

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# SDH

Area de Ingeniería Telemática

<http://www.tlm.unavarra.es>

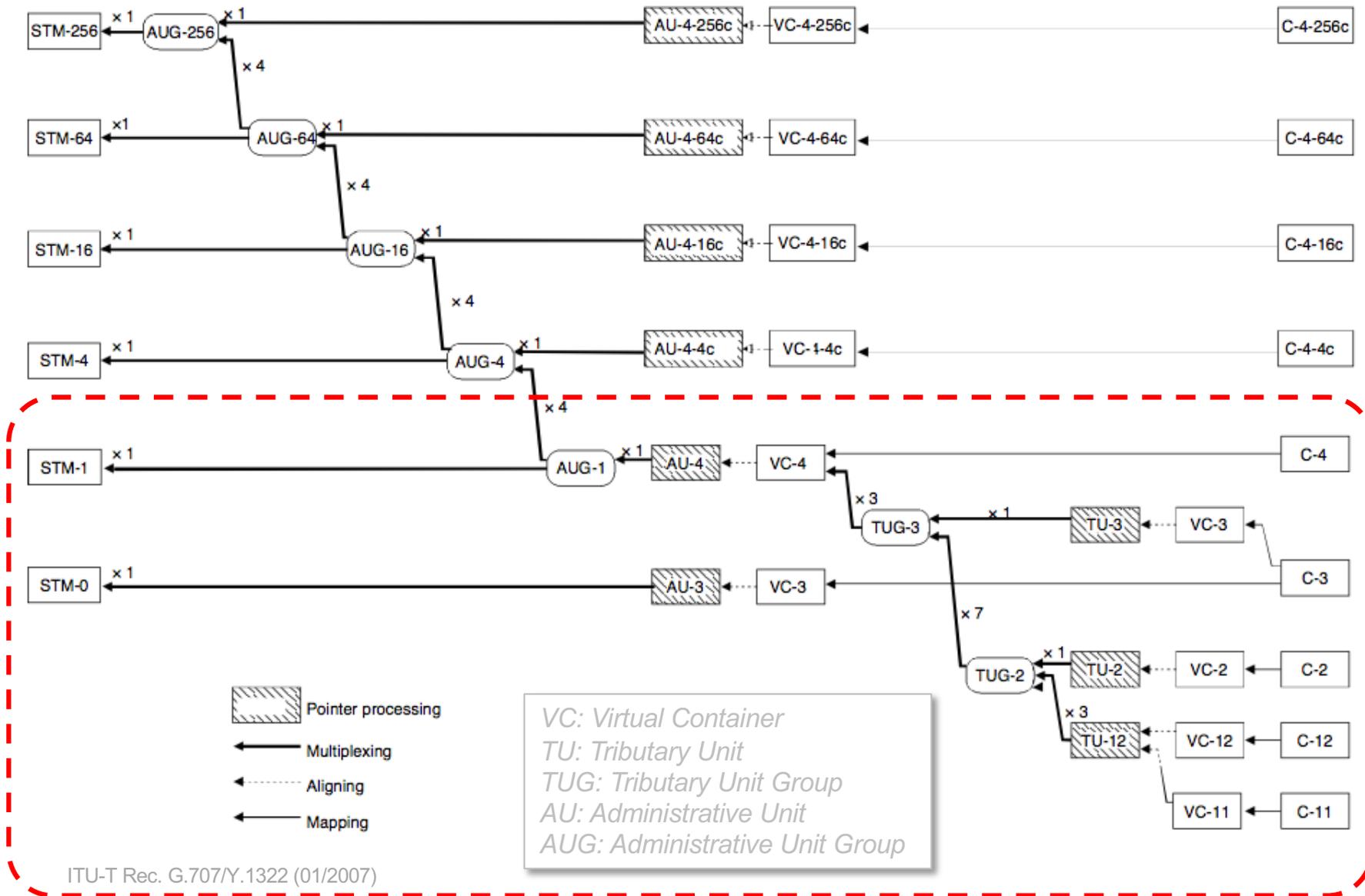
Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

upna

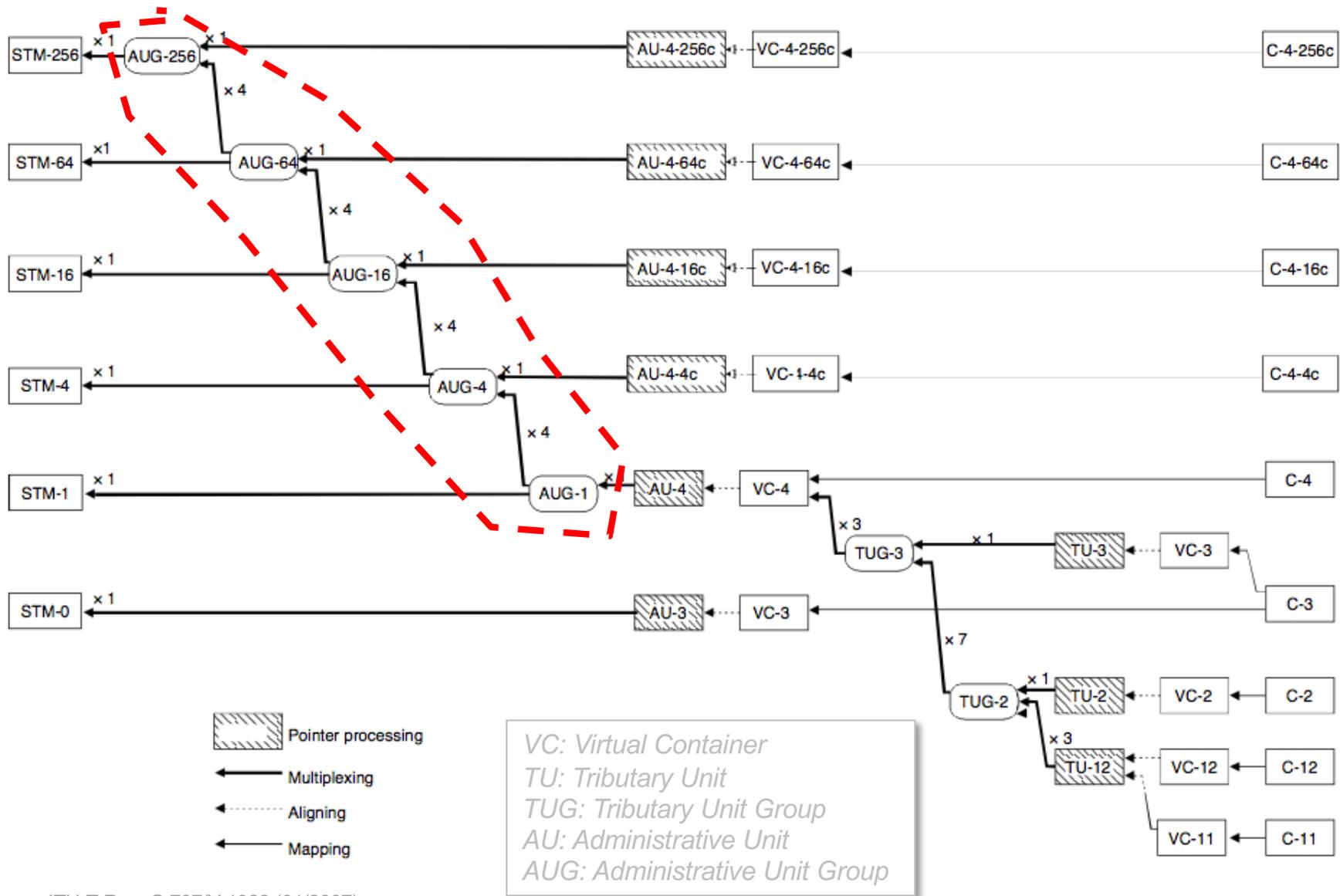
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# SDH: Multiplexación a STM-N

# Estructura de multiplexación STM-N



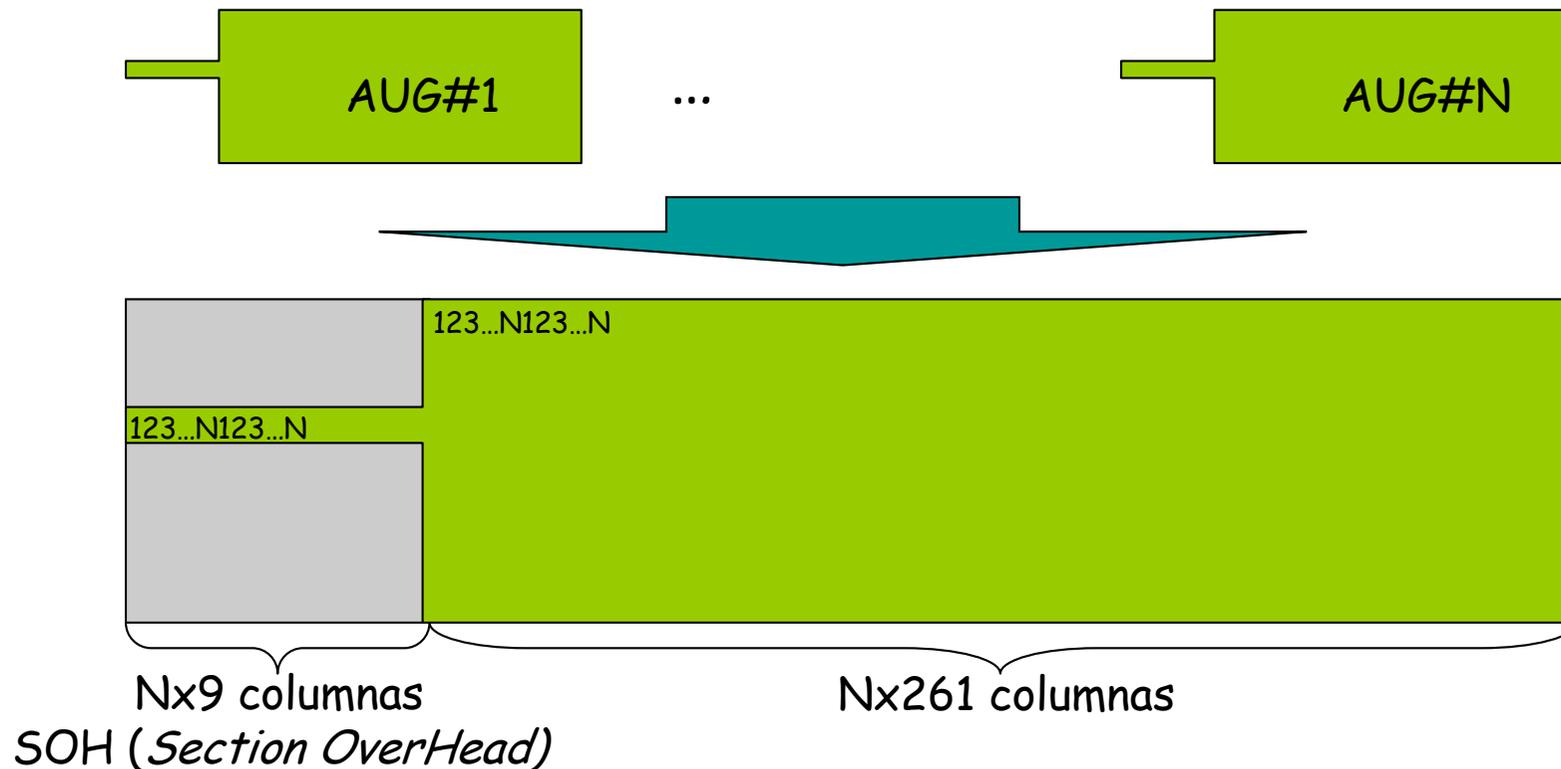
# Estructura de multiplexación STM-N



# 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



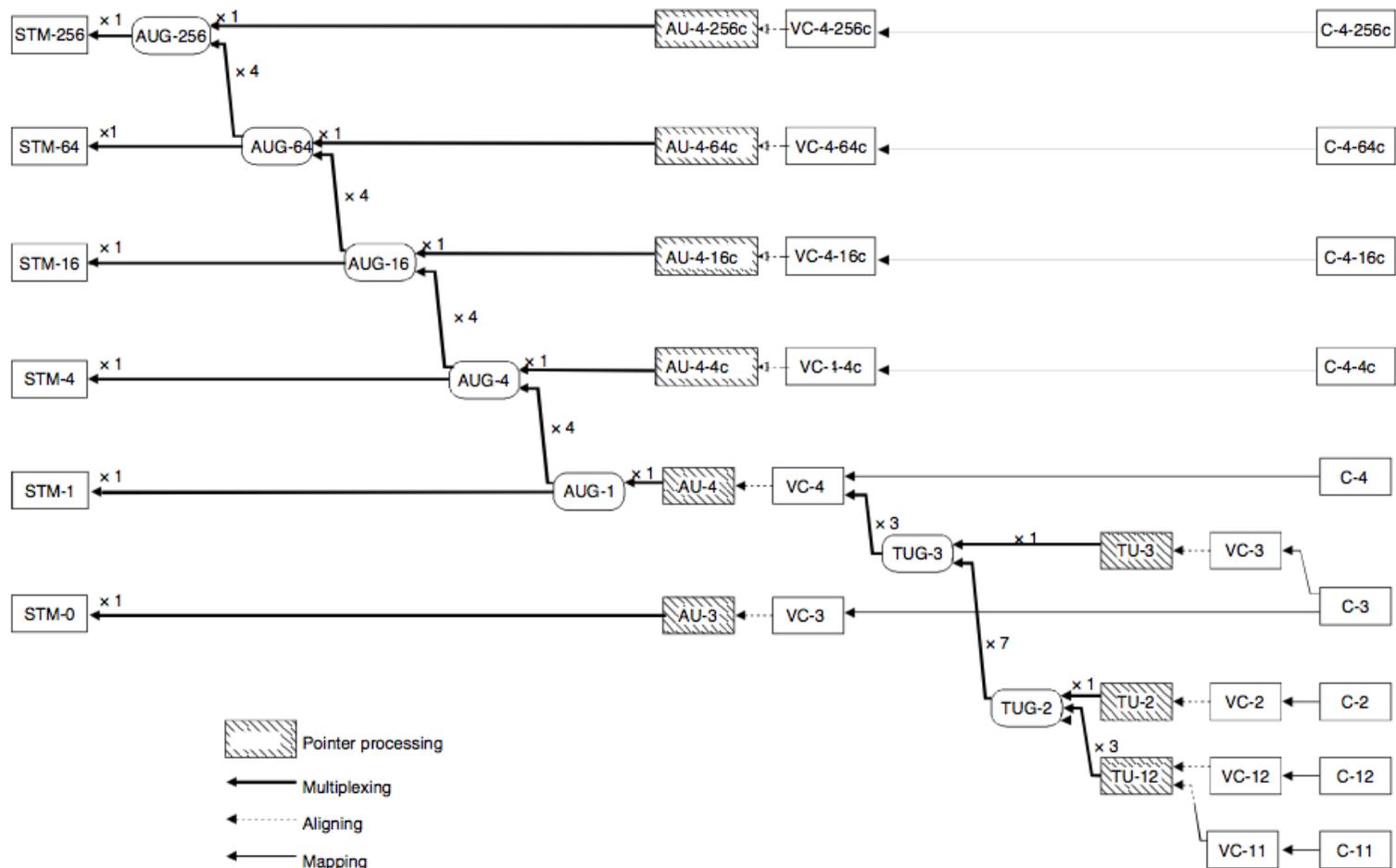
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# SDH: Otras ramas de mux.

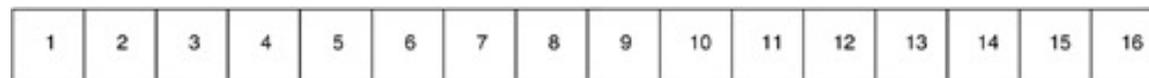
# Concatenación (contigua)

- 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



# Concatenación (contigua)

- El espacio que ocupan en la trama debe ser el equivalente a N contenedores virtuales VC-4 contiguos
- En el ejemplo siguiente:
  - En el caso (b) los VC-4 no utilizados (6, 8, 10 y 12) no son contiguos
  - En el (d) sí son contiguos 9, 10, 11 y 12 (hemos cambiado de *timeslot* los VC-4 número #5 y #7, esto se llama *regrooming*)
- Algunos fabricantes sí permiten que no sean contiguos o incluso no sean múltiplo de 4



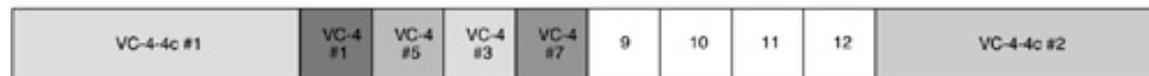
(a) Empty STM-16 (OC-48) signal



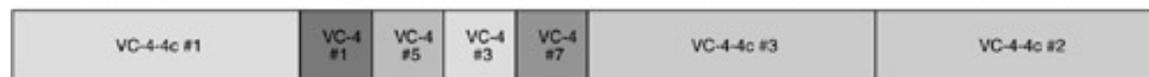
(b) STM-16 (OC-48) signal with two VC-4-4cs (STS-12cs) and seven VC-4s (STS-3cs)



(c) STM-16 (OC-48) signal with two VC-4-4cs (STS-12cs) and four VC-4s (STS-3cs)



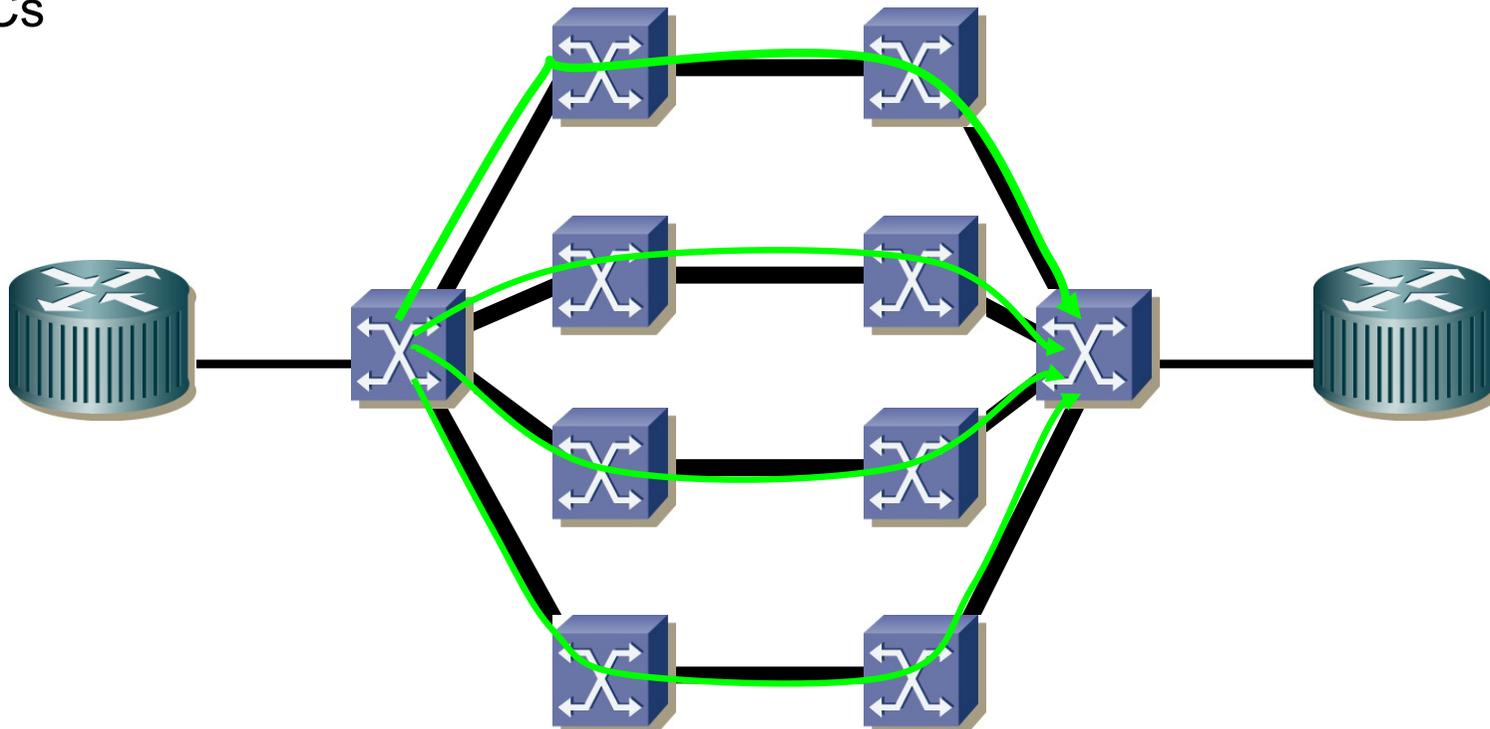
(d) Re-groomed STM-16 (OC-48) signal with two VC-4-4cs (STS-12cs) and four VC-4s (STS-3cs)



(e) STM-16 (OC-48) signal with three VC-4-4cs (STS-12cs) and four VC-4s (STS-3cs)

# Concatenación virtual

- Se pueden concatenar  $X$  tributarios (TUs) para formar un VC- $X$ - $v$
- El resultado es un *Virtual Concatenation Group* (VCG), típicamente un VC-12- $Xv$  ( $X=1\dots64$ ) aunque podría ser un VC-4- $Xv$  o VC-3- $Xv$
- Debe soportar al menos diferencias de delay de  $125\mu\text{s}$  (hasta  $256\text{ms}$ )
- La inteligencia de la concatenación está en los extremos
- Cada VC puede encaminarse independientemente
- Soporta incremento y reducción de la capacidad añadiendo o retirando VCs



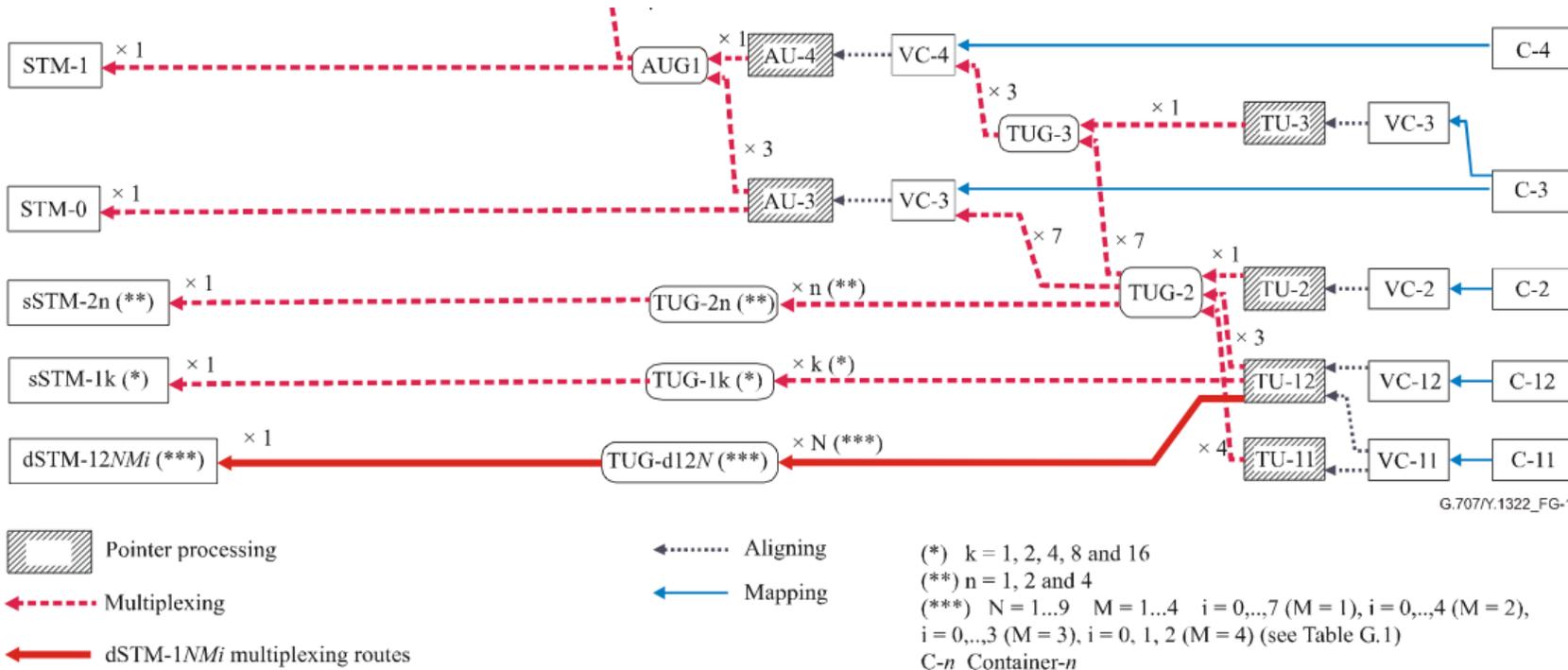
# Concatenación virtual

- Se pueden concatenar X tributarios (TUs) para formar un VC-X-v
- El resultado es un *Virtual Concatenation Group* (VCG), típicamente un VC-12-Xv (X=1...64) aunque podría ser un VC-4-Xv o VC-3-Xv
- Debe soportar al menos diferencias de delay de 125µs (hasta 256ms)
- La inteligencia de la concatenación está en los extremos
- Cada VC puede encaminarse independientemente
- Soporta incremento y reducción de la capacidad añadiendo o retirando VCs
- LCAS (*Link Capacity Adjustment Scheme*):
  - ITU-T G.7042
  - Permite incrementar y reducir la capacidad añadiendo o retirando VCs mientras el grupo está en funcionamiento
  - Puede decrementar automáticamente la capacidad si uno de los miembros falla
  - Puede ser diferente la velocidad en cada sentido
- El extremo final reordena las tramas (diferente delay) con información de la cabecera SDH



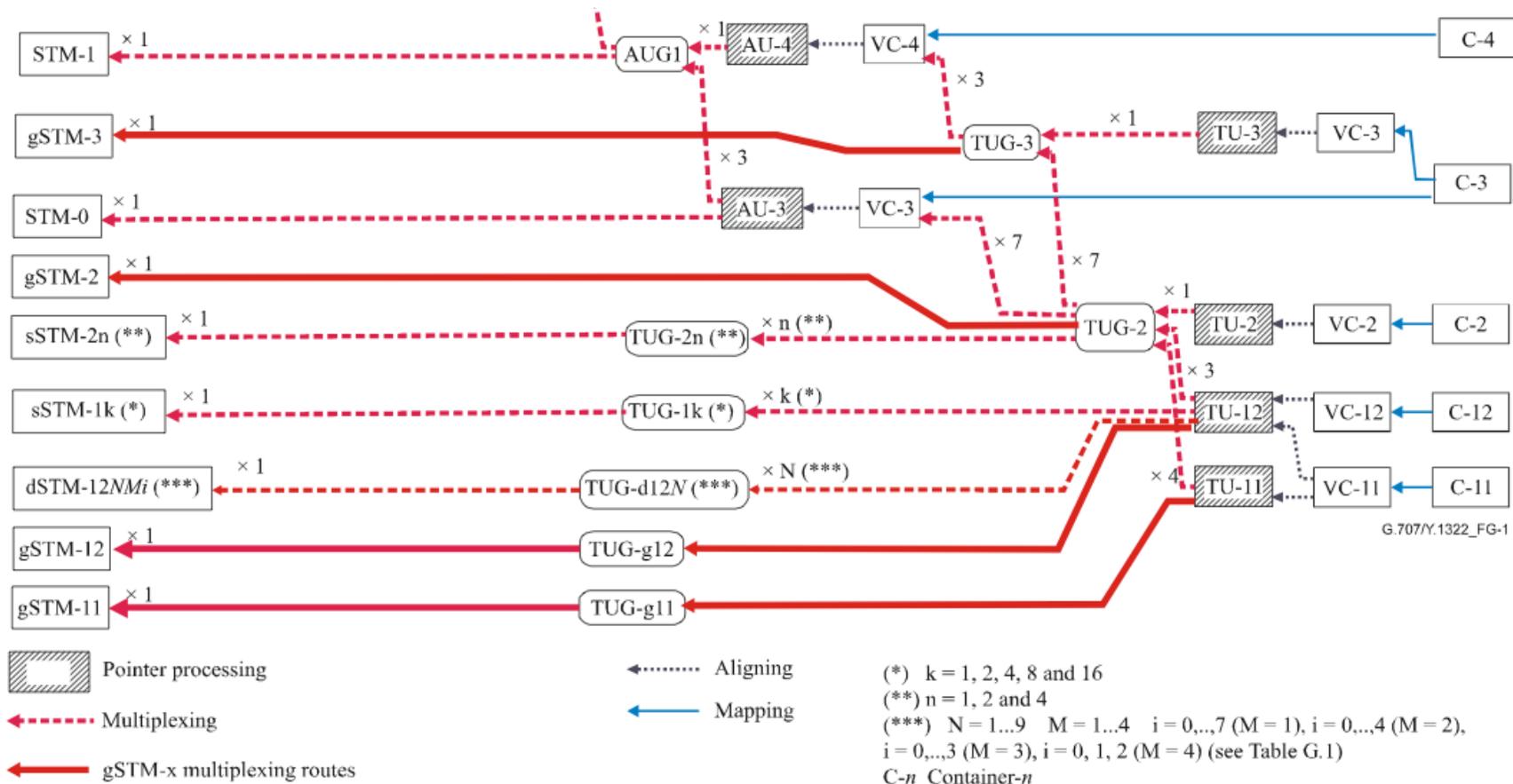
# Y aún hay más...

- Para transporte sobre ciertos DSLs (SHDSL)



# Y aún hay más...

- Para transporte sobre ciertas PONs (G-PON)



G.707/Y.1322\_FG-1

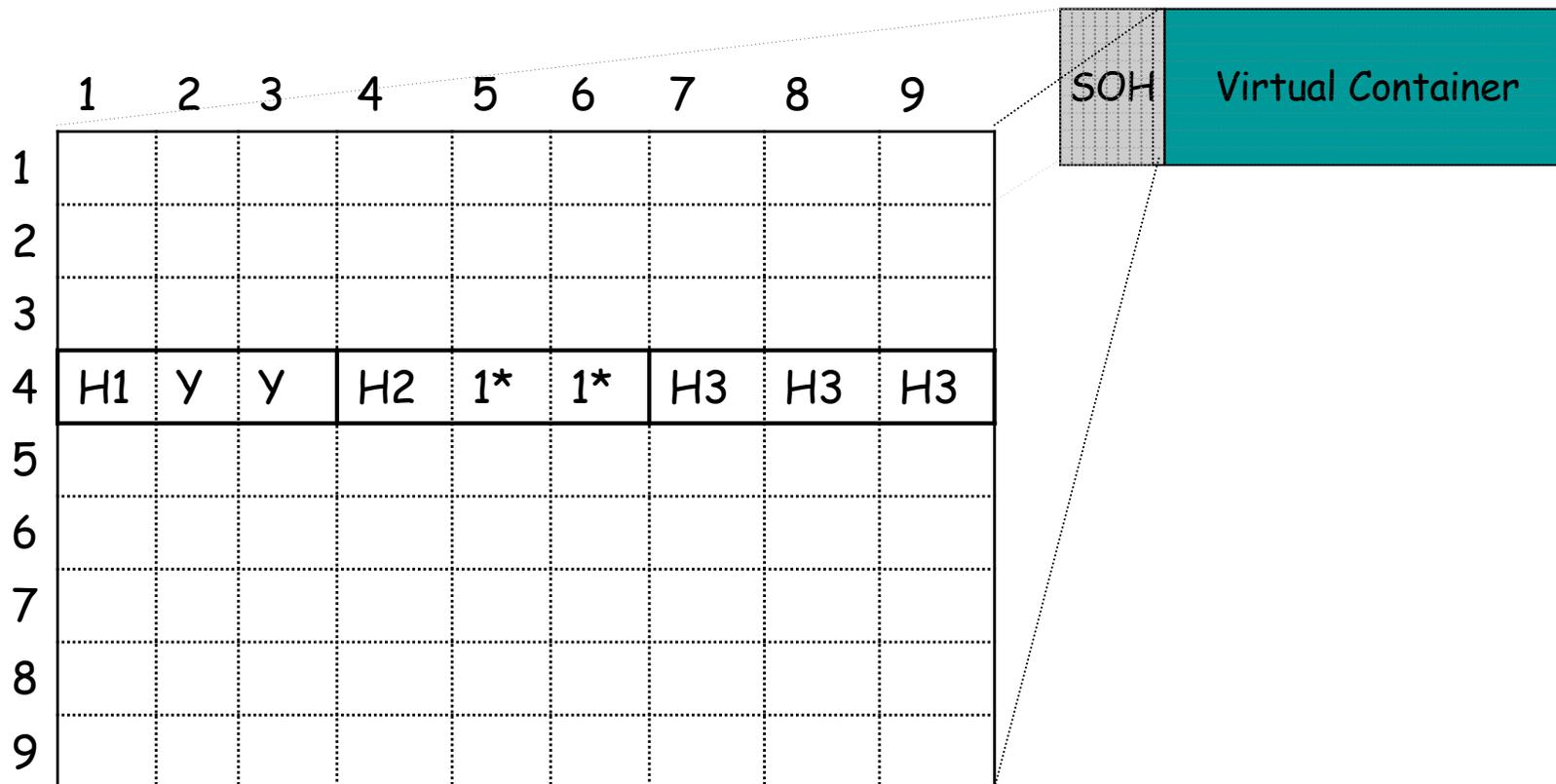
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Puntero de AU-4

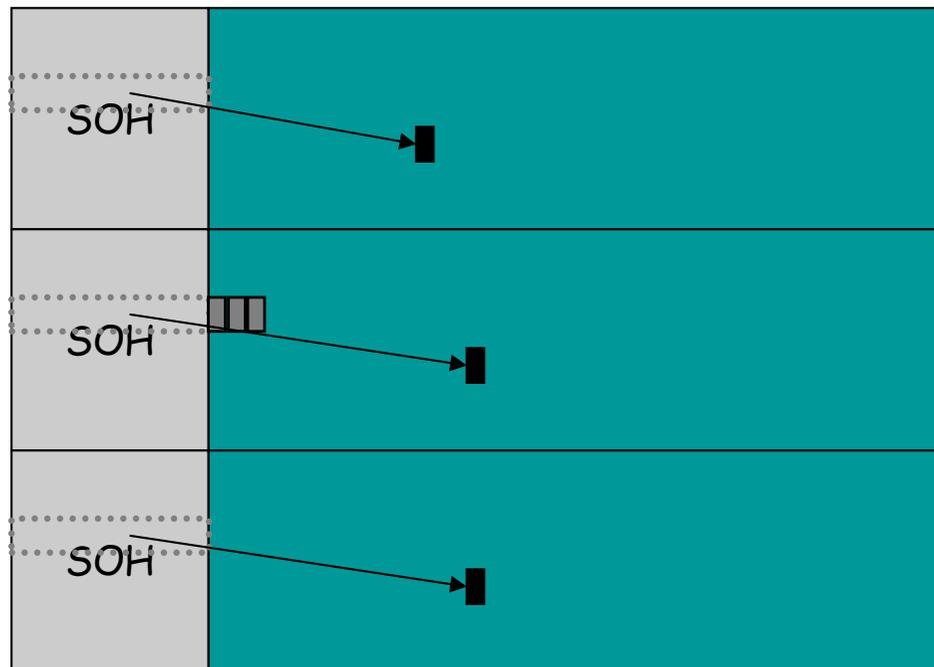
# Puntero de AU-4

- Permite que el VC-4 “flote” dentro de la trama AU-4
- Así se absorben la diferencias de fase y velocidad
- Lo forman los bytes H1, H2 y H3



# Empleo del puntero

- Con los bytes H1 y H2 se designa la ubicación del octeto en donde comienza el VC-4
- Miden relativo al final del puntero (0 quiere decir que el VC-4 comienza tras el último byte H3)
- Mide en palabras de 3 bytes
- Si la **velocidad** del AUG (contenedor) es **más rápida** que el VC-4 (contenido):
  - El VC-4 se va “retrasando”
  - El puntero aumenta en 1 periódicamente
  - Se introducen 3 bytes de relleno tras el puntero

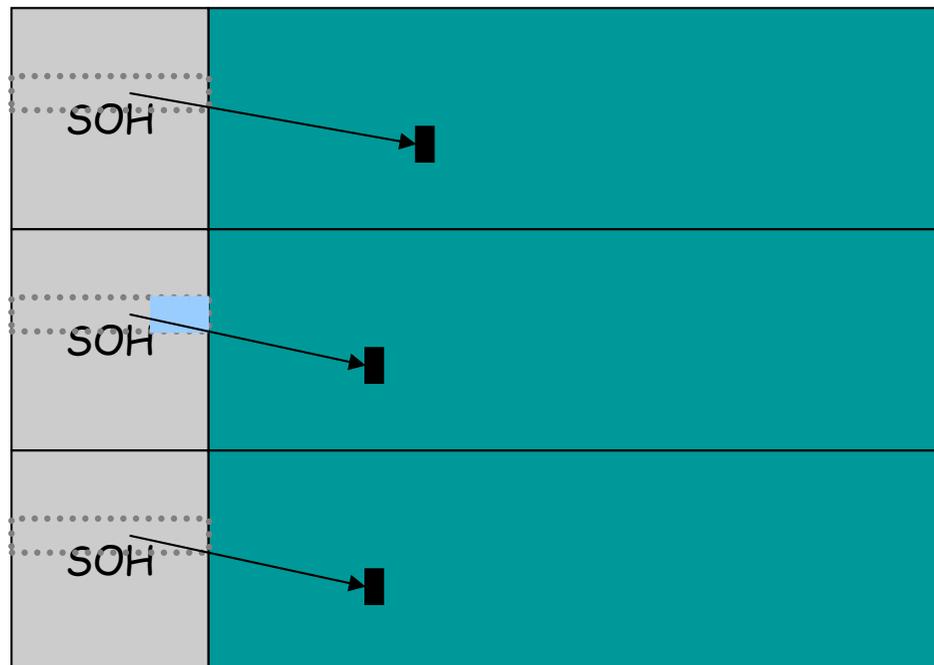


Justificación  
Positiva

(Ver sección 8.1.3 de G.707 01/2007)

# Empleo del puntero

- Con los bytes H1 y H2 se designa la ubicación del octeto en donde comienza el VC-4
- Miden relativo al final del puntero (0 quiere decir que el VC-4 comienza tras el último byte H3)
- Mide en palabras de 3 bytes
- Si la **velocidad** del AUG (contenedor) es **más lenta** que el VC-4 (contenido):
  - El VC-4 se va “adelantando”
  - El puntero disminuye en 1 periódicamente
  - Se emplean los tres bytes H3 para ajustar el desfase
- Existe puntero en todos los TUs. Por ejemplo para localizar un VC-12



Justificación  
Negativa

(Ver sección 8.1.3 de G.707 01/2007)

upna

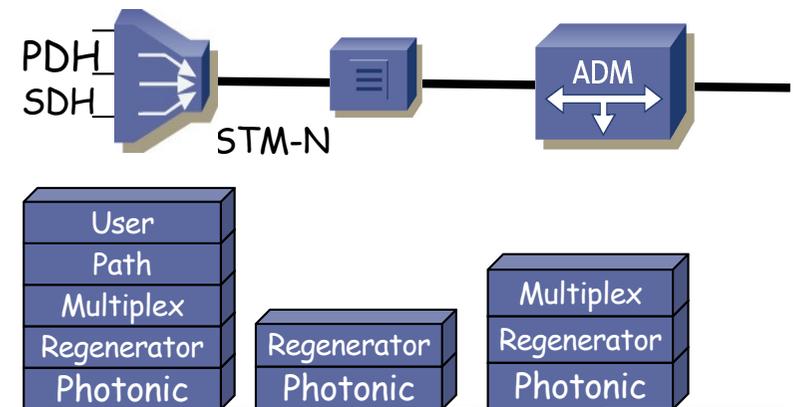
Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Control en la SOH

# SOH, algunas funcionalidades

- A1 y A2 : Marcan el comienzo de la trama, no sufren *scrambling* (11110110 00101000)
- B1 : para la supervisión de errores. Paridad par (BIP-8) de la trama anterior
- $\Delta$  : Uso depende del medio
- E1 y E2 : canales de órdenes de voz auxiliares
- F1 : empleado por el usuario (por ejemplo conexiones temporales de canales de datos y voz)
- D1-D12 : Data Communications Channel (DCC)
  - 192kbps en la RS
  - 576kbps en la MS
- K1 y K2 (bits 1-5): Señalización en la MS para APS (*Automatic Protection Switching*)
- K2 (bits 6-8): La indicación de defecto distante de sección de multiplexación (MS-RDI) devuelve al extremo de transmisión la indicación de que recepción ha detectado un defecto o alarma.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	J0		
2	B1	$\Delta$	$\Delta$	E1	$\Delta$		F1		
3	D1	$\Delta$	$\Delta$	D2	$\Delta$		D3		
4	Punteros								
5	B2	B2	B2	K1			K2		
6	D4			D5			D6		
7	D7			D8			D9		
8	D10			D11			D12		
9	S1					M1	E2		



(Ver sección 9 de G.707 01/2007)

upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Protección en SDH

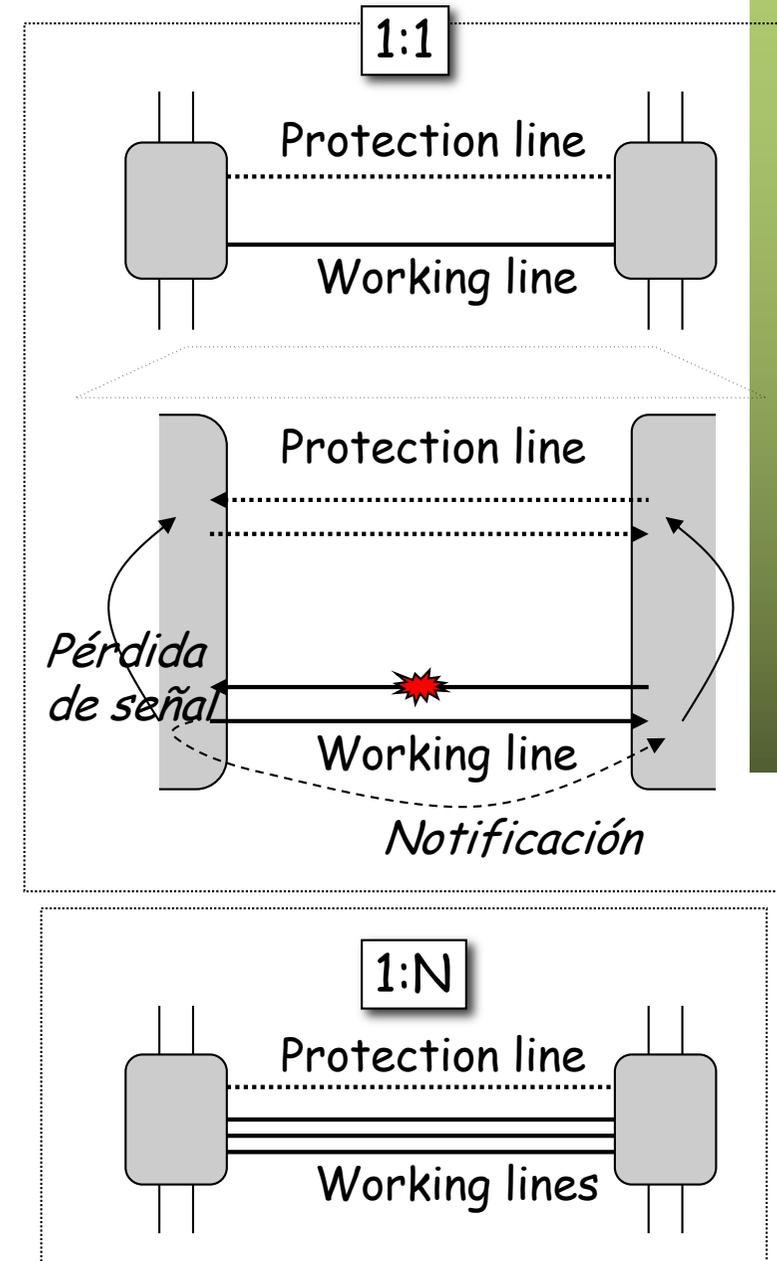
# *Protection vs Restoration*

- *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 tiempos 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 de forma simultánea 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



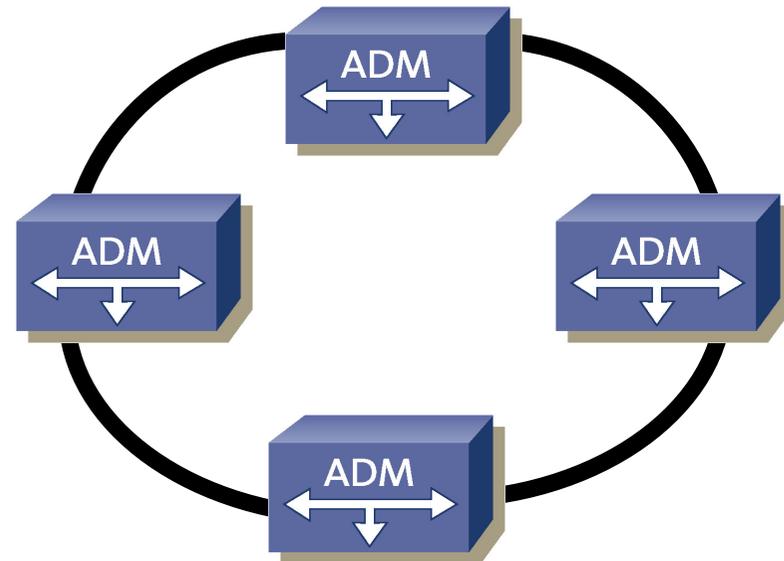
upna

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

# Anillos

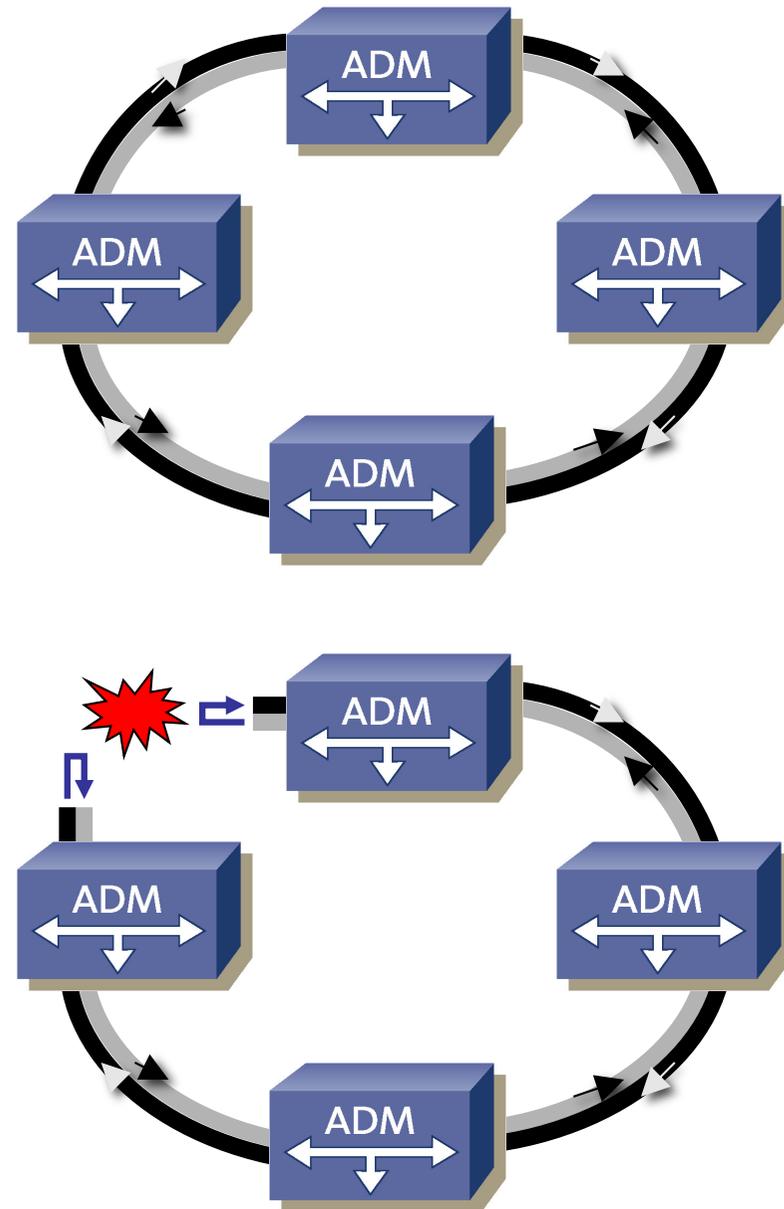
# Anillos

- Perfectos para ADMs con solo 2 puertos de agregados
  - Más simples que DXCs (Digital Cross-Connects)
  - 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.

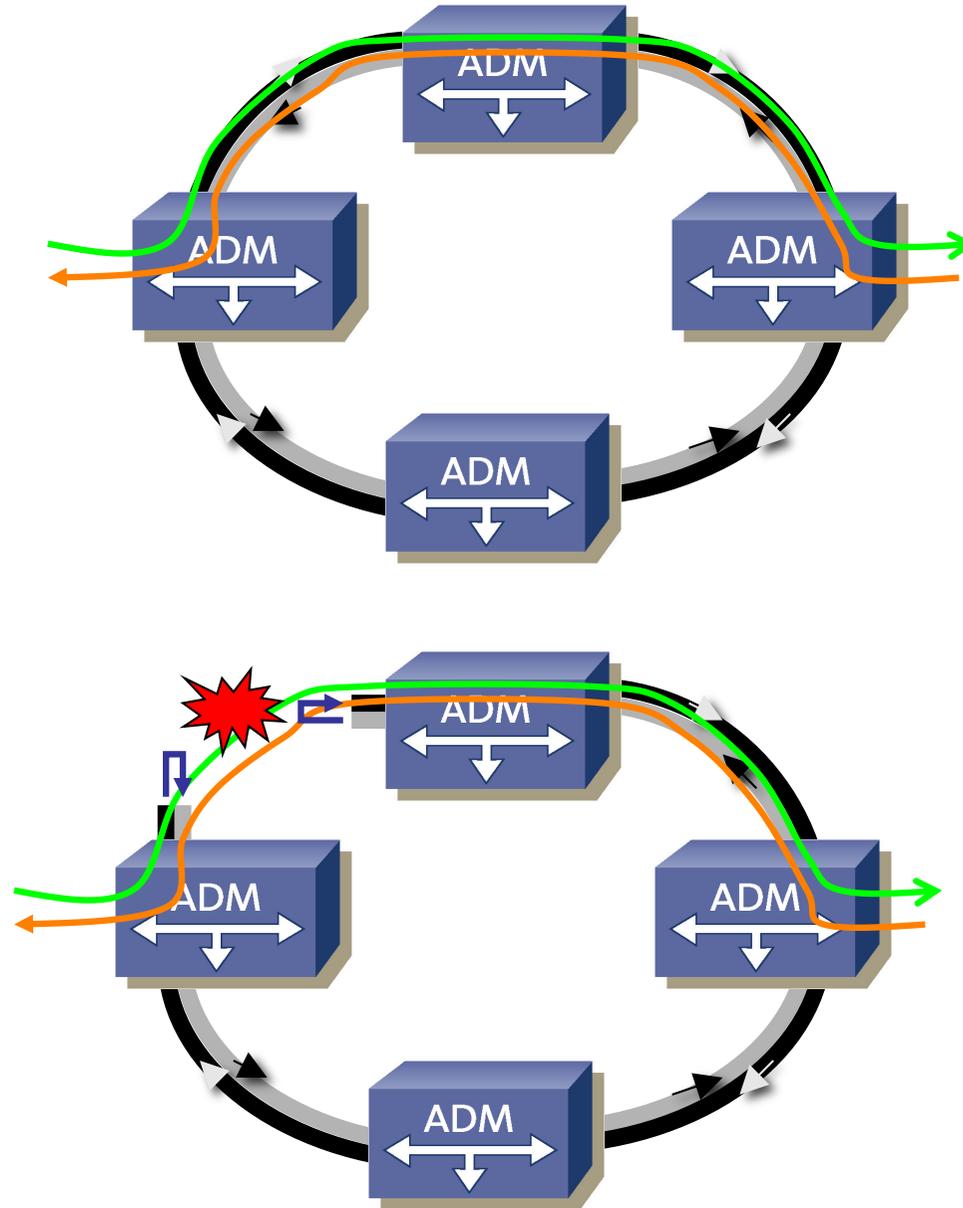


# Ejemplo: MS-SP Ring

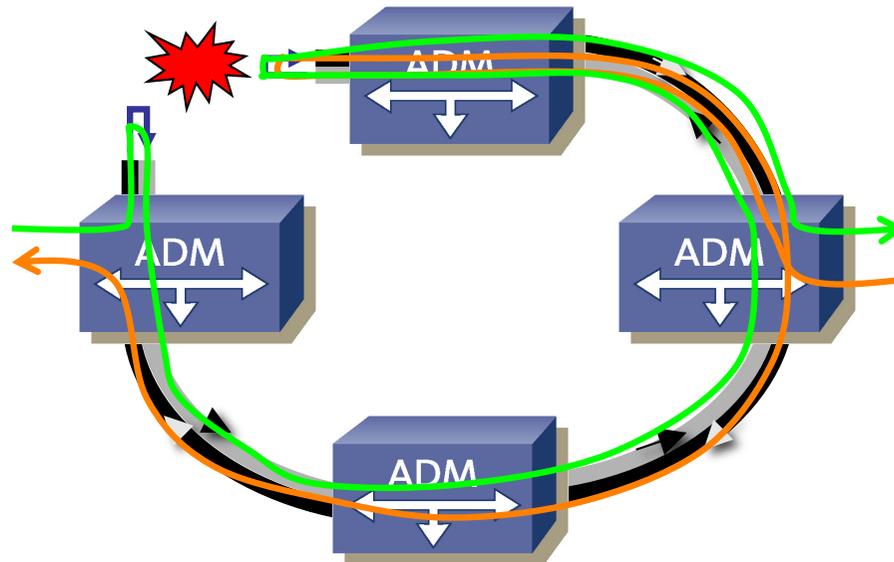
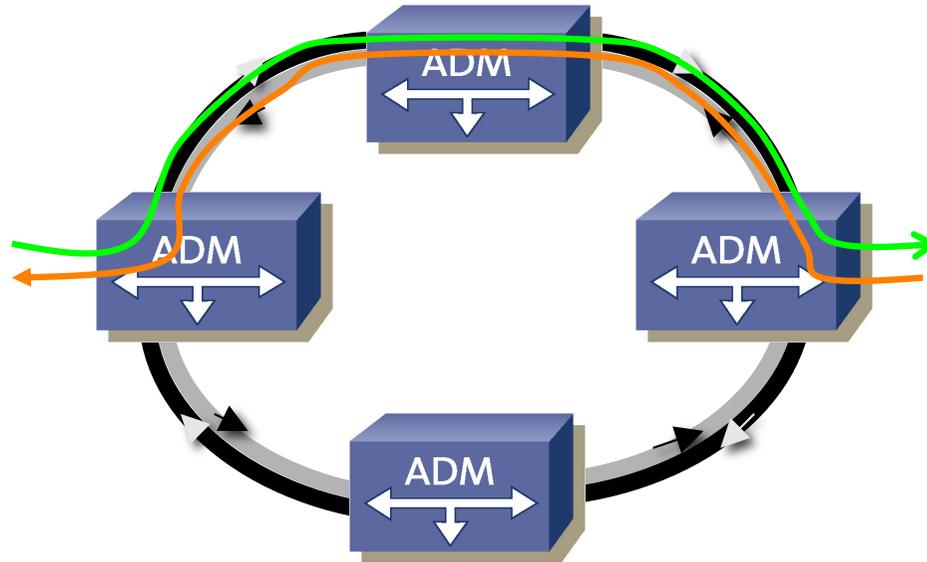
- *Multiplex Section - Shared Protection Ring*
- Se emplea solo **la mitad** de la capacidad en cada sentido (*clockwise y counterclockwise*)
- Máximo 16 nodos
- Ante un fallo:
  - Nodos adyacentes lo detectan
  - Devuelven el tráfico por el otro sentido



# MS-SP Ring (Ejemplo)



# MS-SP Ring (Ejemplo)



# Ejemplo de red

