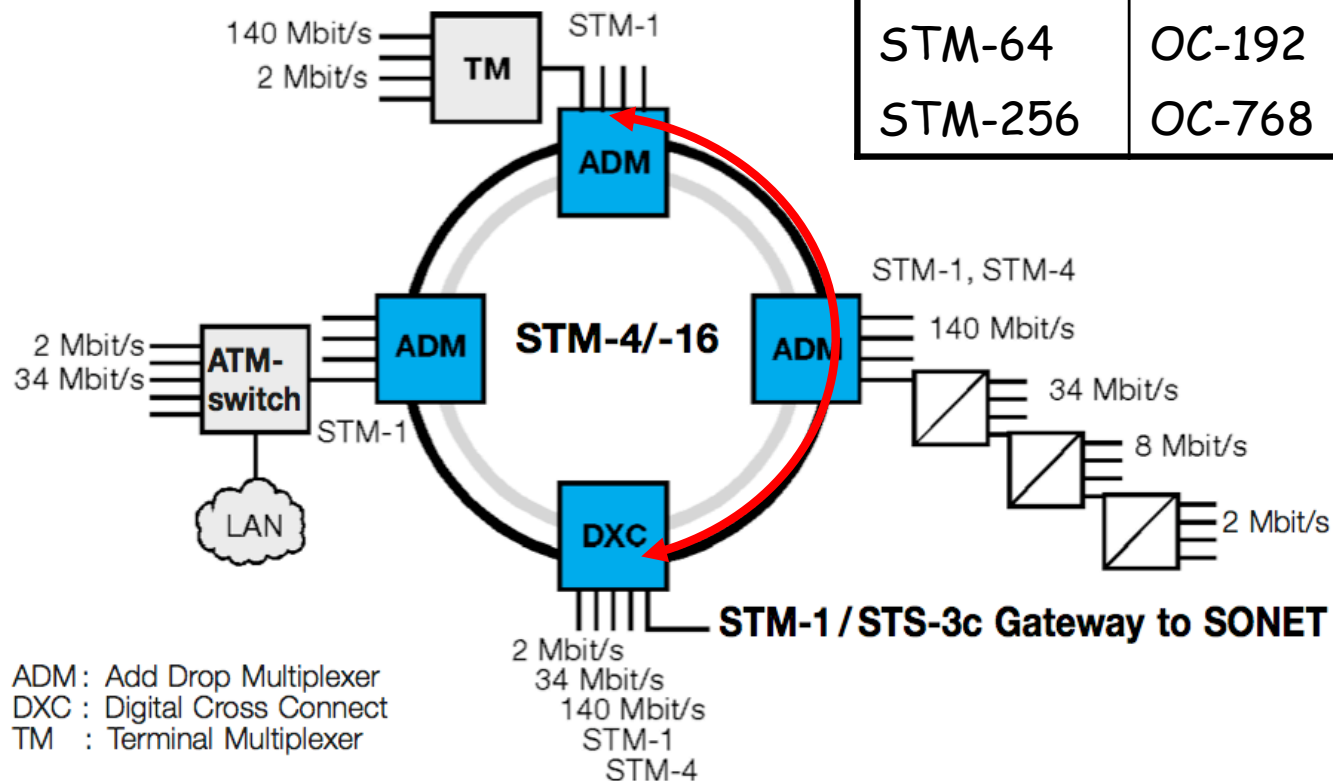
- Especificaciones de *Network Node Interface* (NNI)
- Tecnología de transporte. Originalmente para transportar señales PDH
- Permite velocidades elevadas
- Los relojes de los equipos están sincronizados en toda la red
- La sincronización reduce la necesidad de buffering
- Simplifica la inserción y extracción de señales de más baja velocidad sin demultiplexar
- Fácilmente de extender 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/SDH

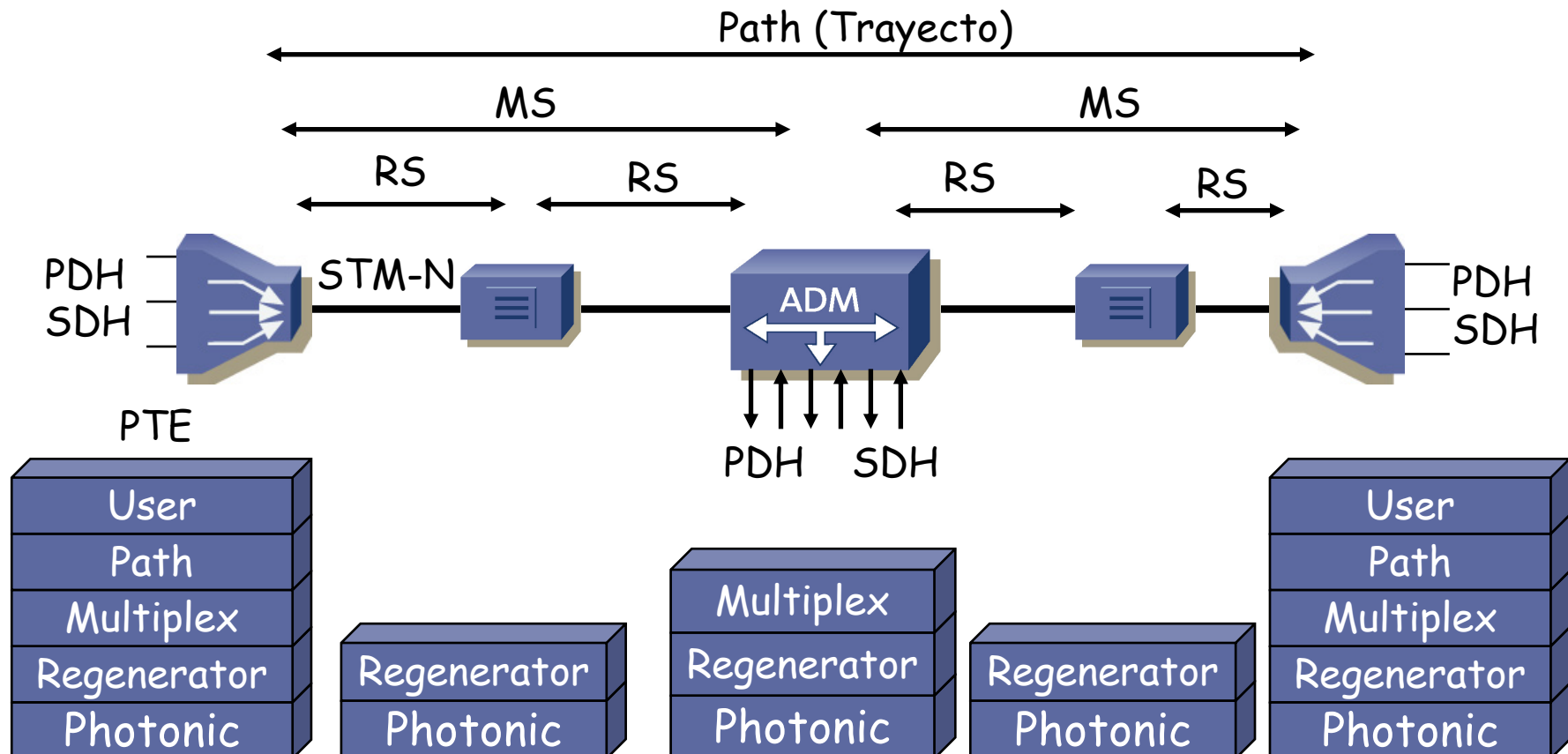
- SDH se diseñó para transportar señales de 1.5, 2, 6, 34, 45 y 140 Mbps
- Límite de velocidad impuesto por la tecnología, no por la falta de estándar

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

- **MS** : *Multiplex Section* (Sección de Multiplexación)
- **RS** : *Regenerator Section* (Sección de Regeneración)



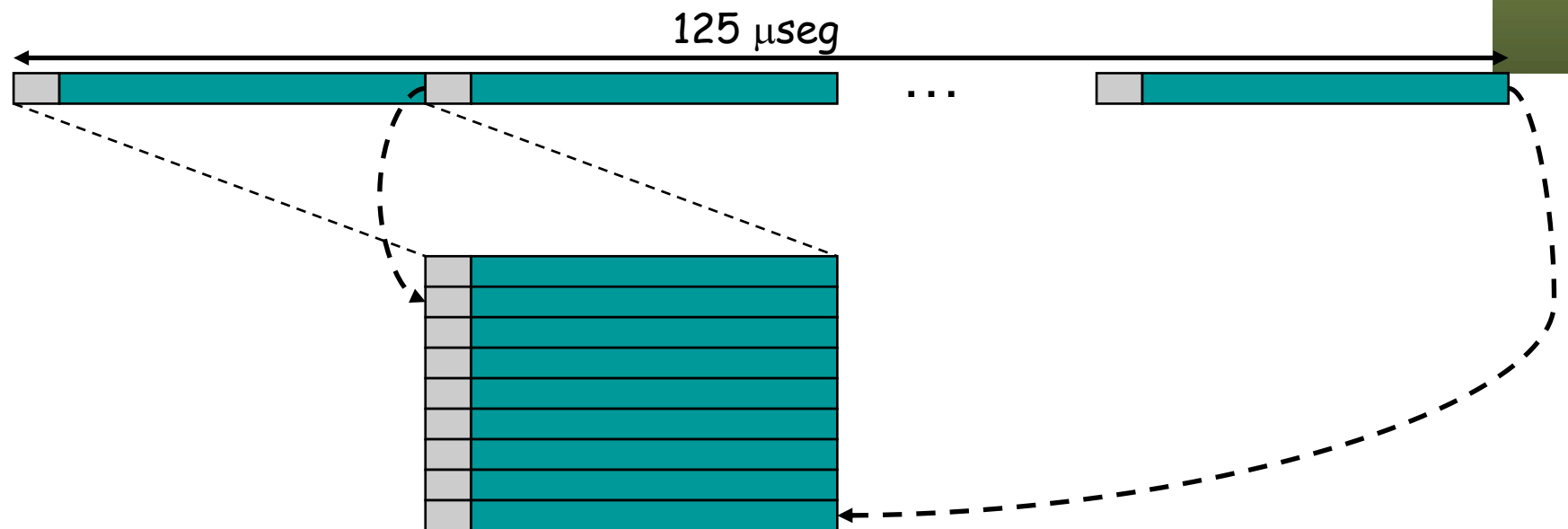
upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

SDH: Trama

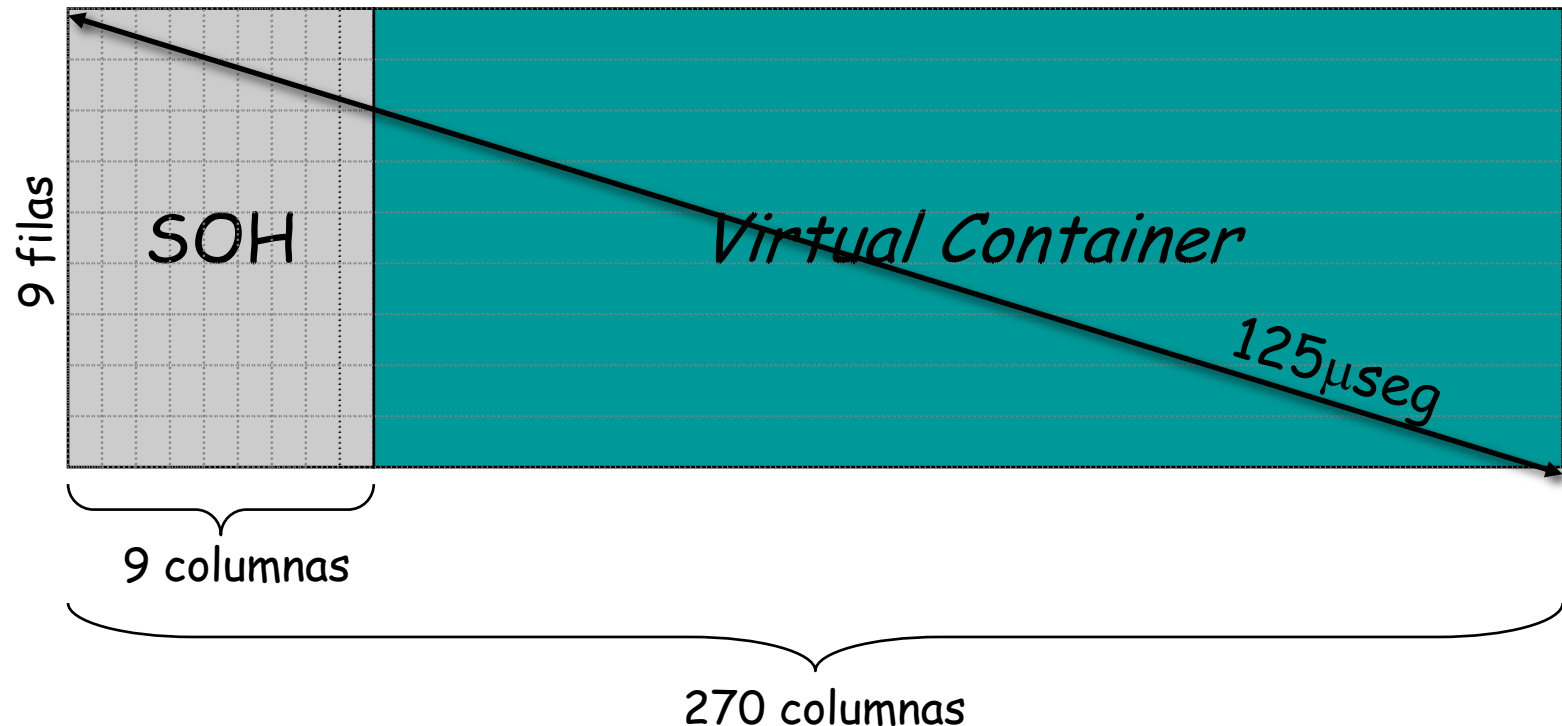
Transmisión de la trama

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



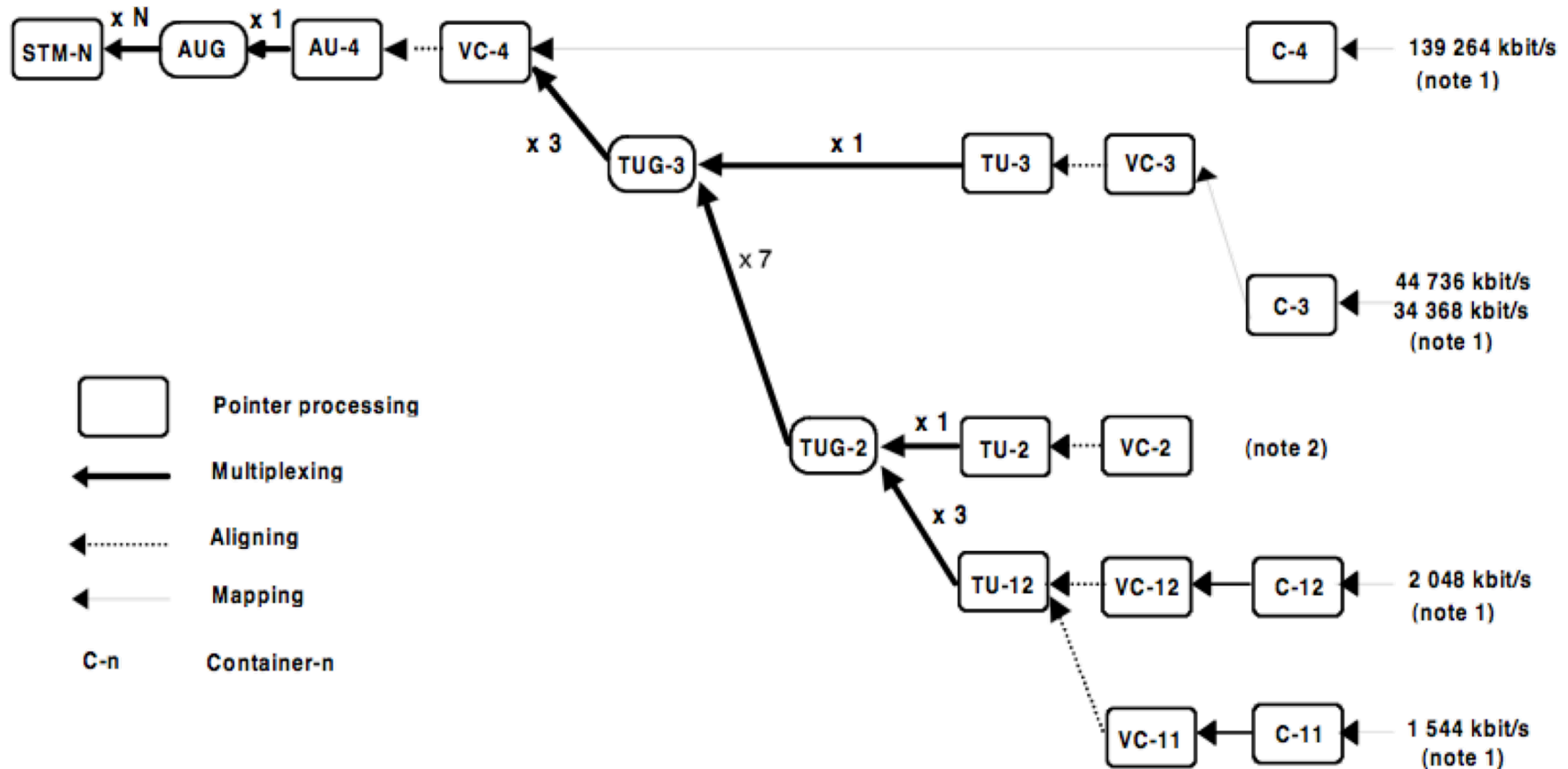
Estructura de la trama STM-1

- 1 byte cada $125\mu\text{s} \Rightarrow 64\text{Kbps}$
- $64\text{Kbps} \times 9 \text{ filas} \times 270 \text{ columnas} = 155.52\text{Mbps}$
- SOH = *Section OverHead* (9 columnas)
- STM-N: duración de $125\mu\text{seg}$, 9 filas, $N \times 270$ columnas



SDH: Estructura de multiplexación

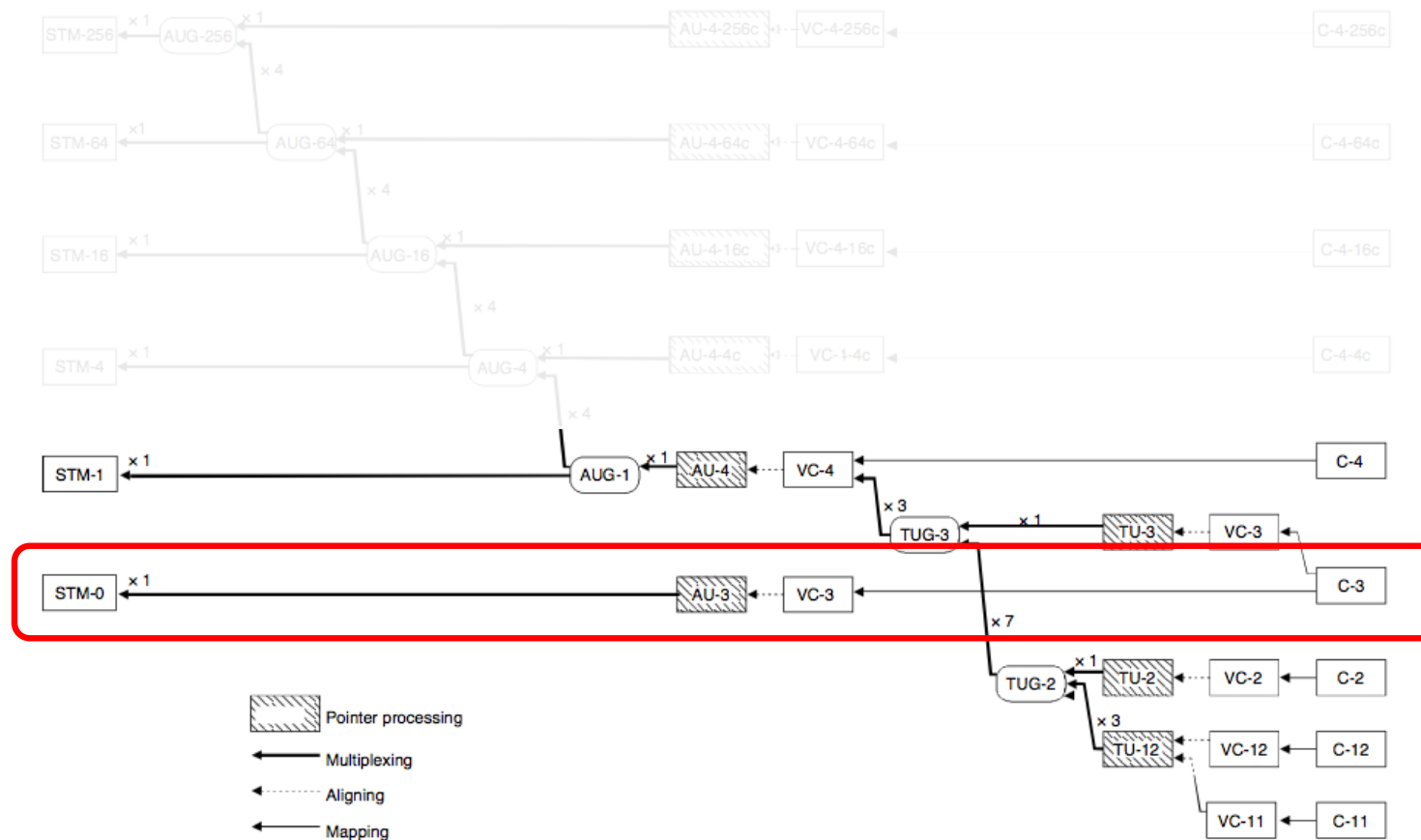
Multiplexación



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)

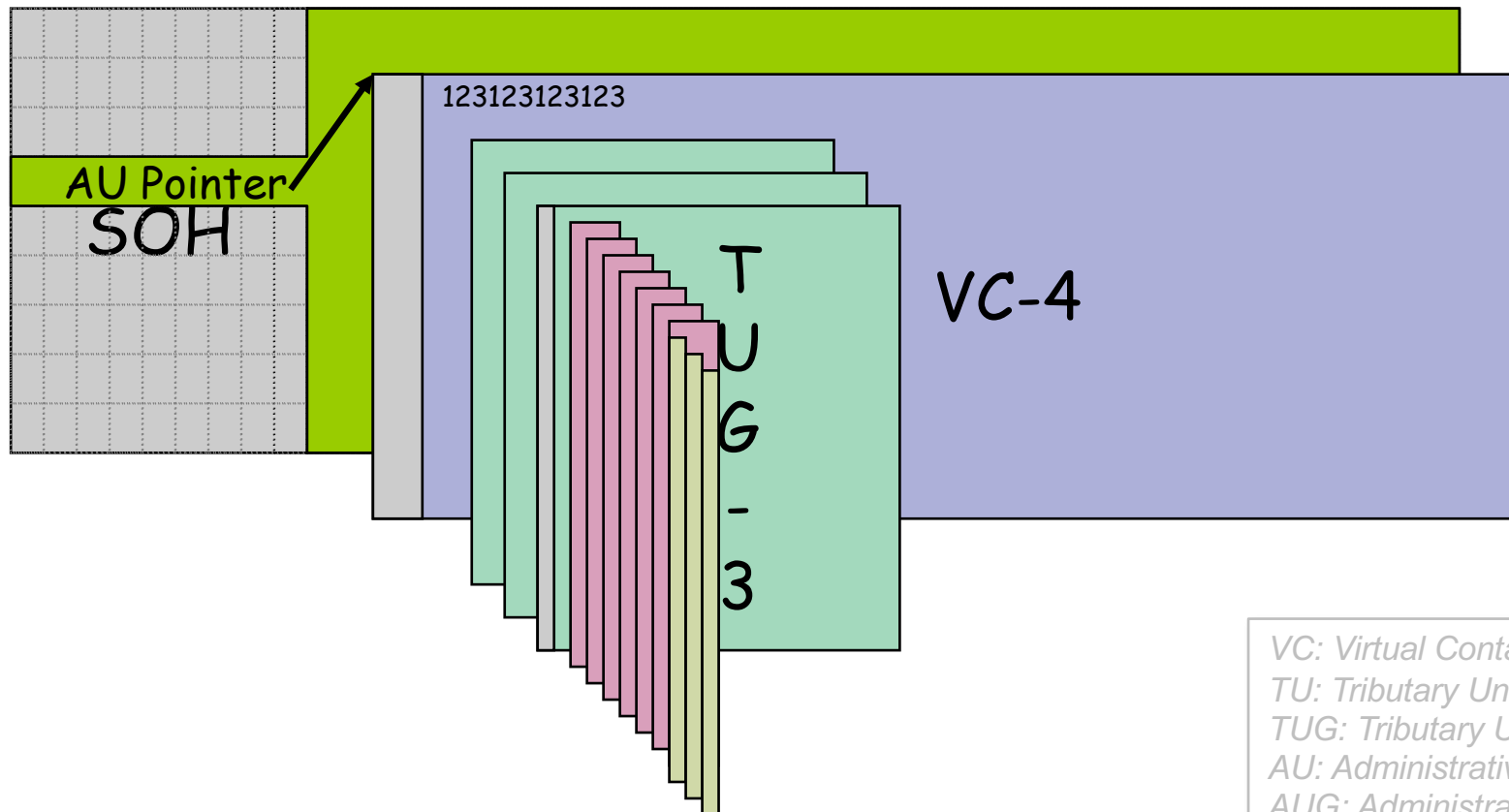
Estructura de la trama STM-1

- Un STM-1 transporta un AUG (*Administrative Units Group*)
- Según G.707 un AUG puede transportar
 - Un AU-4 ó
 - Tres AU-3
- ETSI recomienda solo la primera alternativa

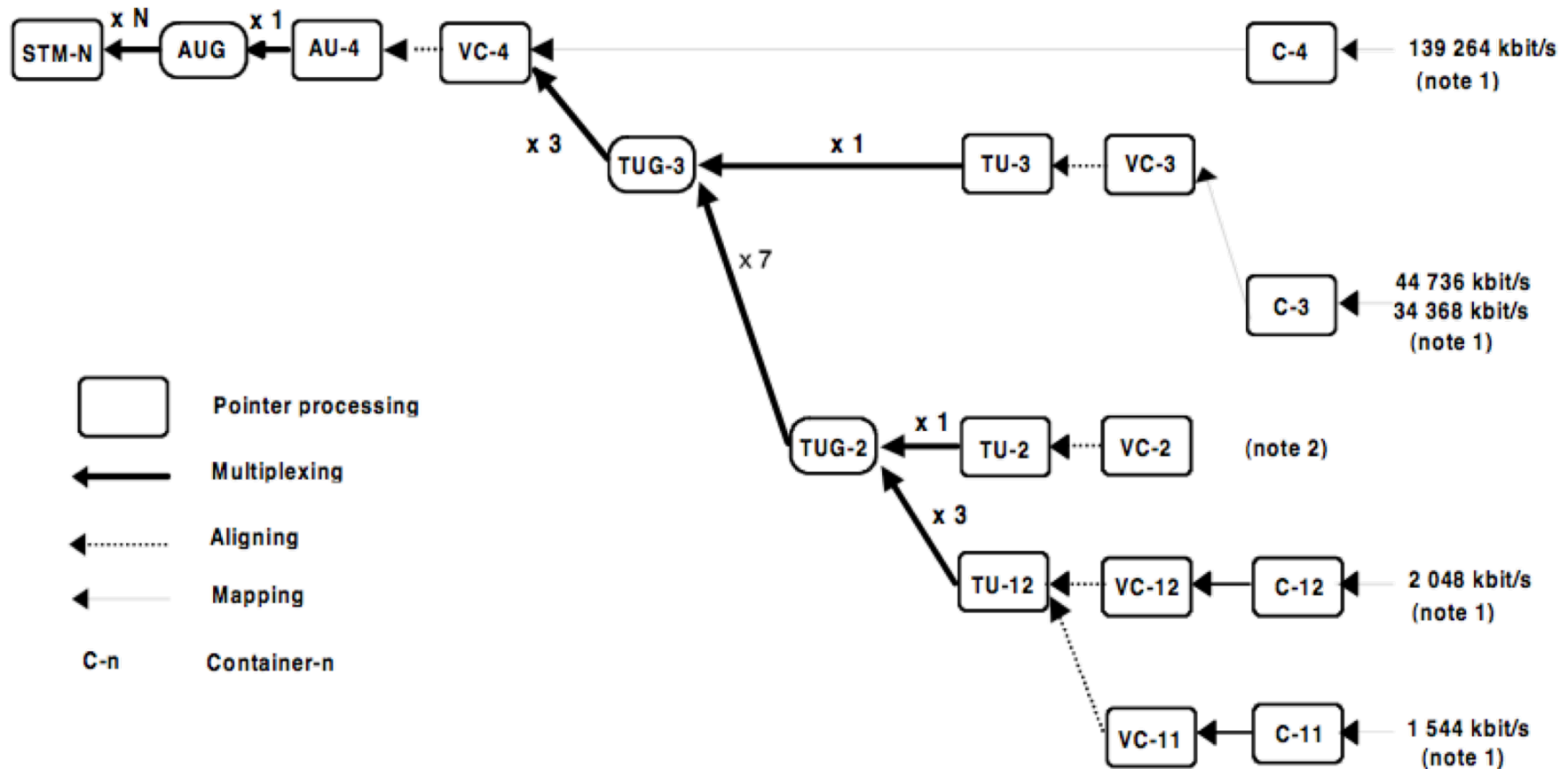


Estructura de la trama STM-1

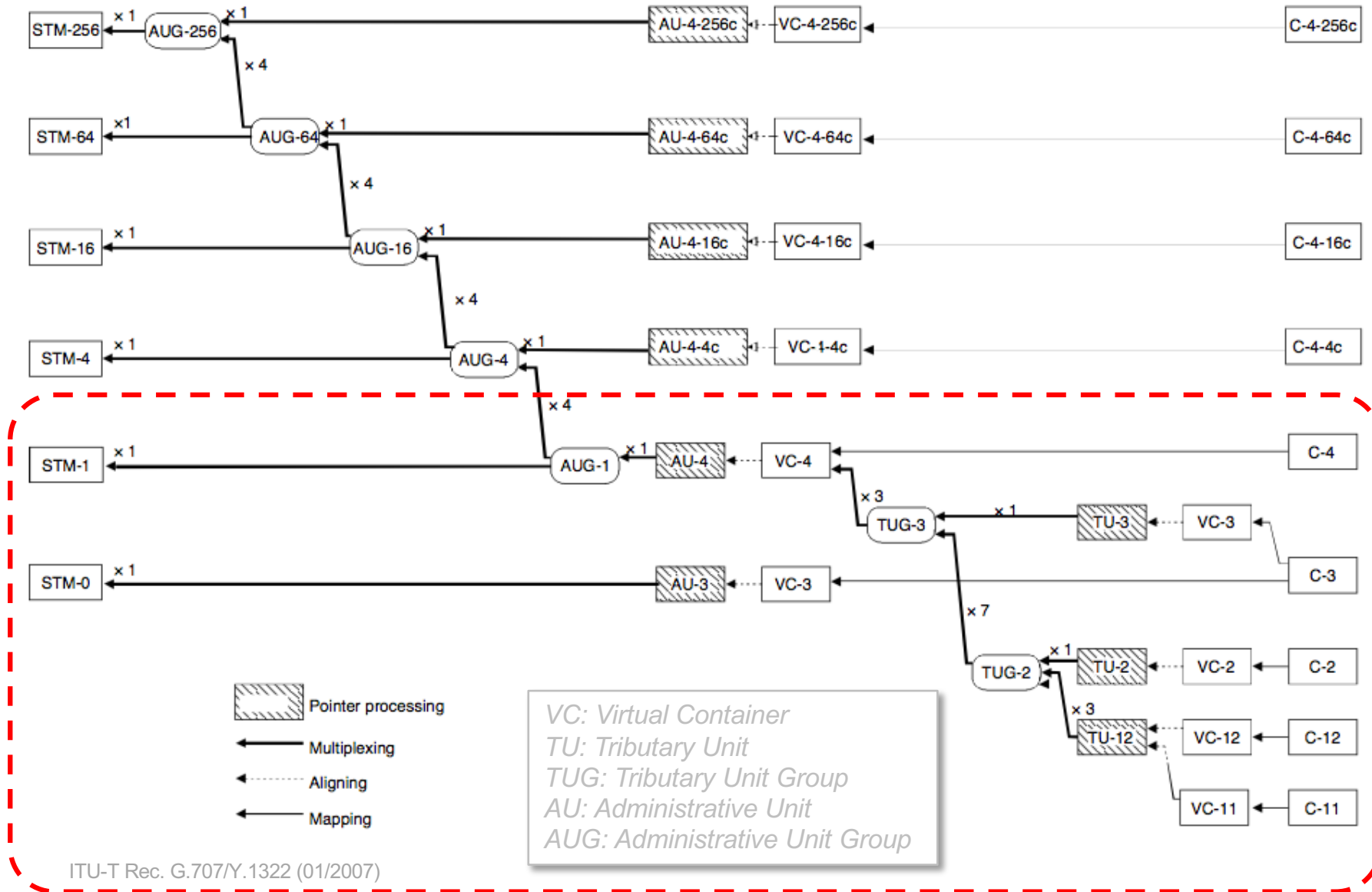
- En 1 STM-1:
 - 1 señal de 140Mbps (E4) ó
 - 3 señales de 34/45 Mbps (E3/T3)
- Cada VC-3 puede sustituirse por 21 señales de 2Mbps (E1)



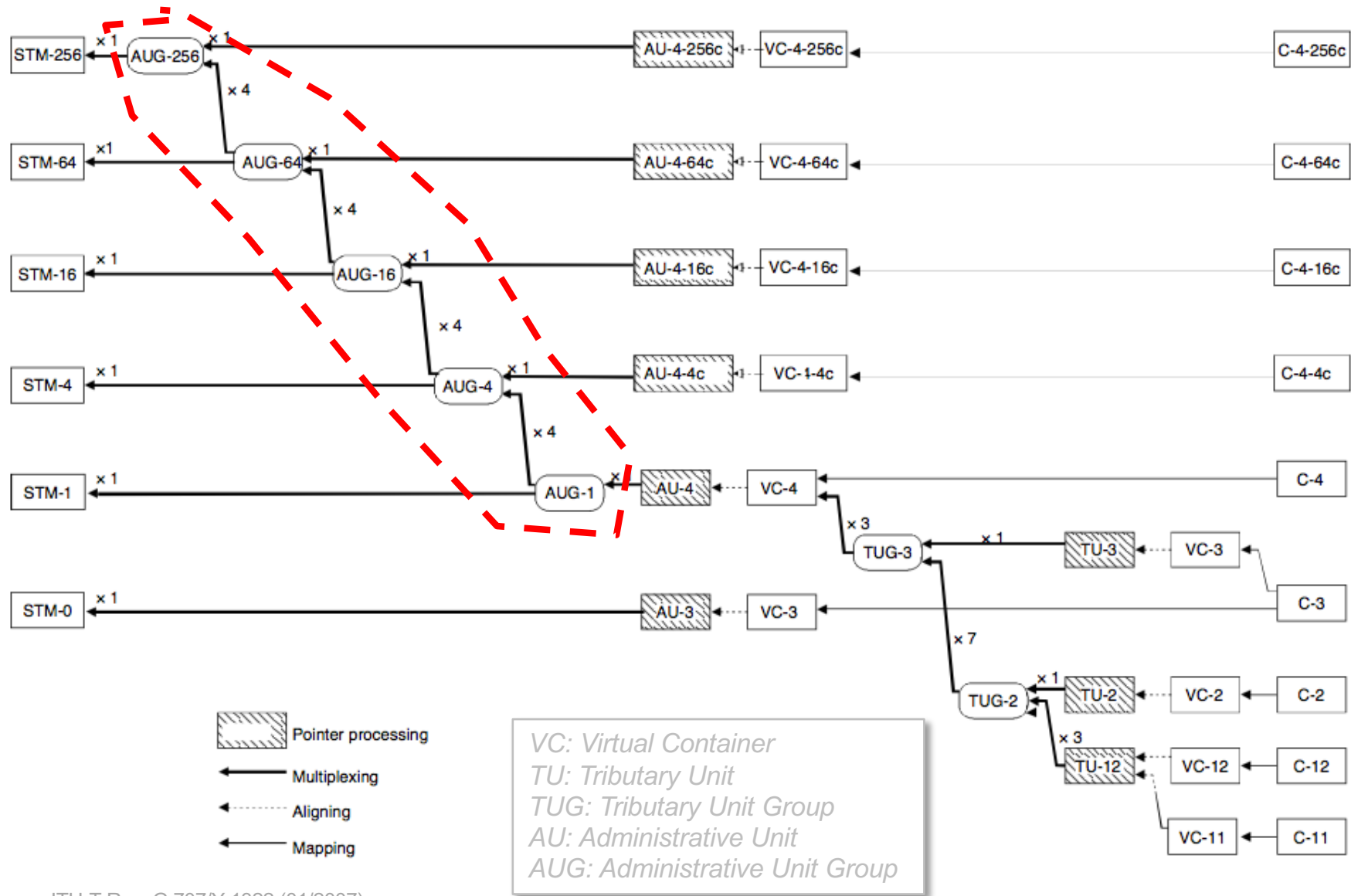
Multiplexación



Estructura de multiplexación STM-N



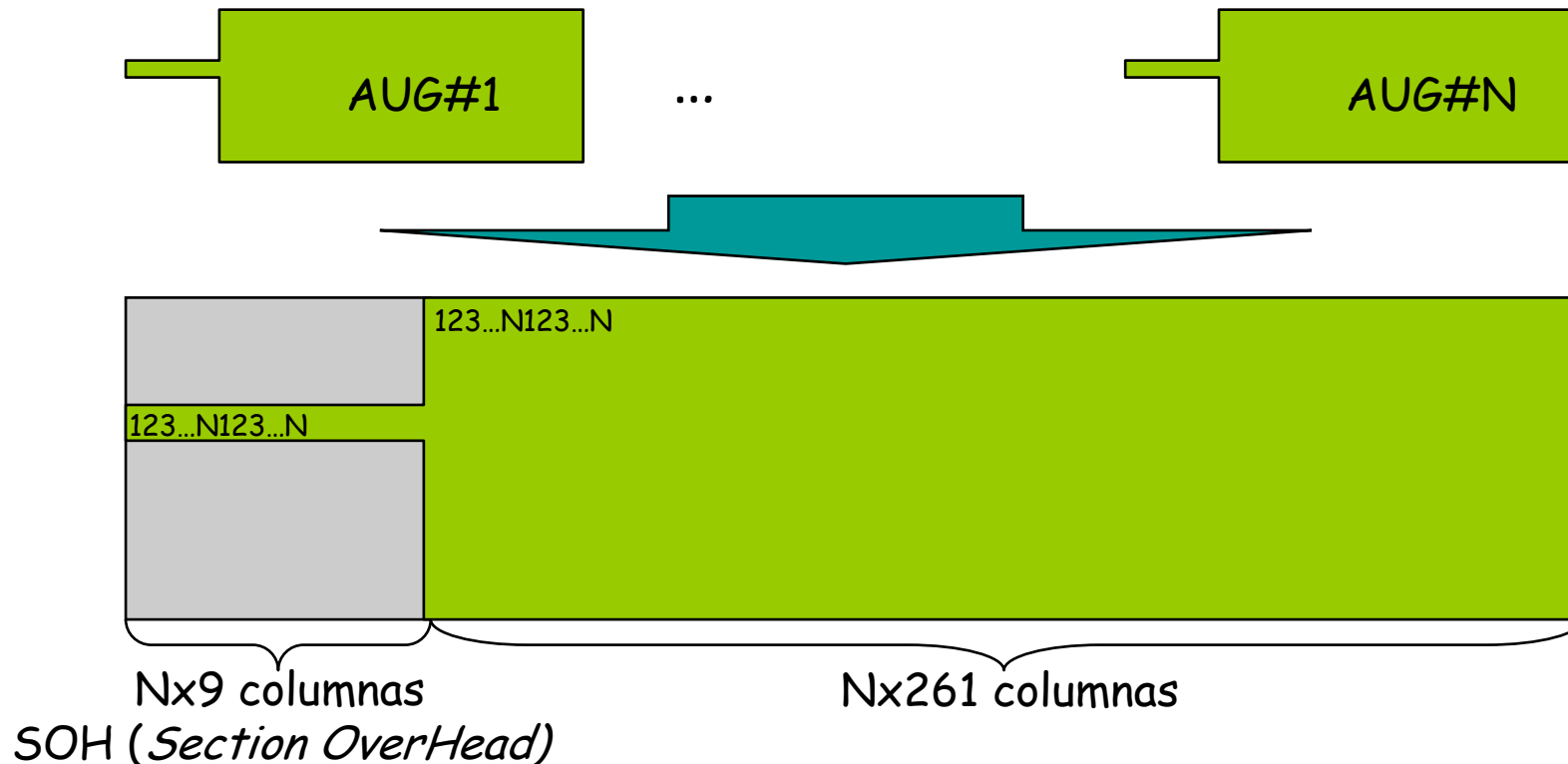
Estructura de multiplexación STM-N



Multiplexación en STM-N

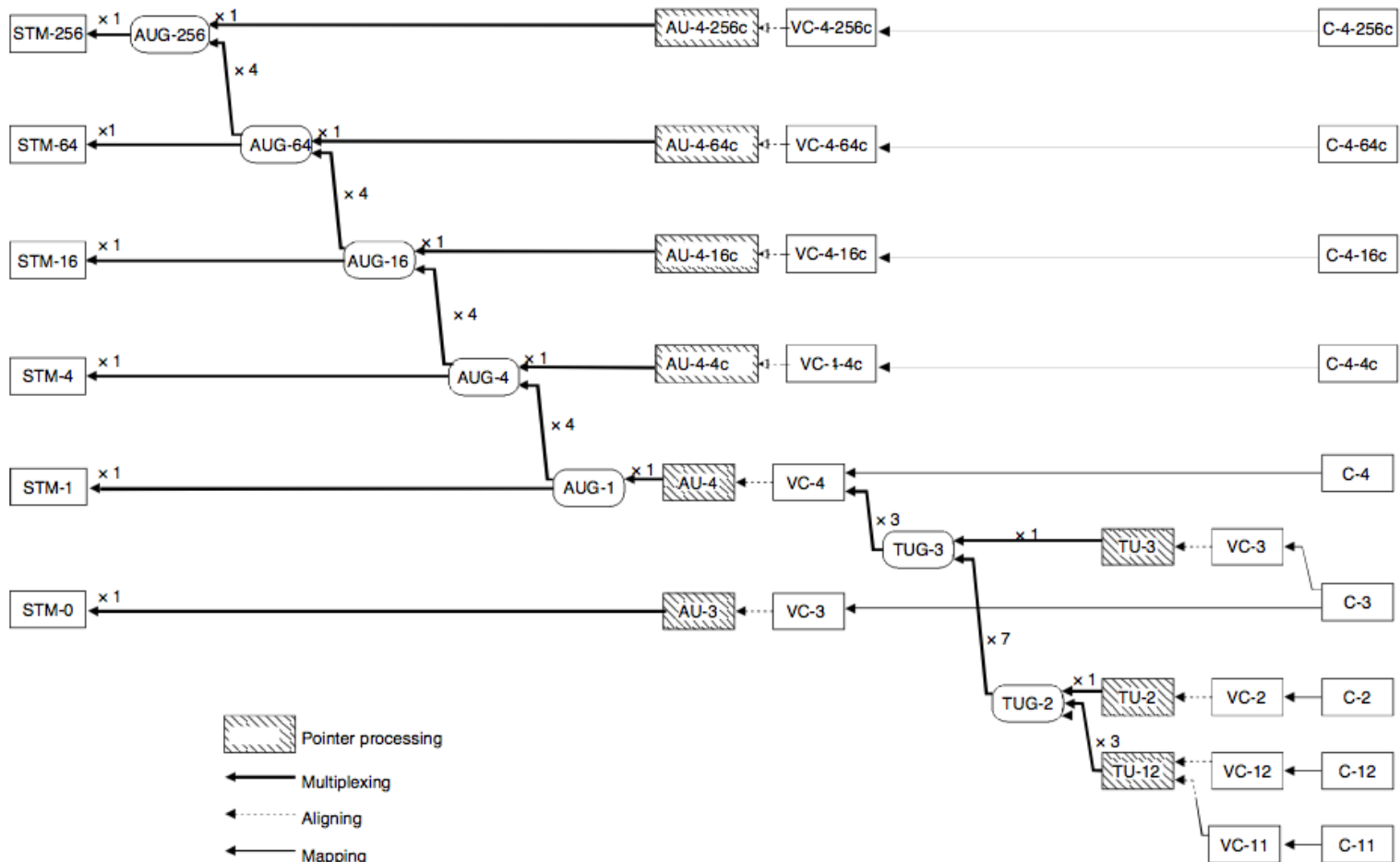
- Un AUG tiene 9 filas x 261 columnas más 9 bytes en la fila 4 (el puntero)
- El STM-N contiene una SOH de Nx9 columnas y un payload de Nx261 columnas
- Los N AUG están entrelazados por bytes
- Se numeran de #1 a #N

VC: Virtual Container
TU: Tributary Unit
TUG: Tributary Unit Group
AU: Administrative Unit
AUG: Administrative Unit Group



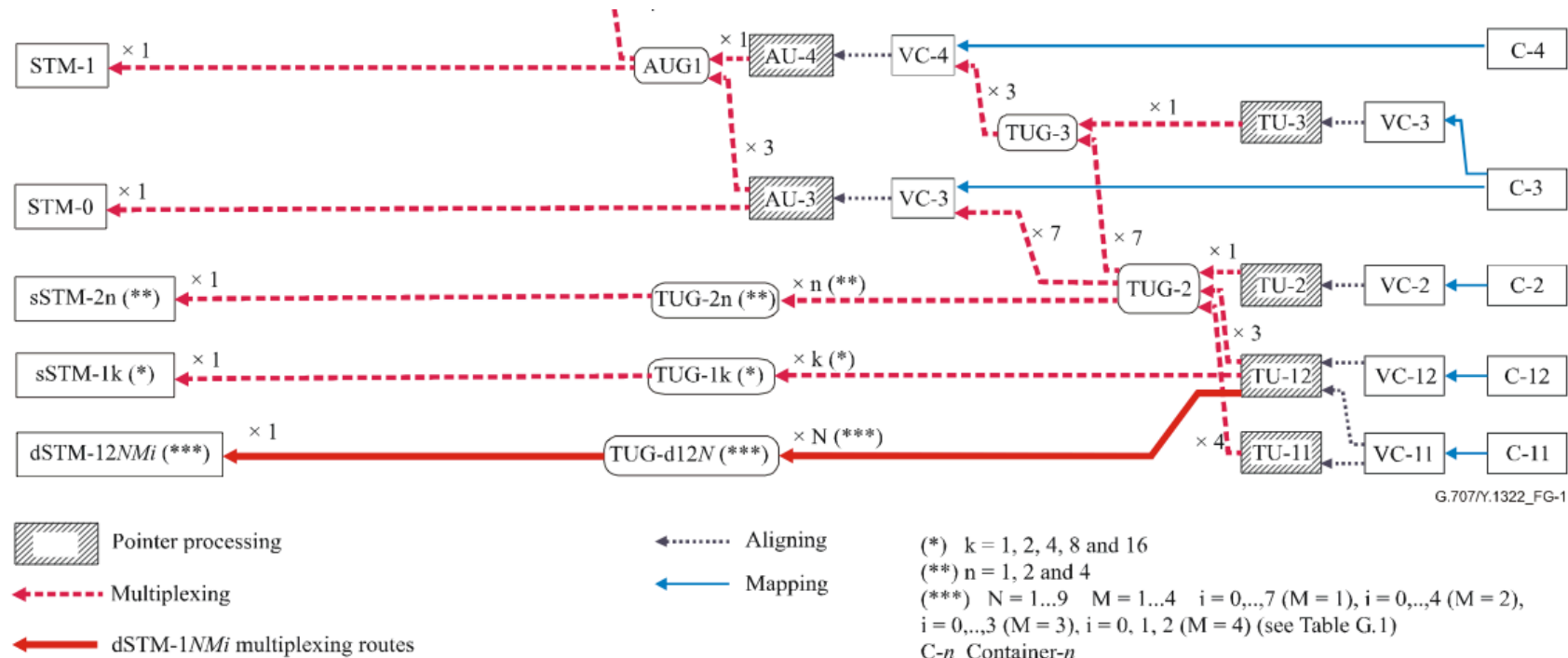
Concatenación (contigua)

- Existen contenedores de orden superior (C-4-Nc)
- Crean un VC-4-Nc (N=4, 16, 64, 256, etc)
- Es una sola unidad a la hora de conmutarlo por la red



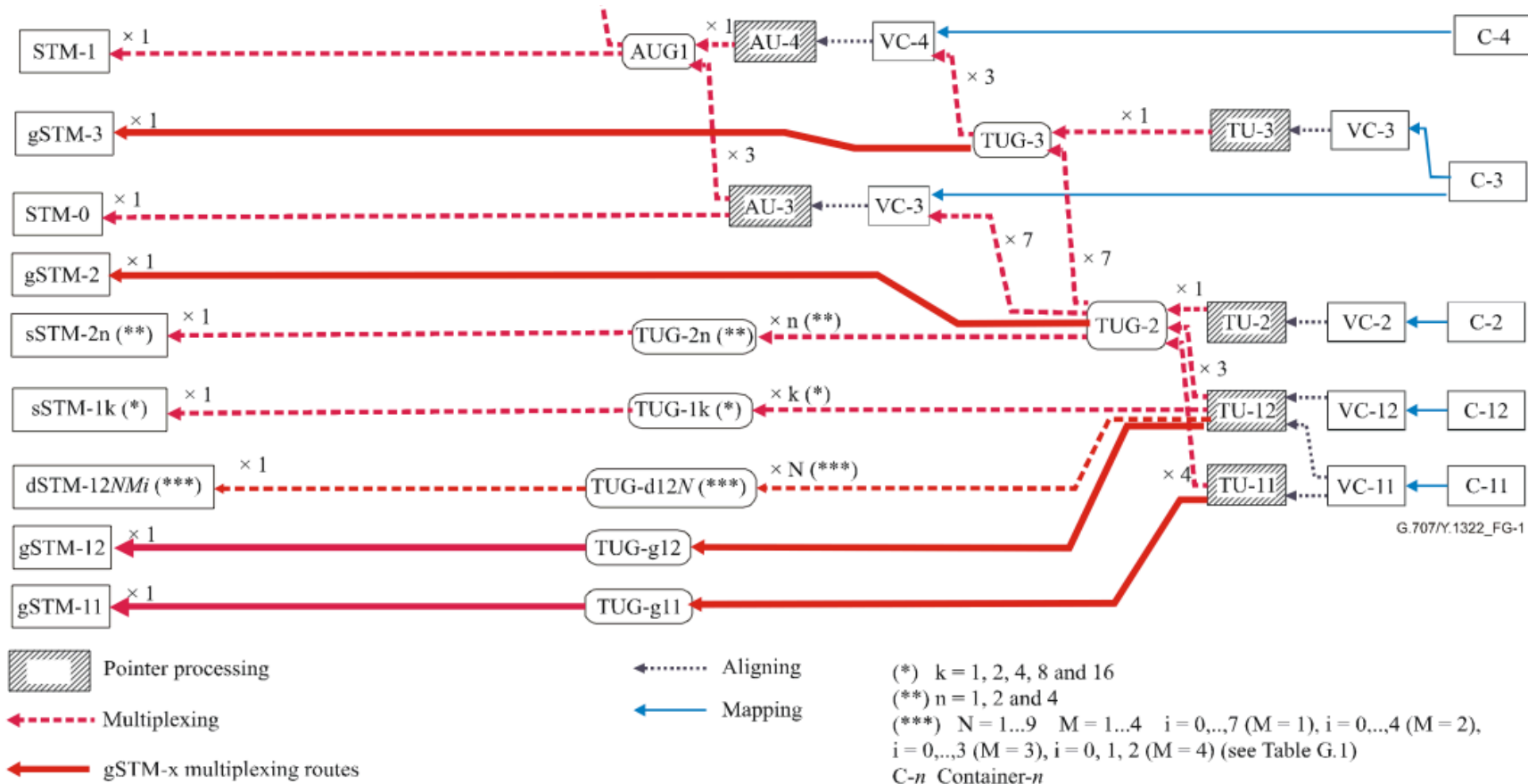
Y aún hay más...

- Para transporte sobre ciertos DSLs (SHDSL)



Y aún hay más...

- Para transporte sobre ciertas PONs (G-PON)



NOTE – This figure is informative and shows the additional gSTM-x multiplexing routes.

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Protección en SDH



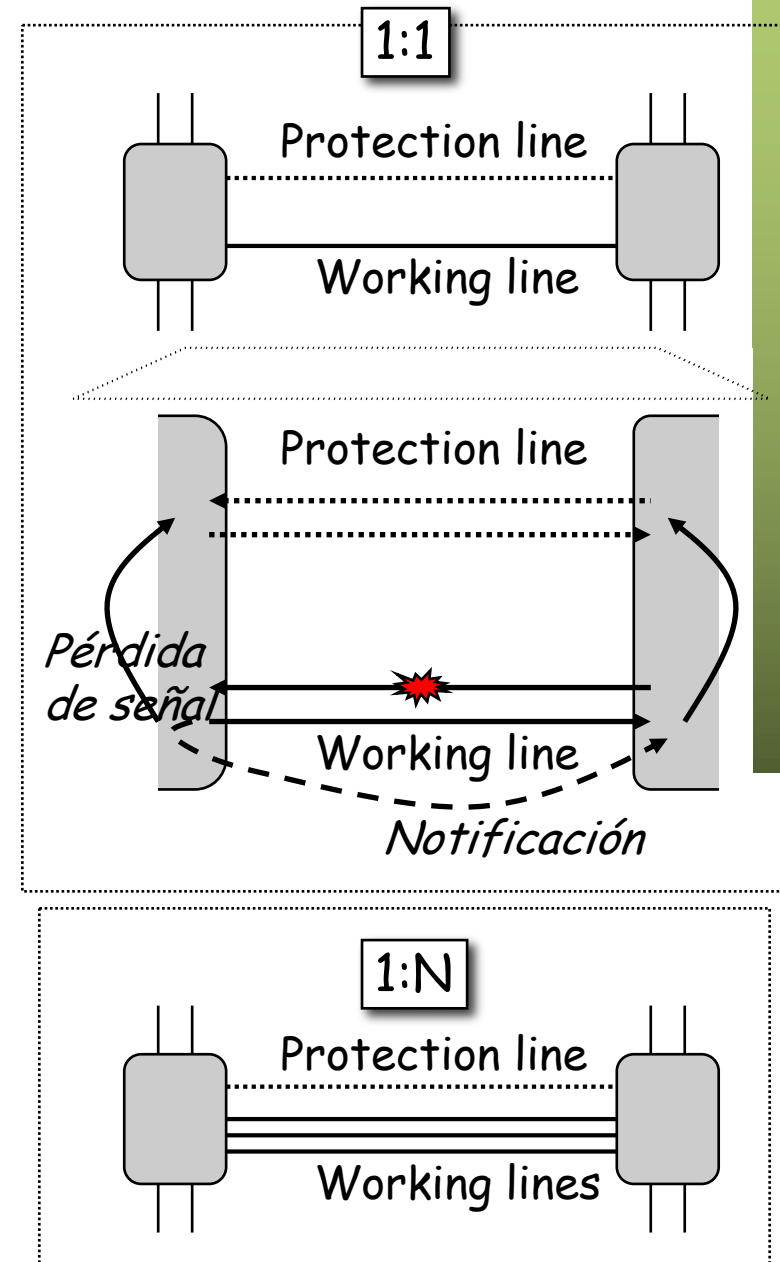
Protection vs Restoration

- *Protection* implica soluciones de backup precalculadas y preconfiguradas
- El tiempo de recuperación es muy corto
- Requiere reservar considerables recursos para la protección
- *Restoration* implica calcular la solución (camino alternativo) cuando se produce el fallo
- El fallo se comunica al NMS (*Network Management System*)
- El NMS calcula un camino alternativo y lo configura
- Mayores tiempo de recuperación



MSP (*Multiplex Section Protection*)

- Entre dos nodos
- Protección 1:1
 - Cada línea es protegida por otra
 - Si algo falla se pasa a usar el camino de protección
 - Cuando no se necesita la de protección se puede usar para tráfico extra
 - Tras recuperar el camino principal se puede volver a él (*revertive mode*)
- Normalmente se usan simultáneamente y se escoge la de mayor calidad (1+1)
- Protección 1:N
 - Varias líneas son protegidas por la misma
- También protección M:N
- Recuperación en 3-4 one-way delays + tiempo de procesamiento



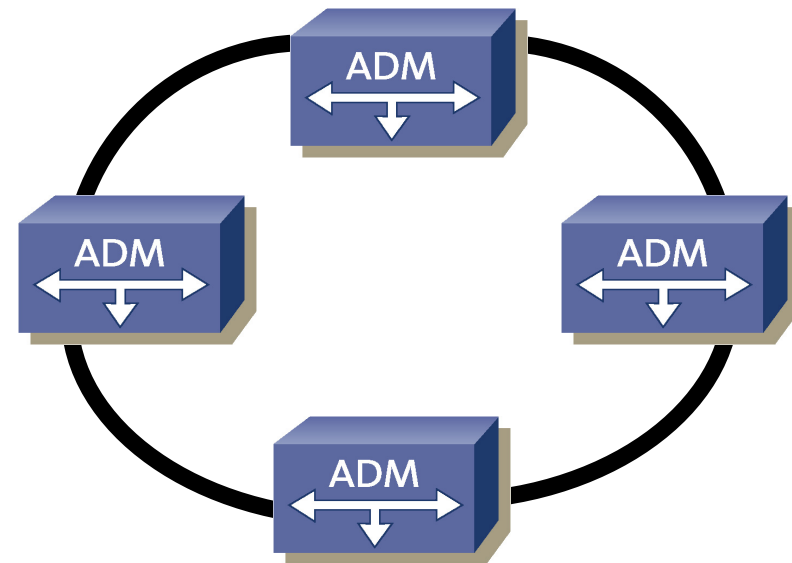
upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Anillos

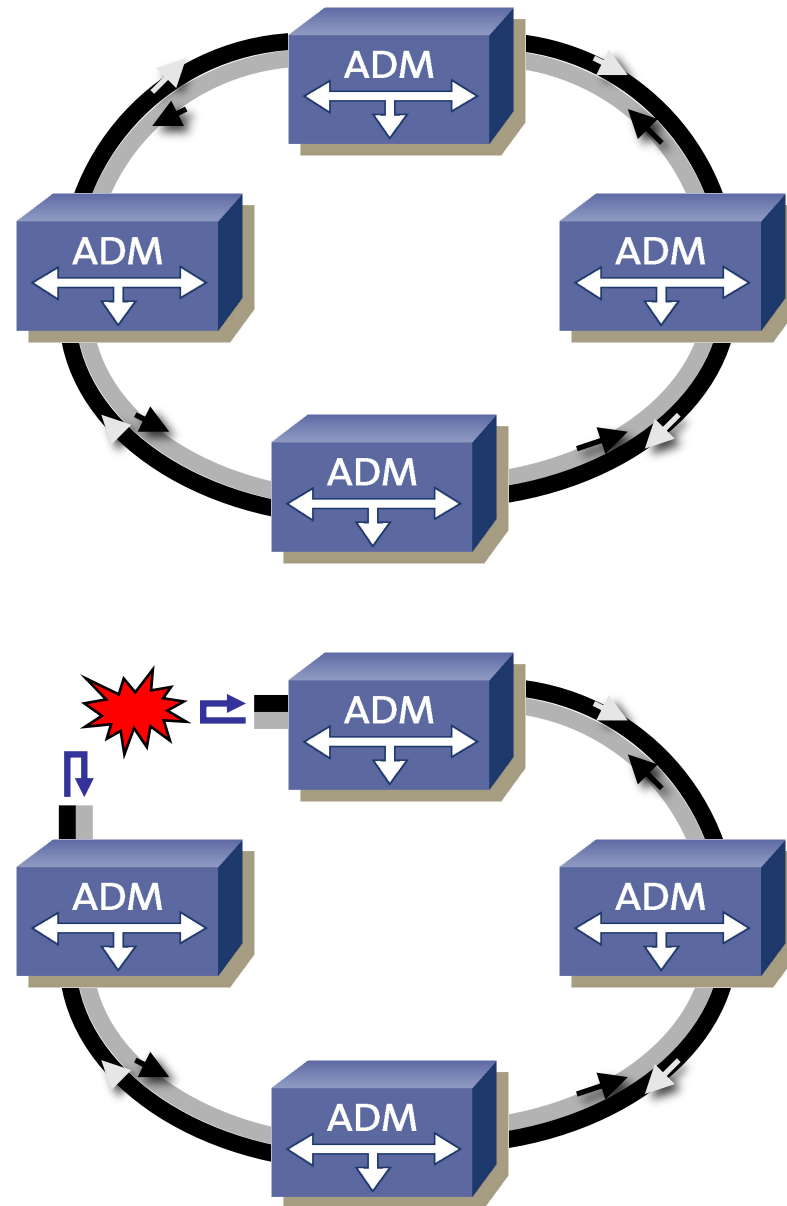
Anillos

- Perfectos para ADMs con solo 2 puertos de agregados
 - Más simples que DXCs
 - Más baratos que DXCs
 - Disponibles antes que DXCs
- ¡ Sencillas decisiones de encaminamiento !
- Existe un camino alternativo para protección
- Técnicas de protección:
 - MS-SP Ring
 - MS-DP Ring
 - SNCP Ring
 - etc.

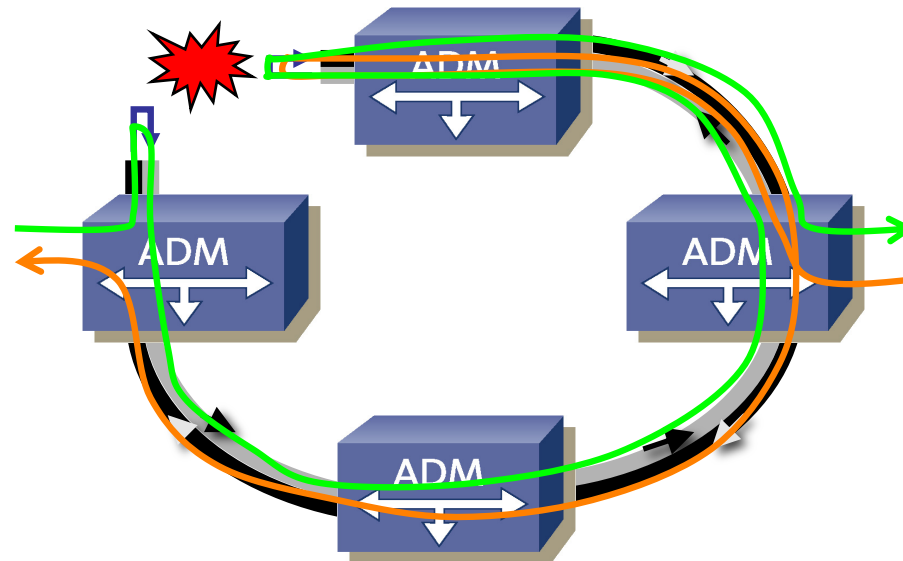
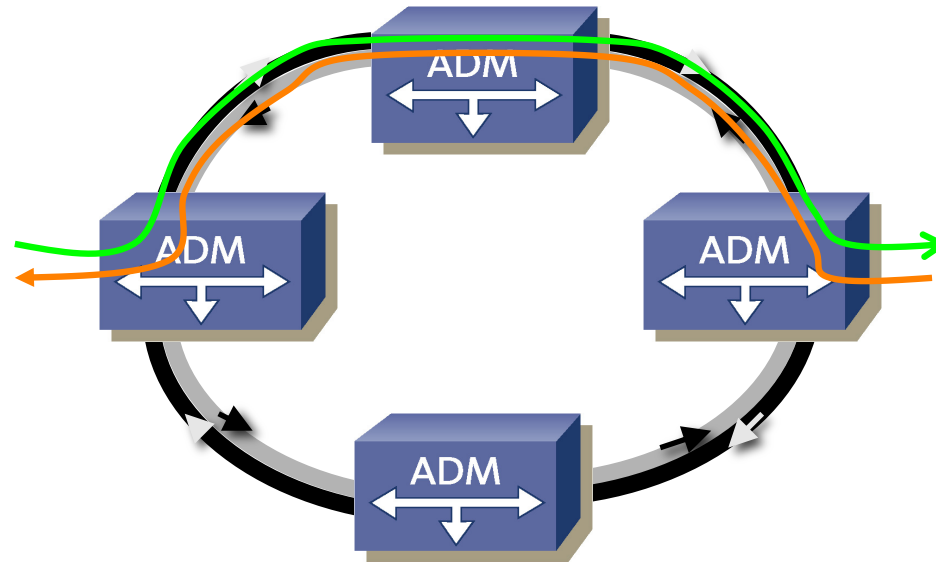


Ejemplo: MS-SP Ring

- *Multiplex Section - Shared Protection Ring*
- Se emplea solo **la mitad** de la capacidad en cada sentido (*clockwise* y *counterclockwise*)
- Máximo 16 nodos
- Ante un fallo:
 - Nodos adyacentes lo detectan
 - Devuelven el tráfico por el otro sentido



MS-SP Ring (Ejemplo)



Ejemplo de red

