

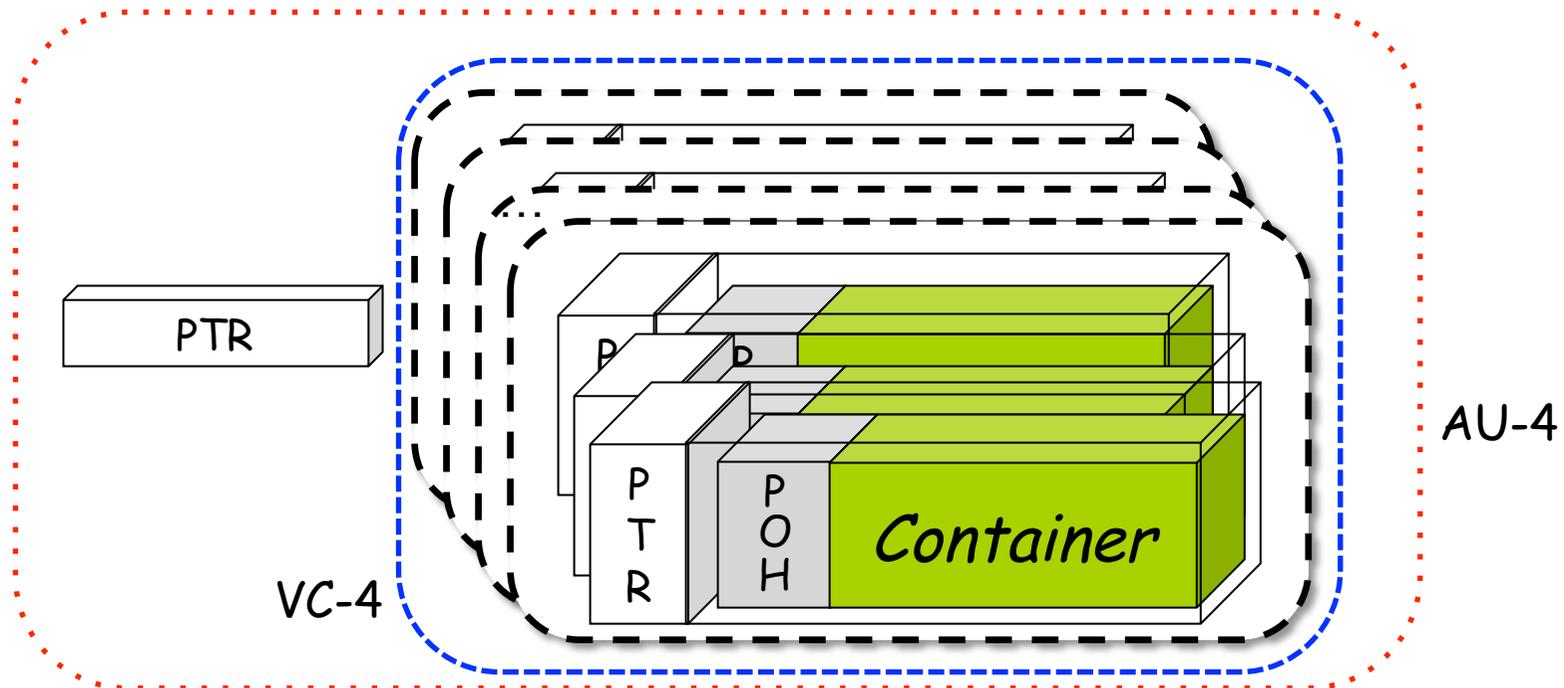
Multiplexación y protección en SDH

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

Redes
4º Ingeniería en Informática

Hemos visto

- 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) (...)



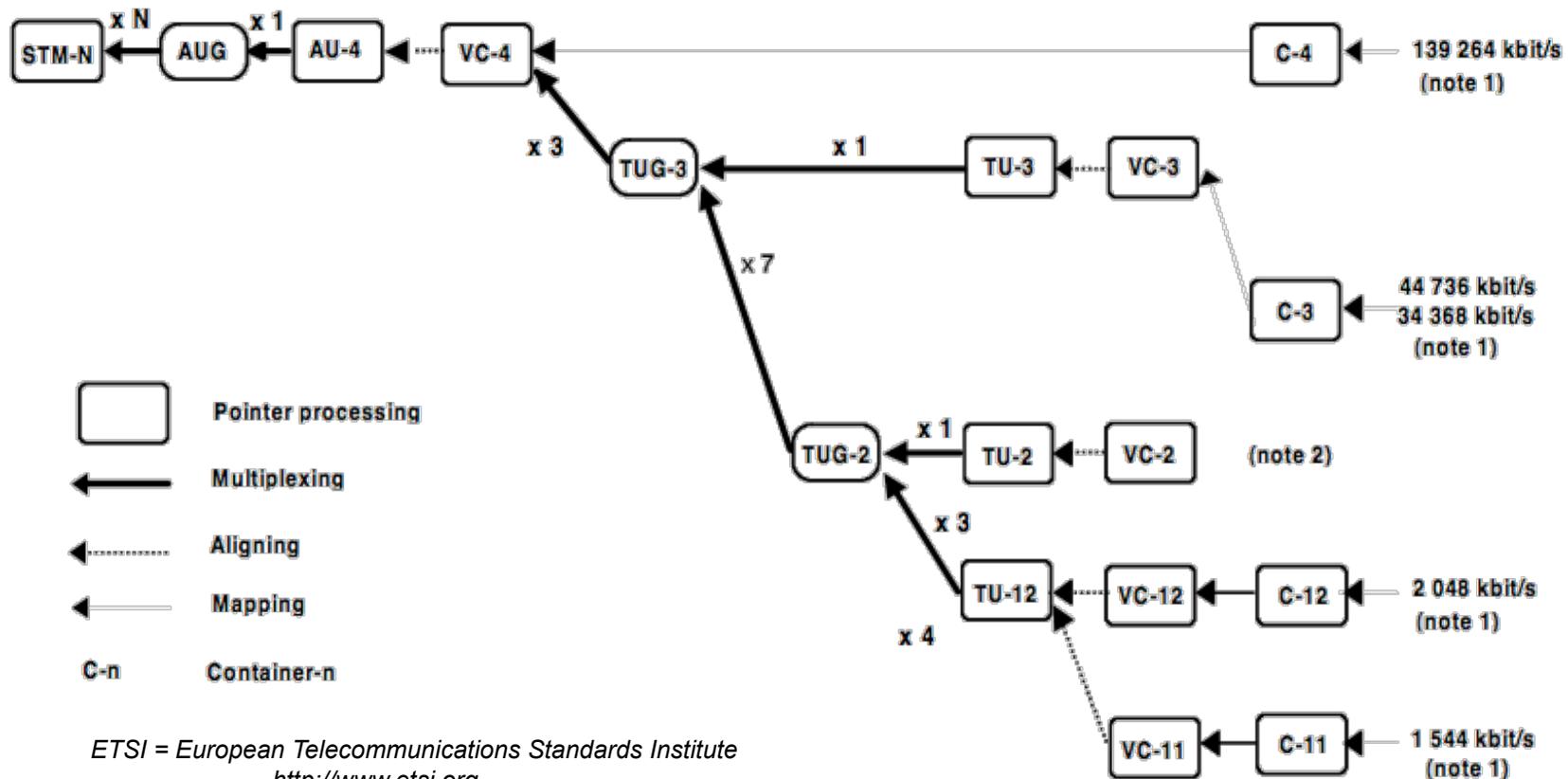
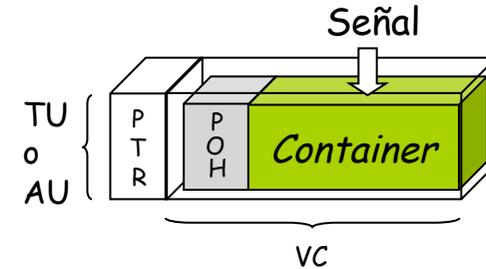
Hemos visto

- 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

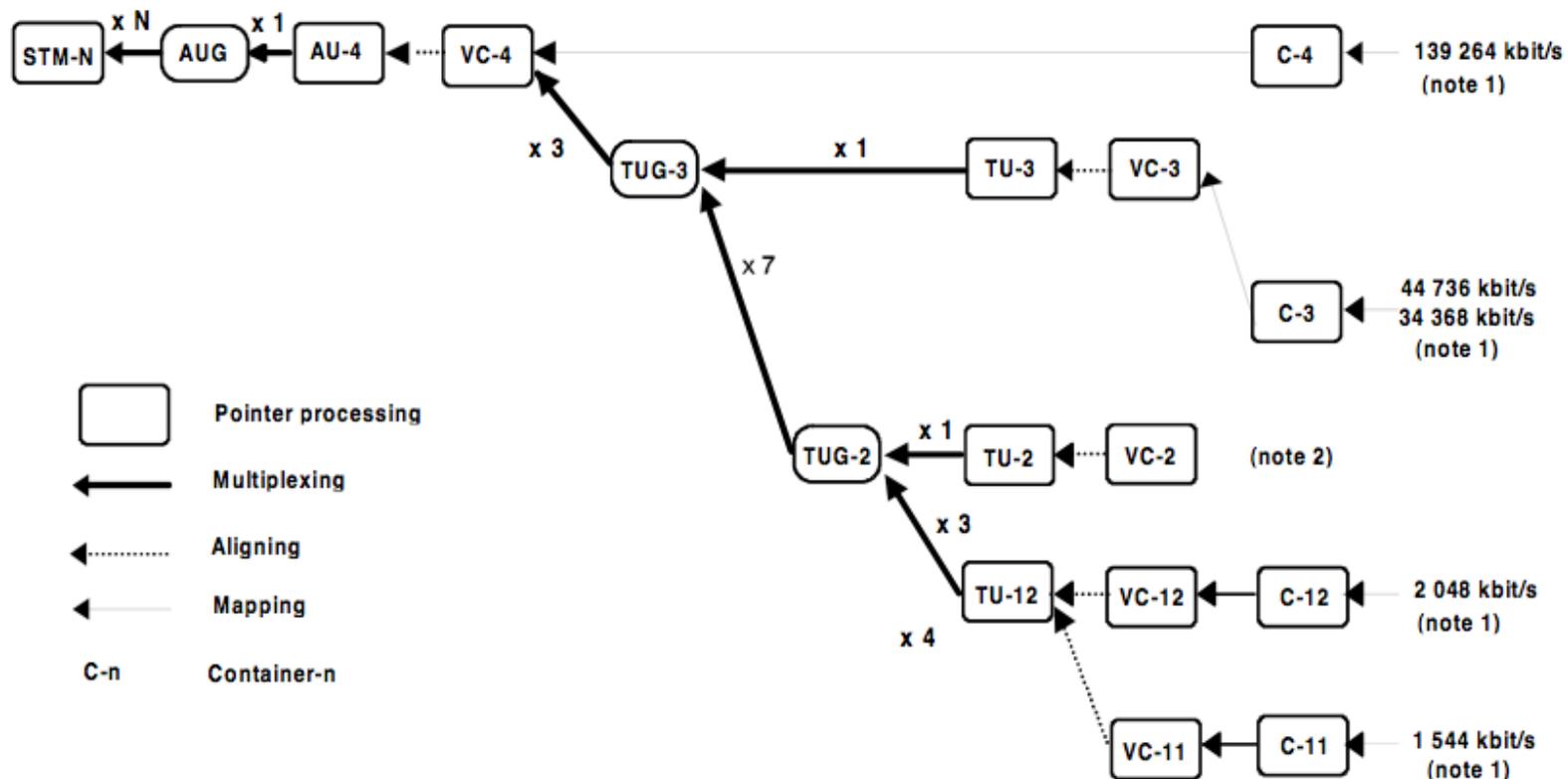
- La trama STM-1 puede transportar diferentes combinaciones de *Virtual Containers*
- Estructura de multiplexación generalizada de ETSI (subconjunto de la estandarizada en G. 707):



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

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



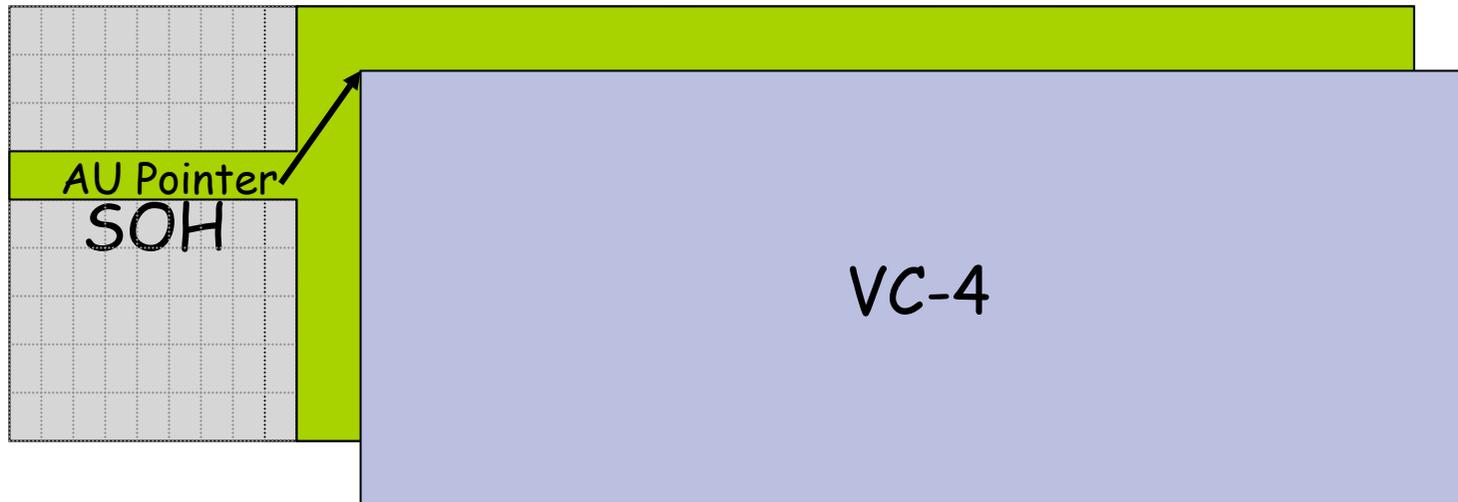
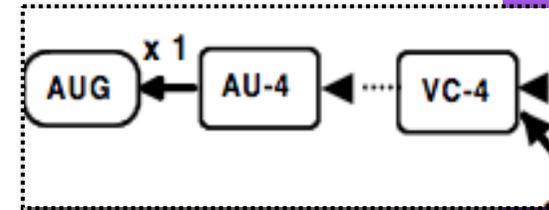
Estructura de la trama STM-1

- 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



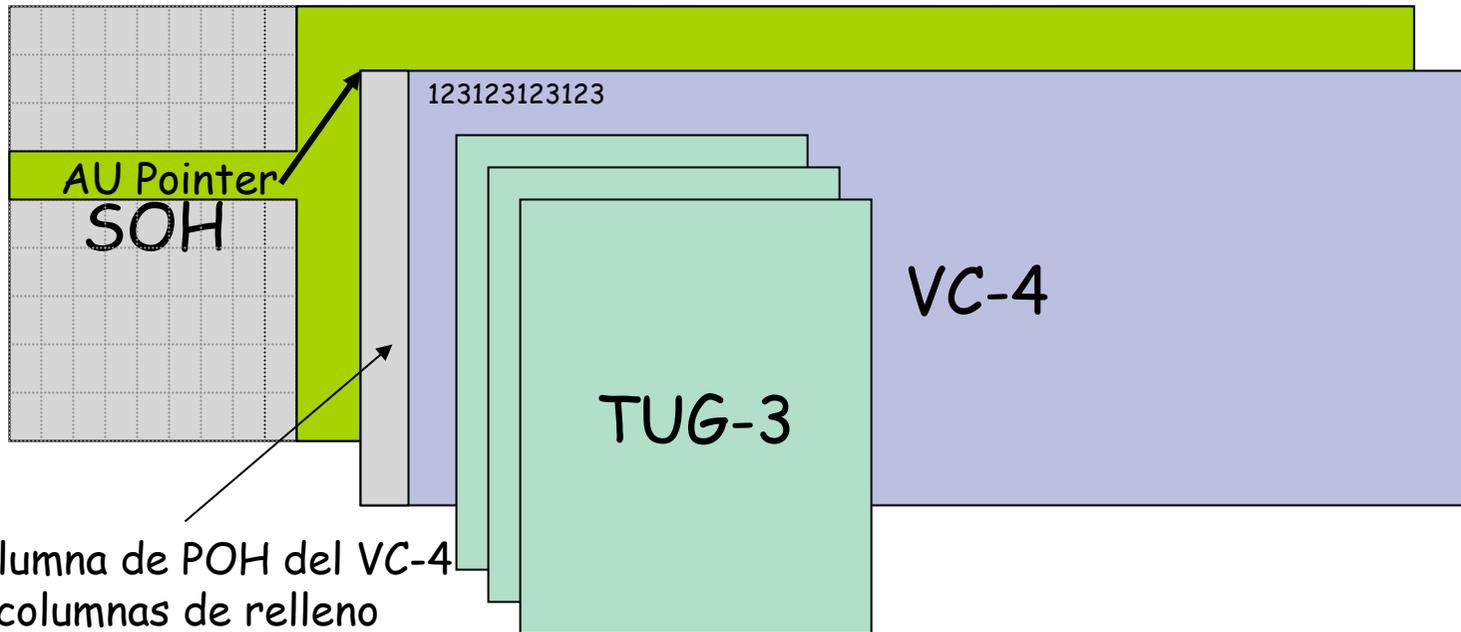
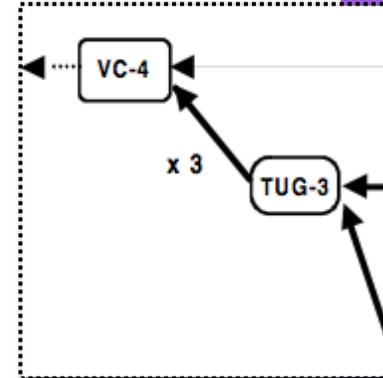
Estructura de la trama STM-1

- El AU-4 transporta un VC-4
- El VC-4 asociado al AU-4 no tiene una fase fija dentro de la trama STM-1
- La ubicación del primer byte del VC-4 viene indicada por el puntero del AU-4



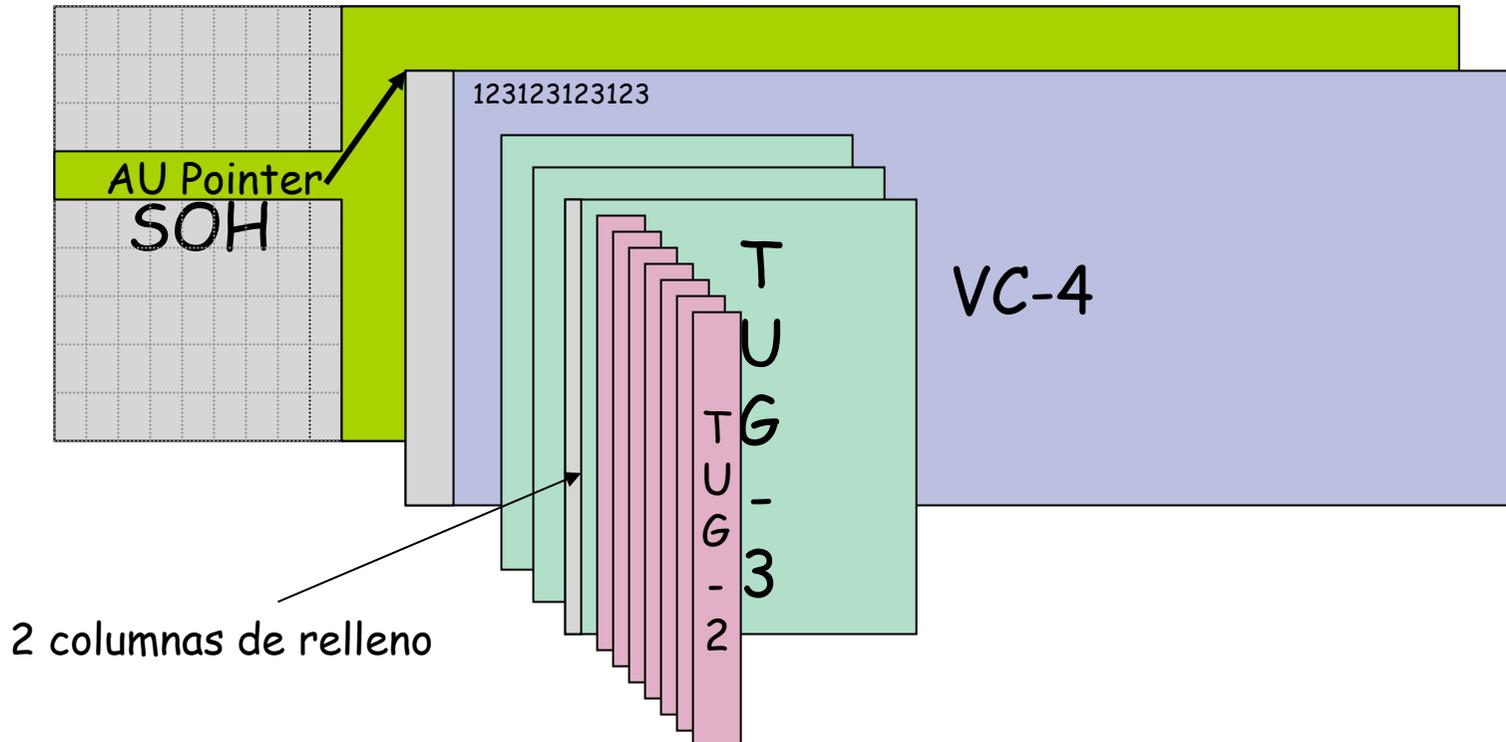
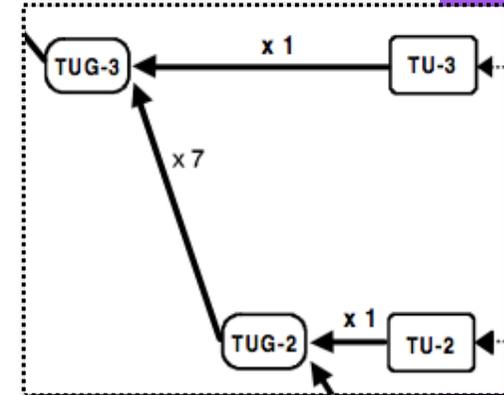
Estructura de la trama STM-1

- El VC-4 puede contener un C-4 o tres TUG-3
- Un TUG-3 tiene 9 filas x 86 columnas
- Los TUG-3 están entrelazados por bytes
- Se numeran #1, #2 y #3



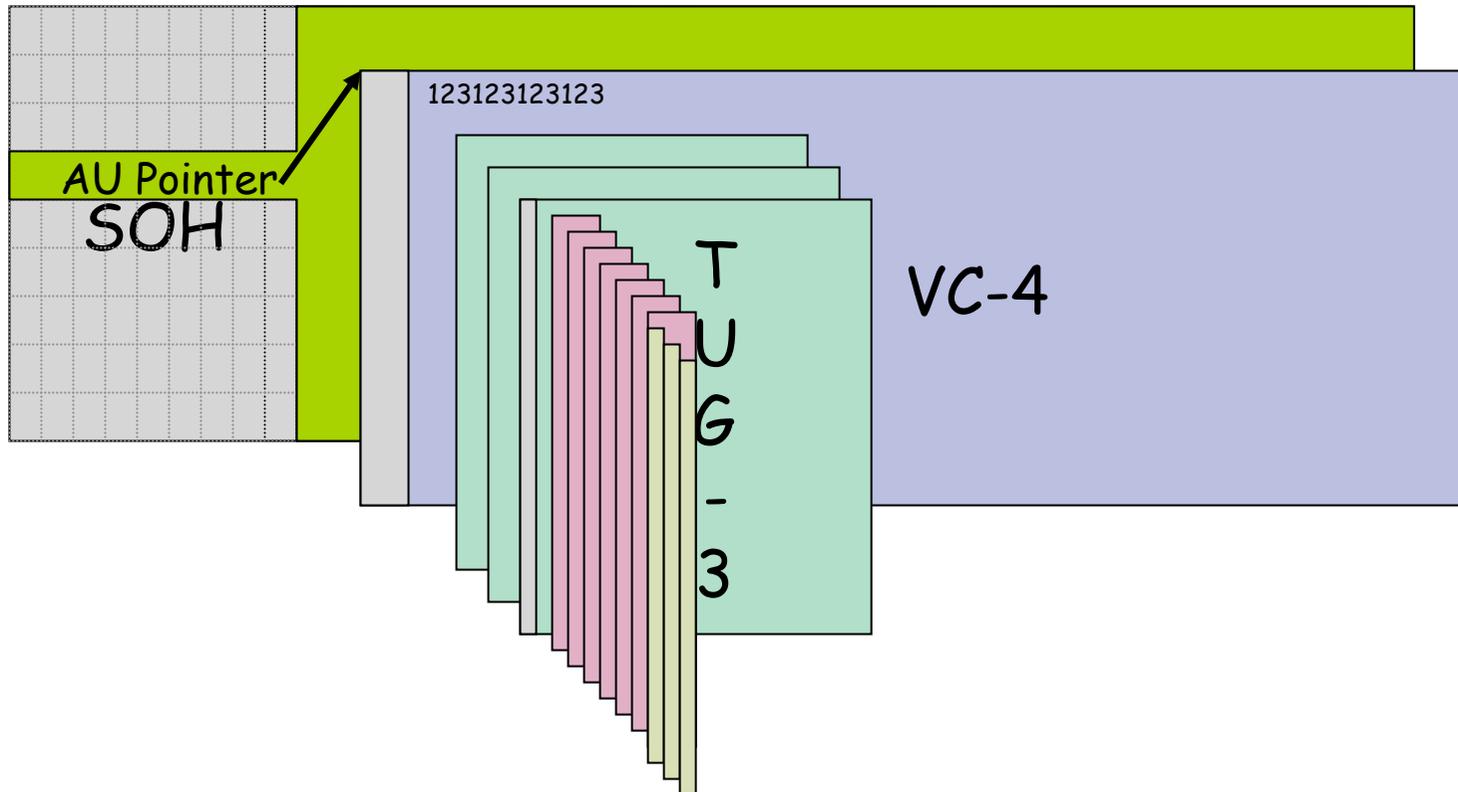
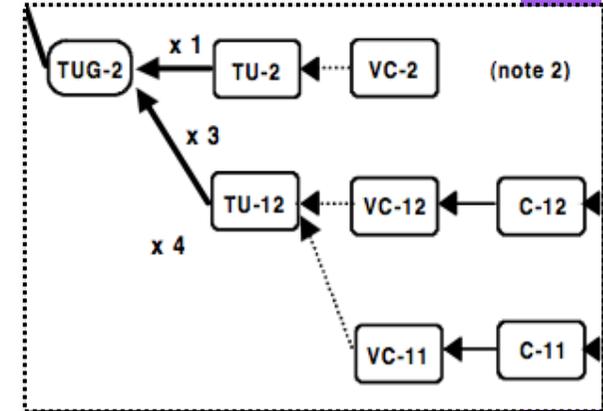
Estructura de la trama STM-1

- El TUG-3 puede contener un TU-3 ó 7 TUG-2
- Un TUG-2 tiene 9 filas x 12 columnas
- Los TUG-2 están entrelazados por bytes
- Se numeran de #1 a #7



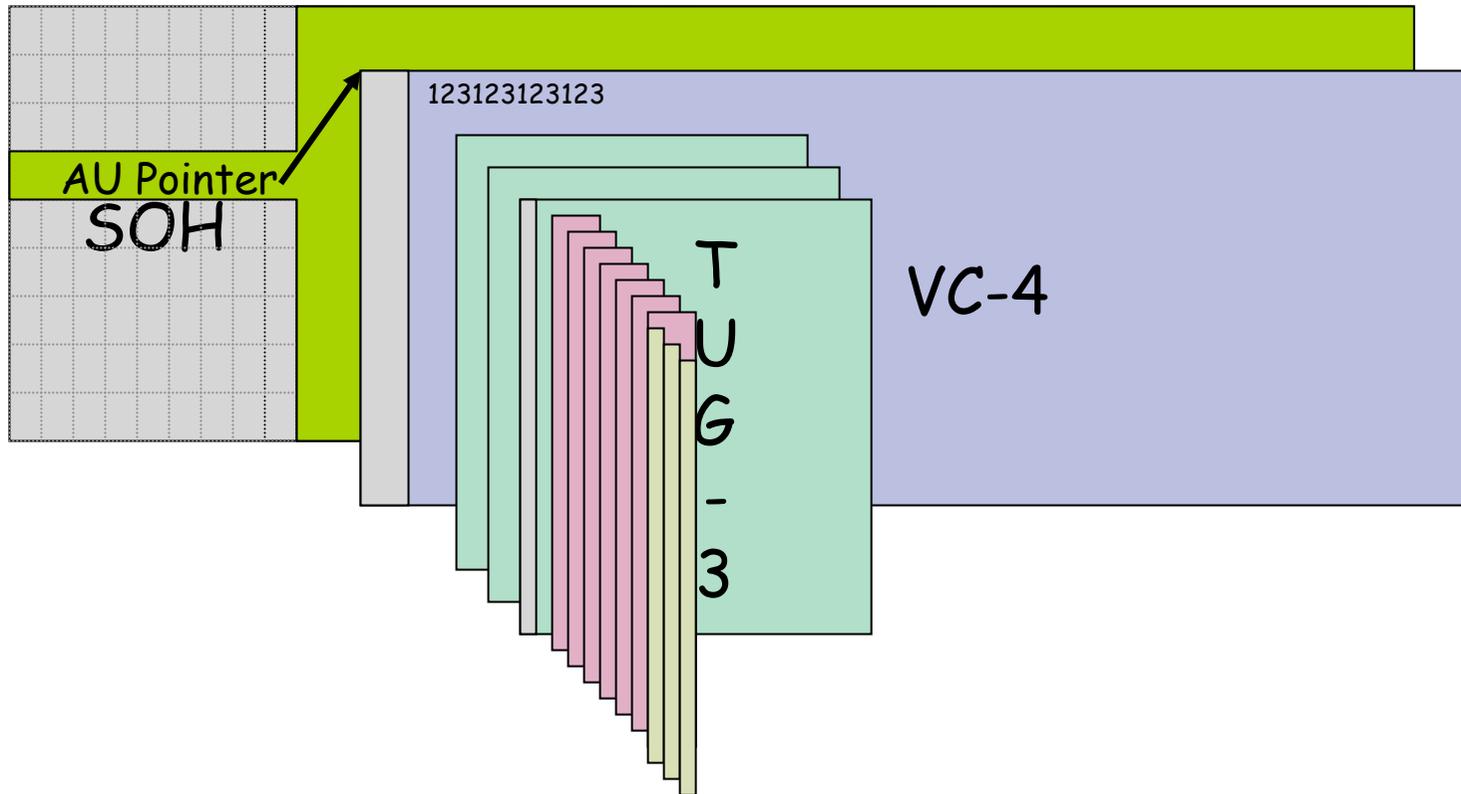
Estructura de la trama STM-1

- El TUG-2 puede contener 3 TU-12
- Un TU-12 tiene 9 filas x 4 columnas
- Los TU-12 están entrelazados por bytes
- Se numeran de #1 a #3

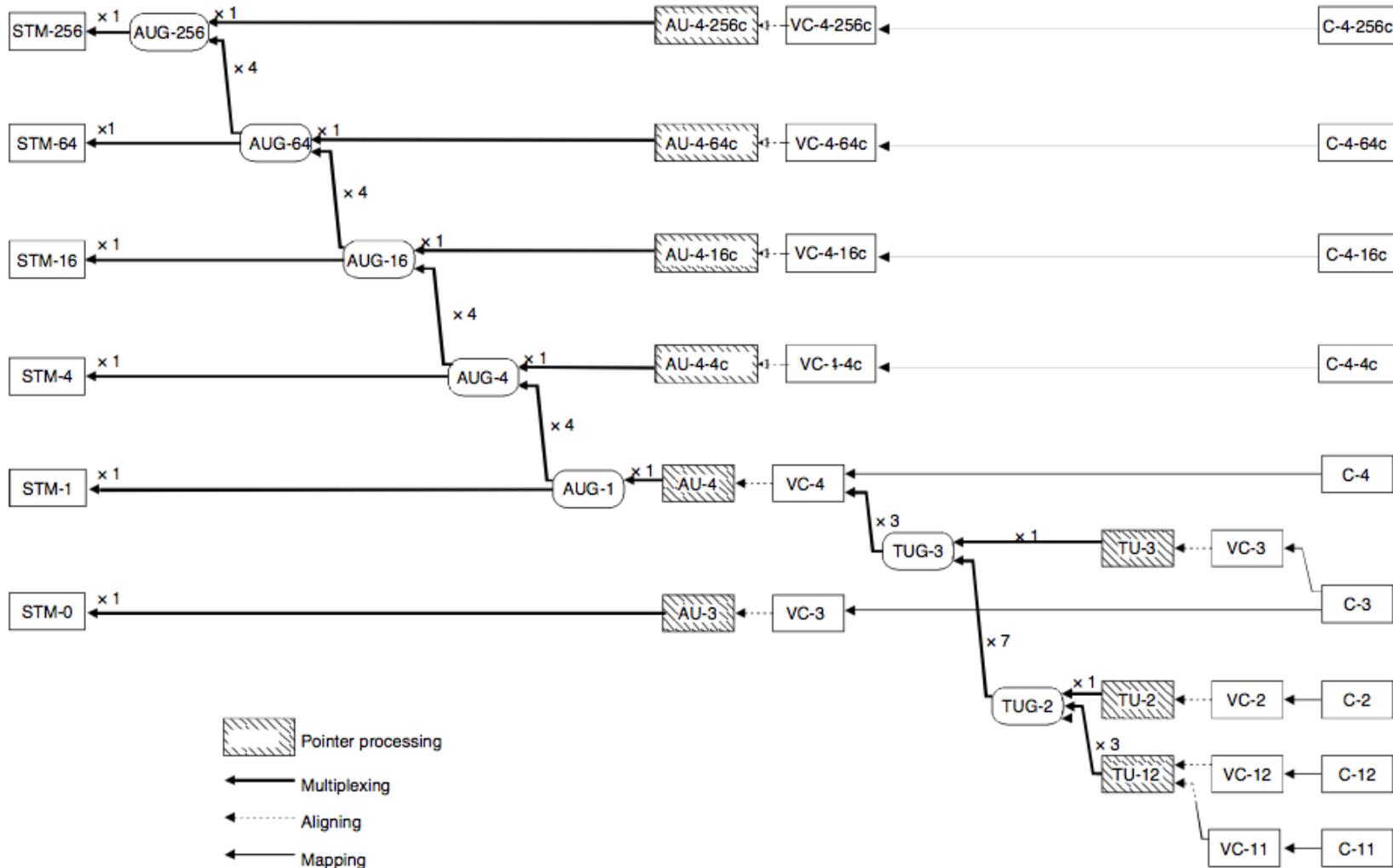


Estructura de la trama STM-1

- 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)

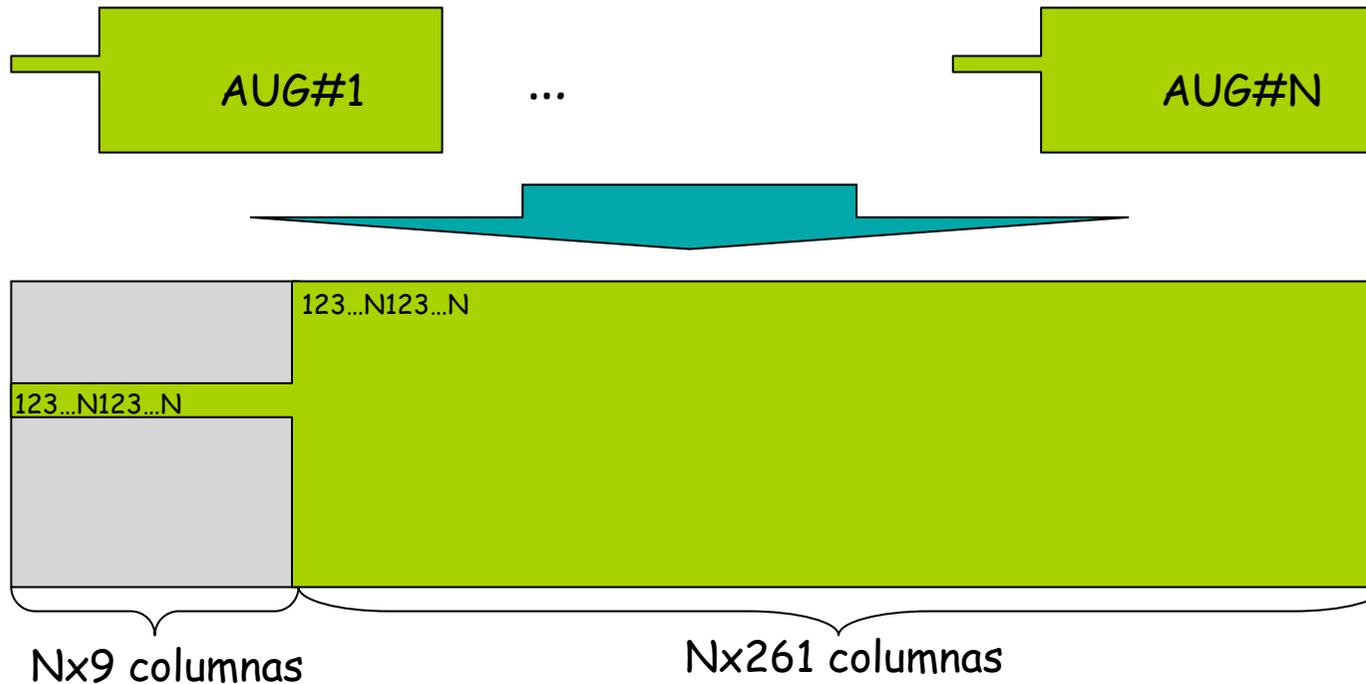


Estructura de multiplexación STM-N



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



SOH, algunas funcionalidades

- A1 y A2 : Marcan el comienzo de la trama, no sufren *scrambling*
- B1 : para la supervisión de errores. Paridad par (BIP-8) de la trama anterior
- Δ : Uso depende del medio
- E1 y E2 : **canales de órdenes de voz auxiliares**
- Puntero
- F1 : **uso propio del 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.

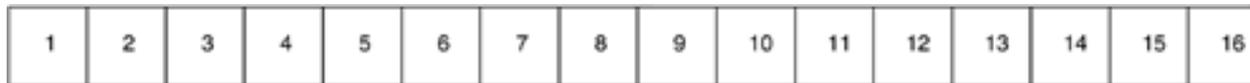
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	A1	A1	A1	A2	A2	A2	J0		
2	B1	Δ	Δ	E1	Δ		F1		
3	D1	Δ	Δ	D2	Δ		D3		
4	Punteros								
5	B2	B2	B2	K1			K2		
6	D4			D5			D6		
7	D7			D8			D9		
8	D10			D11			D12		
9	S1					M1	E2		

RSOH

HOSOH

Concatenación

- Concatenación:
 - Se pueden concatenar X contenedores virtuales VC-4 creando un VC-4-Xc (X=4, 16, 64 ó 256)
 - Los concatenados deben ser contiguos
 - Son conmutados como una unidad



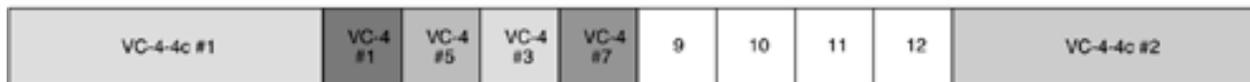
(a) Empty STM-16 (OC-48) signal



(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)

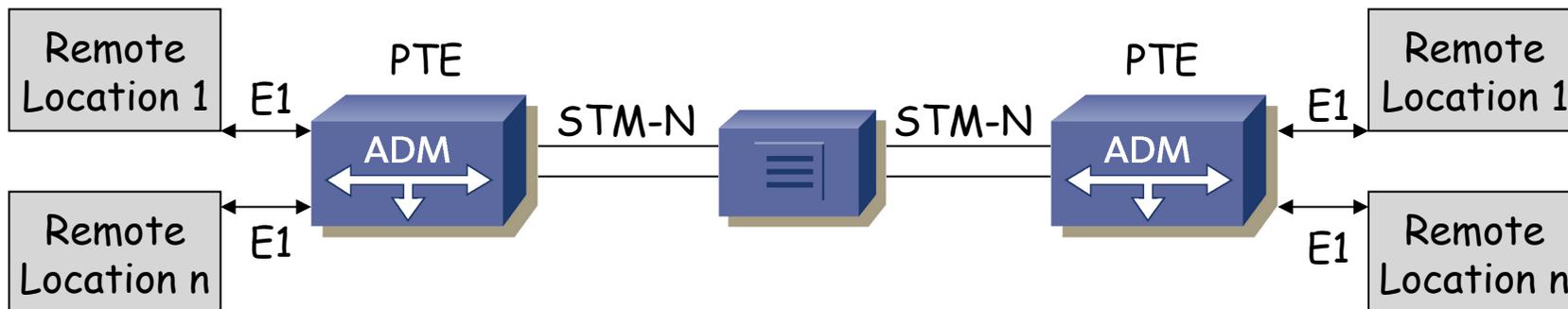
Concatenación

- 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)
 - 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
 - El extremo final reordena las tramas (diferente delay) con información de la cabecera SDH

Topologías

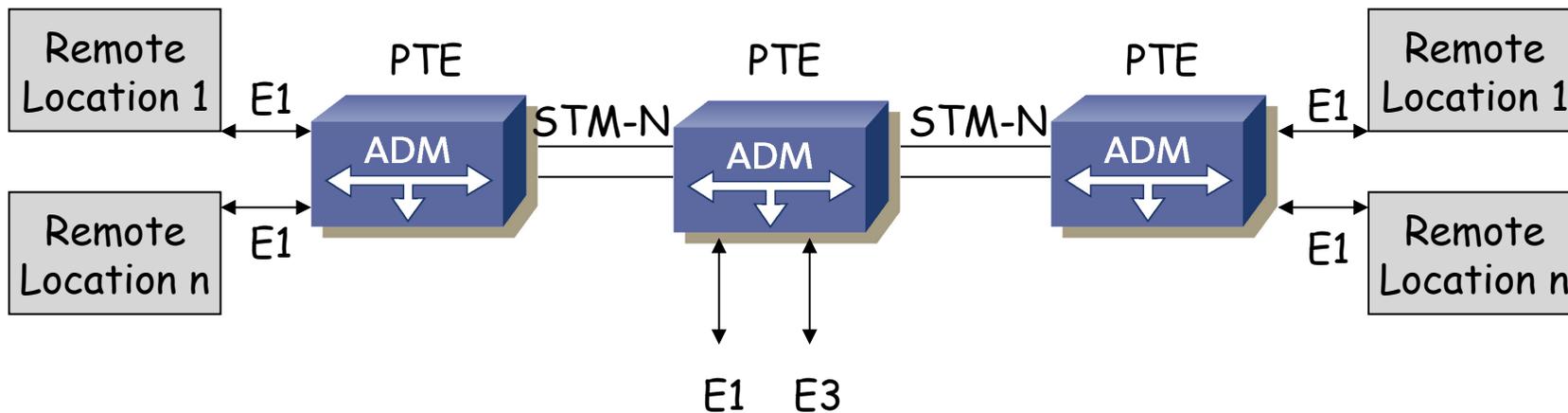
Point-to-Point

- Dos PTEs conectados sobre fibra oscura
- Los PTEs pueden ser ADMs o TMs
- En el camino puede haber regeneradores



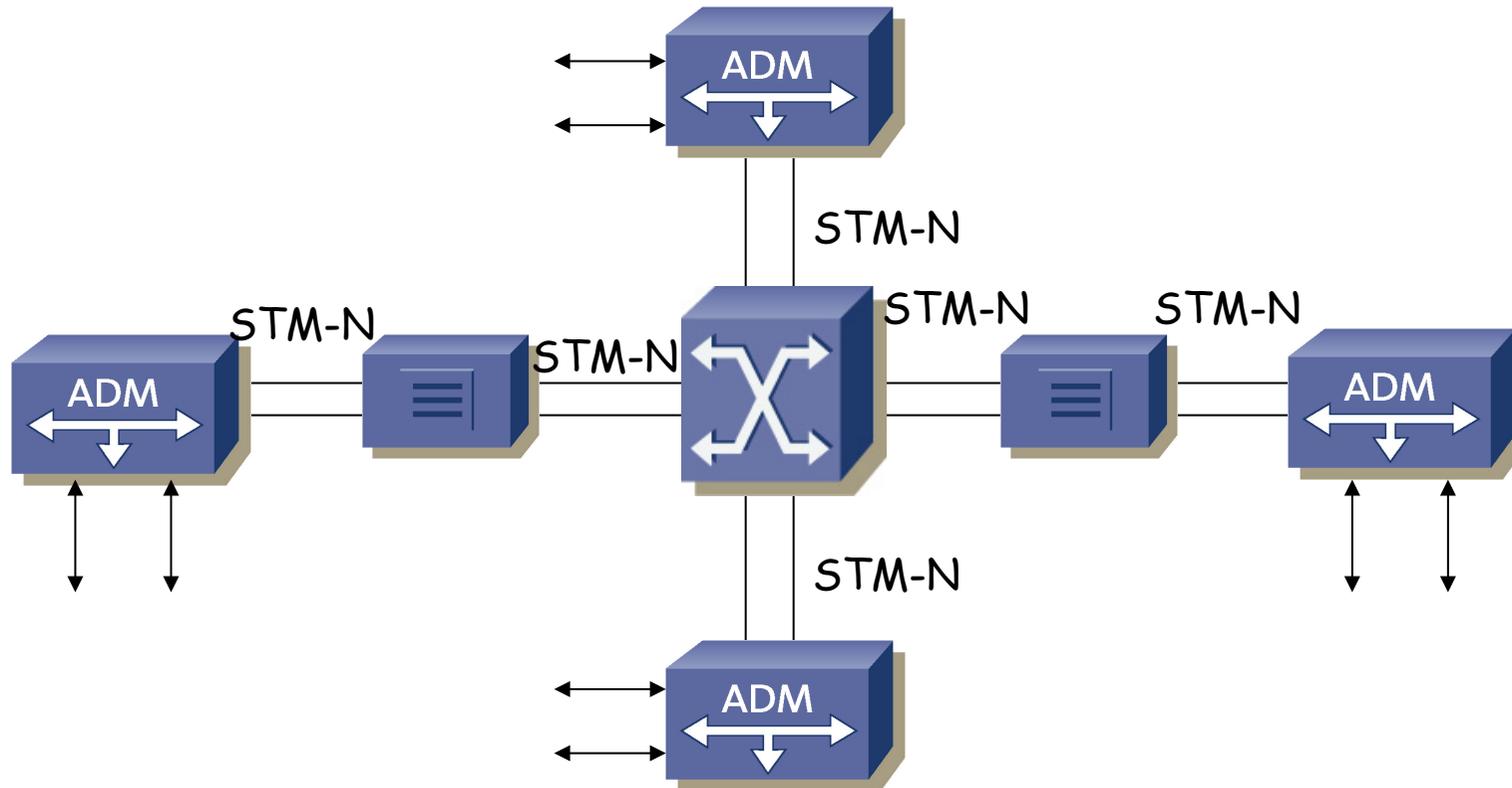
Point-to-Multipoint

- También llamada *linear add/drop architecture*
- Permite separar circuitos por el camino



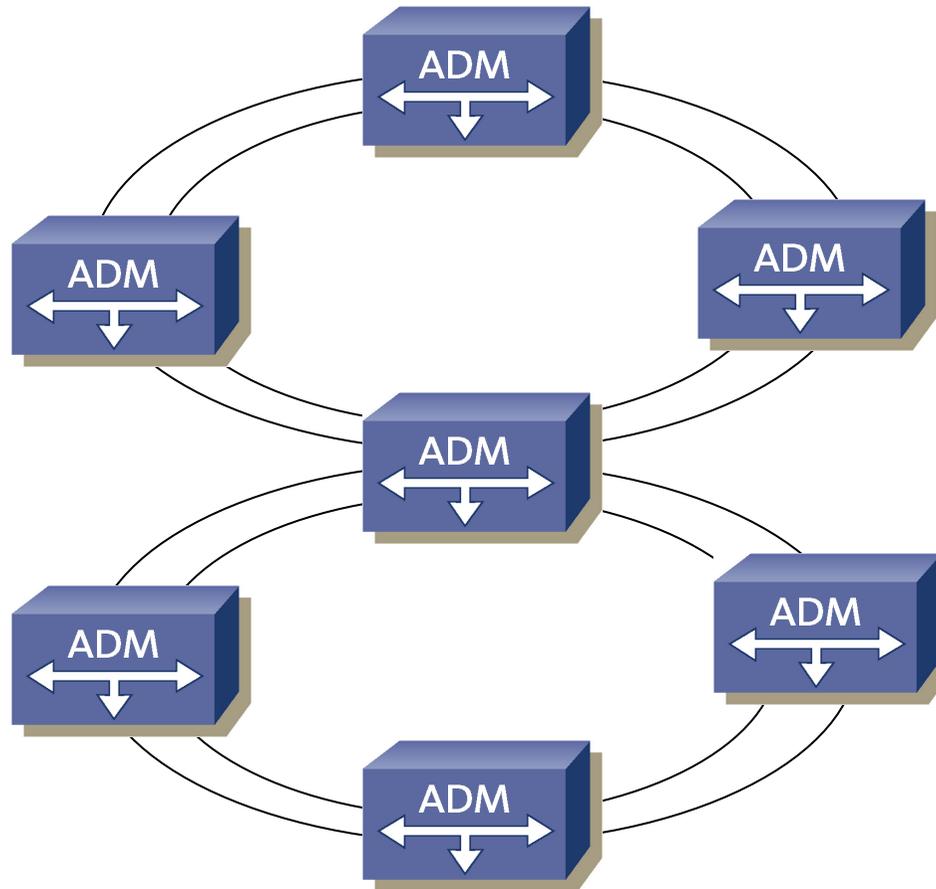
Hub

- Escalable



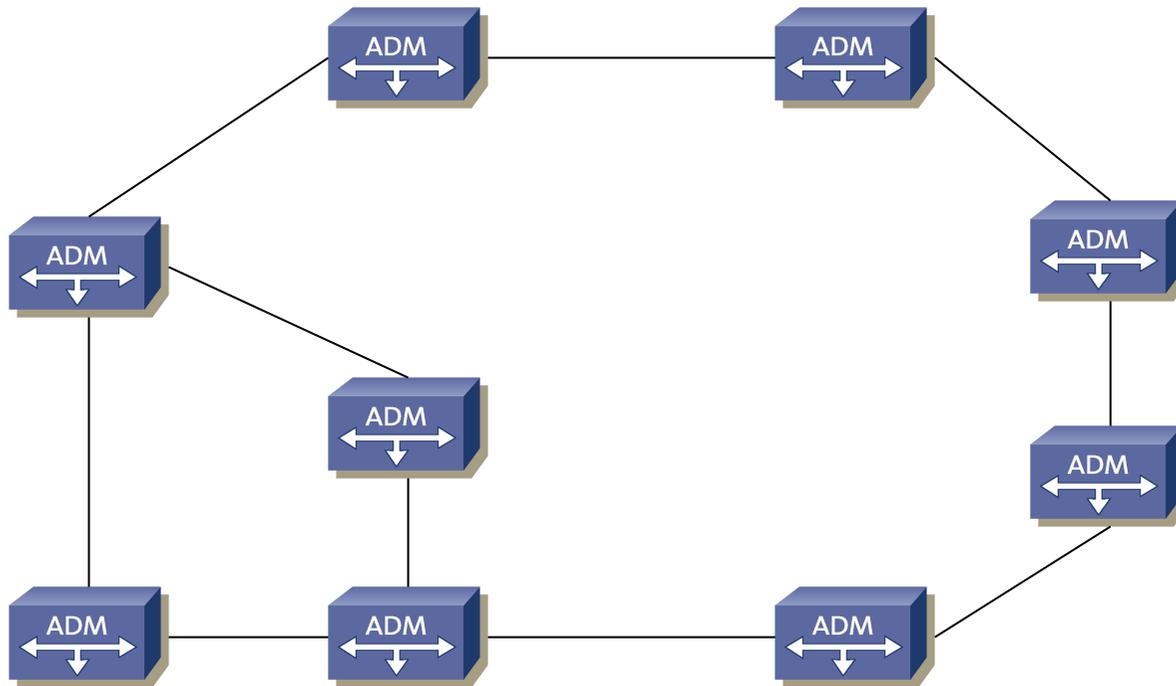
Ring

- Ofrecen robustos mecanismos de protección

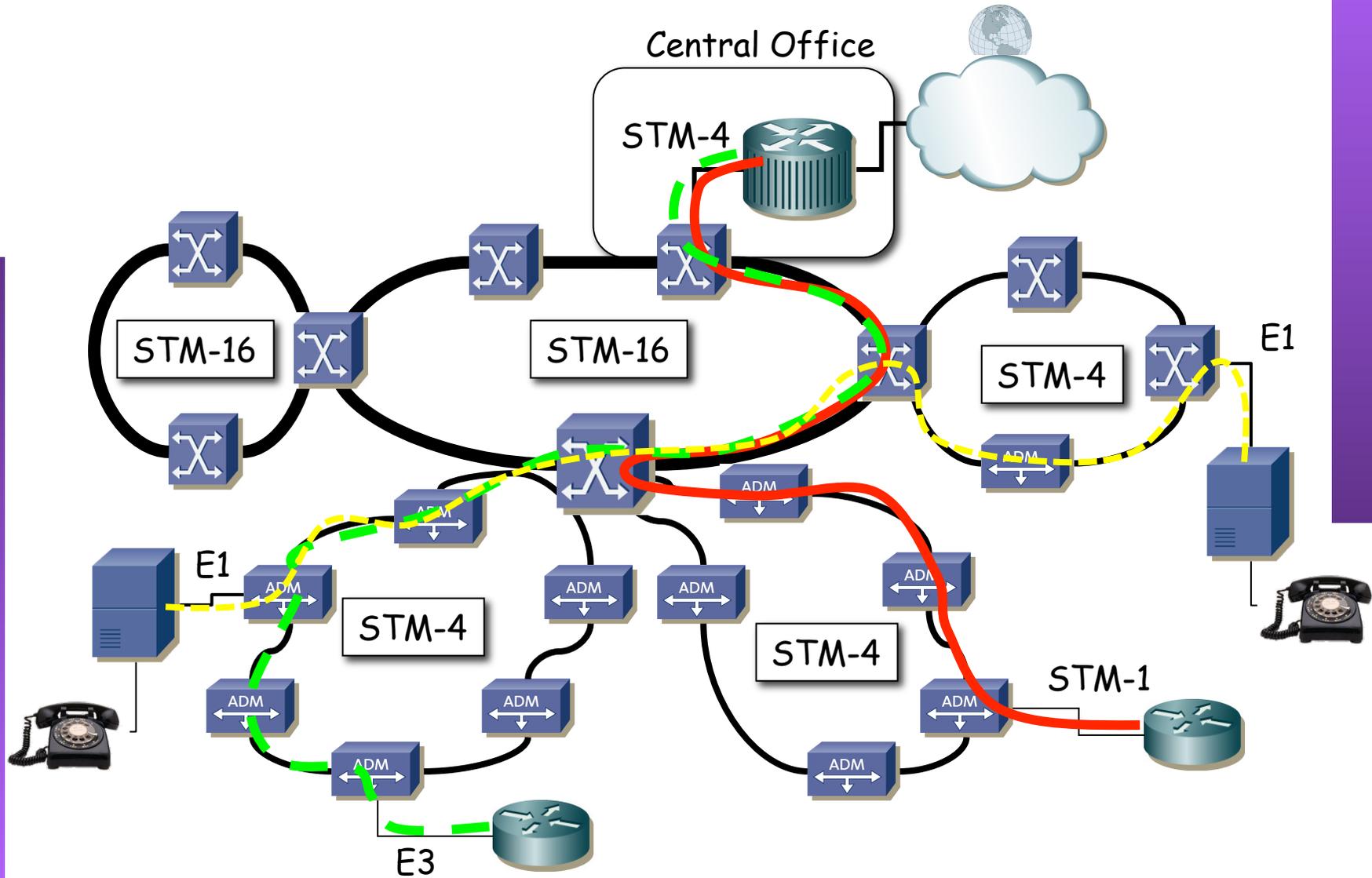


Mesh

- Cualquier interconexión
- Al menos un ciclo
- Máxima redundancia y opciones de encaminamiento



Ejemplo de red



Arquitecturas de protección

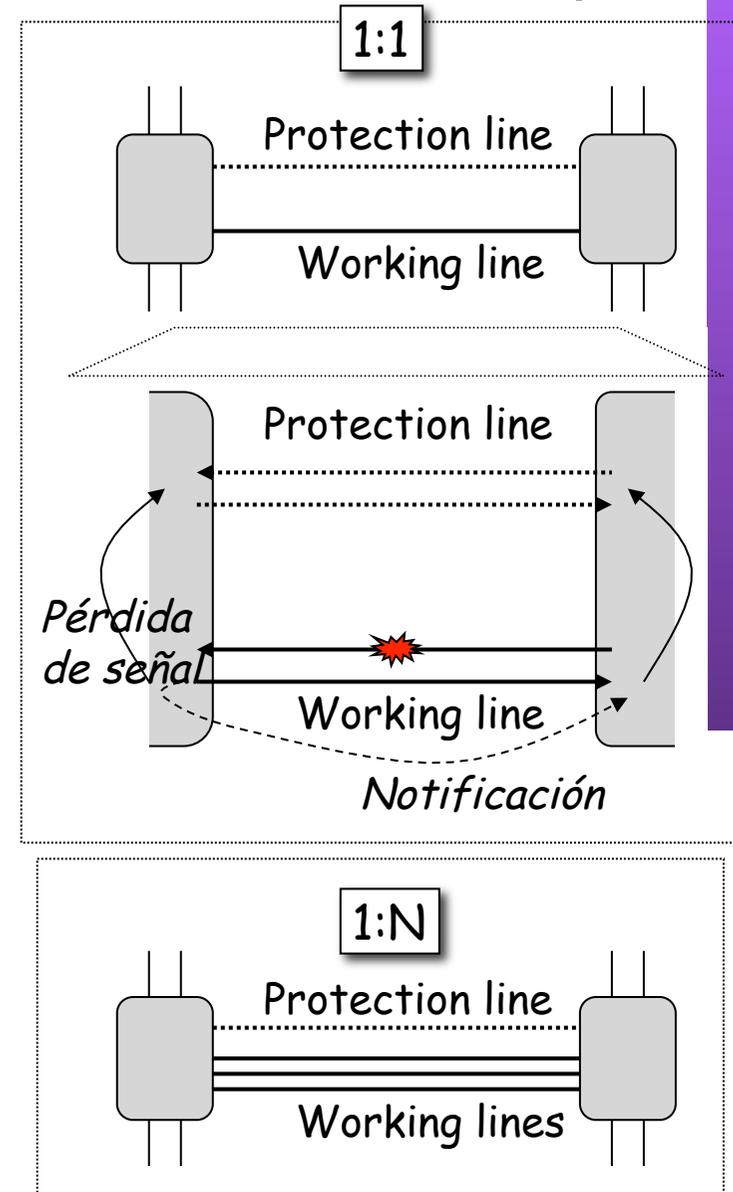
Automatic Protection Switching (APS)

- Recuperación automática ante fallos: pérdida de la señal, demasiado BER, etc.
- “Protección”: La solución está precalculada
- Acciones coordinadas mediante mensajes del protocolo APS
- Se emplean los bytes K para esta señalización
- Busca tiempos de recuperación de 50-60ms
- Con caminos muy largos el retardo de propagación puede hacer difícil conseguir esos tiempos
- STM-16 en 50ms: 14.8 MBytes
- Operadores buscan fiabilidad de “5 nueves”, es decir, un tiempo de funcionamiento del 99.999% (poco más de 5min al año)



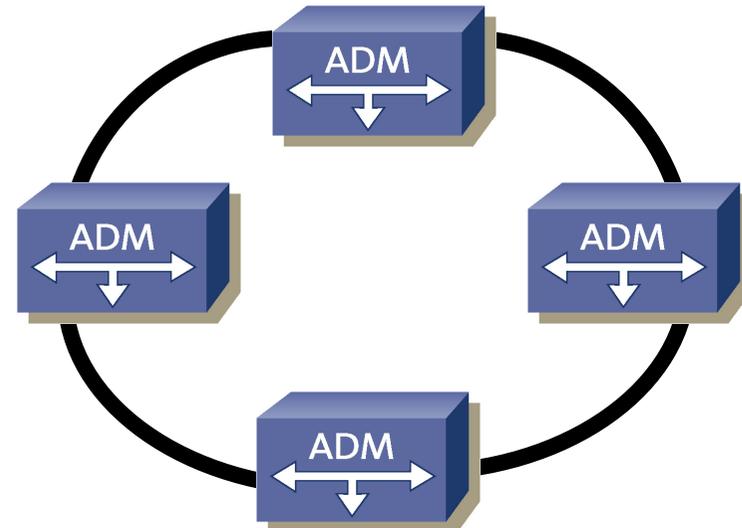
MSP (*Multiplex Section Protection*)

- 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



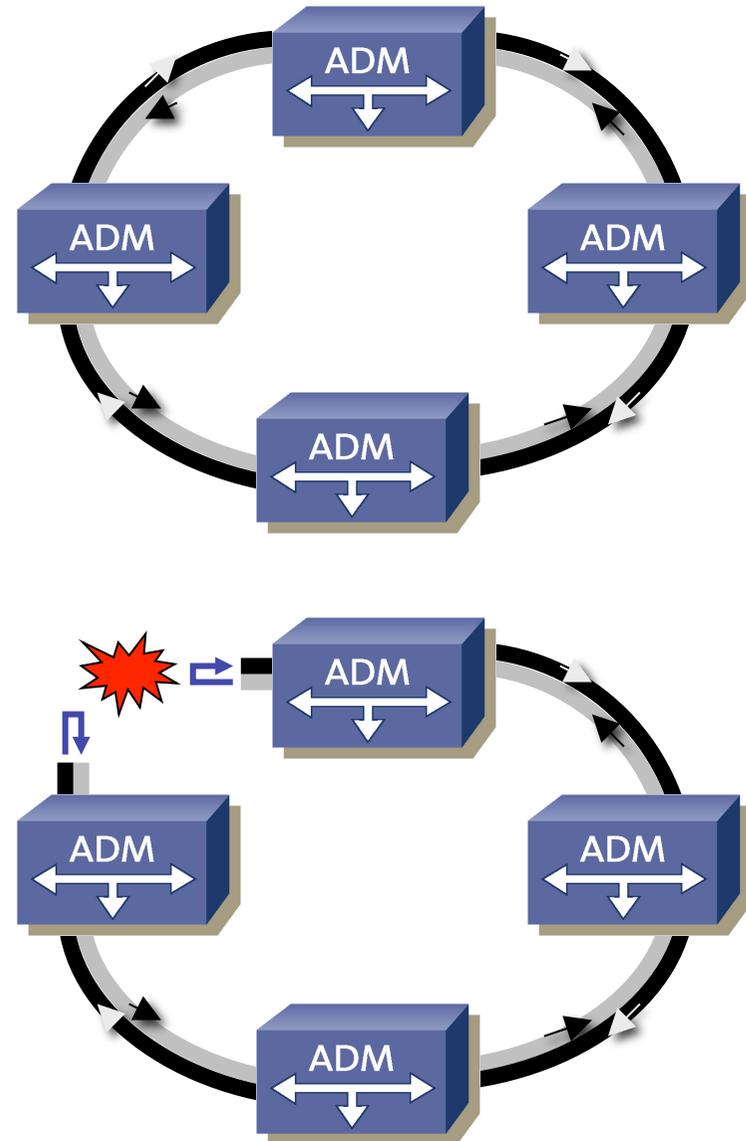
Anillos

- 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

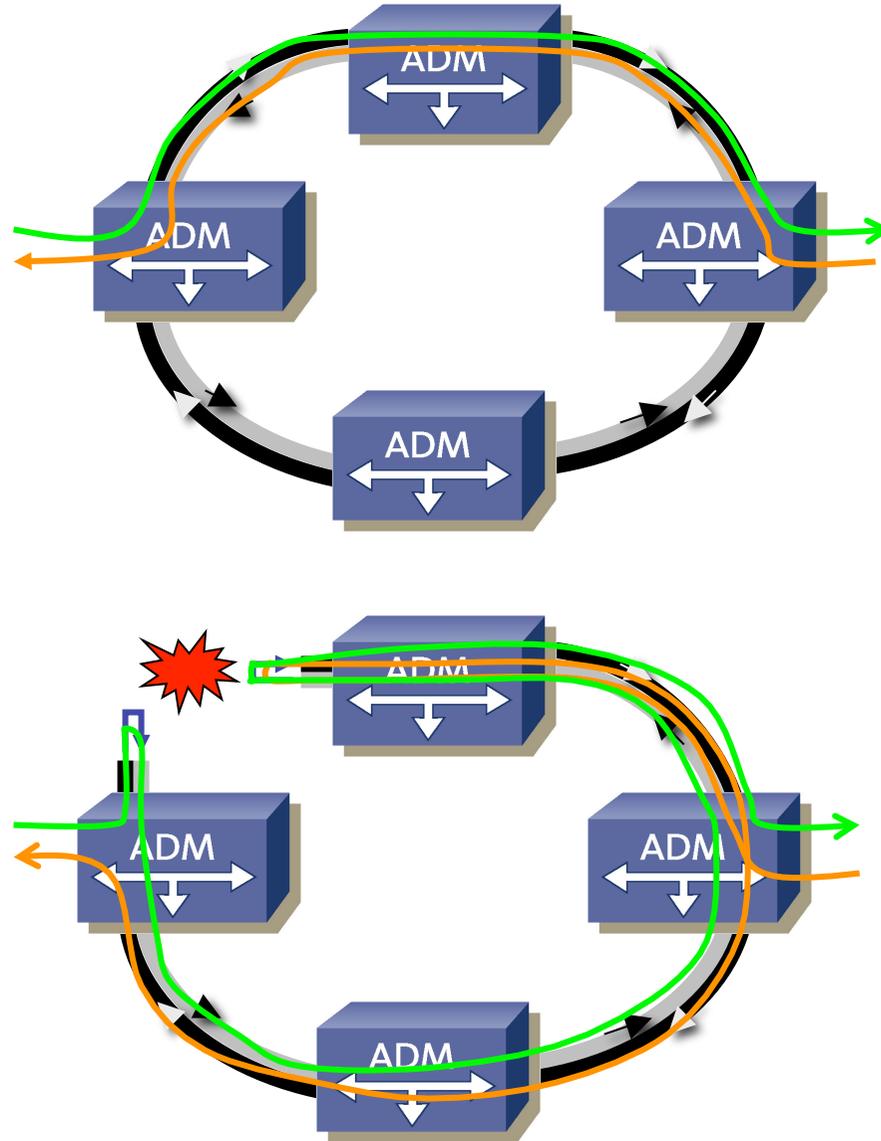


MS-SP Ring

- *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
- Ejemplo con 2 fibras (...)

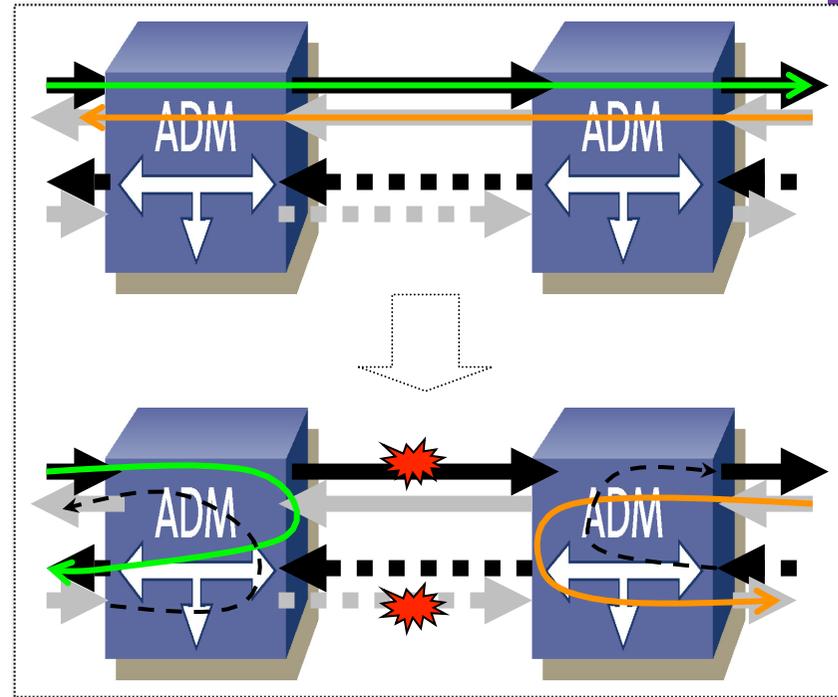
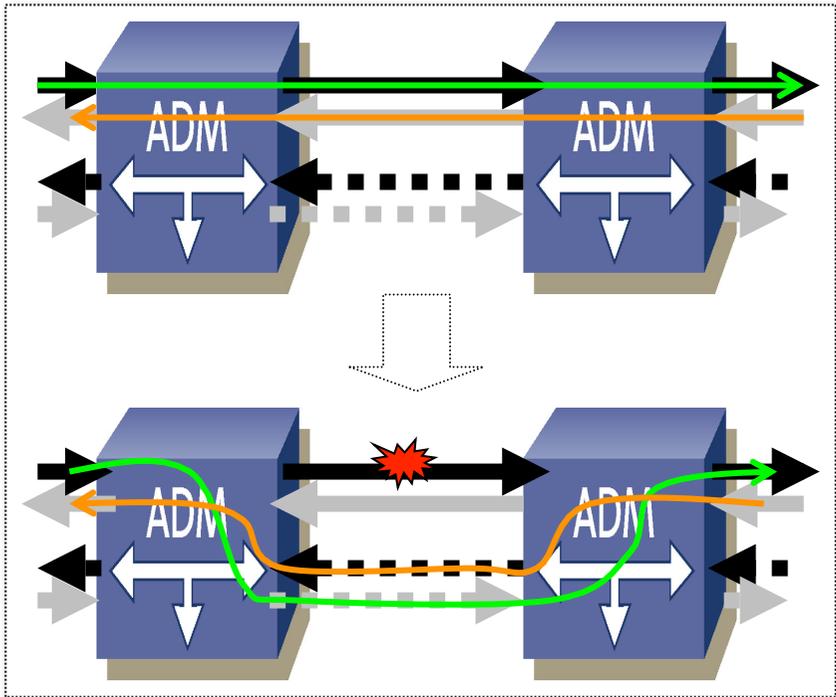
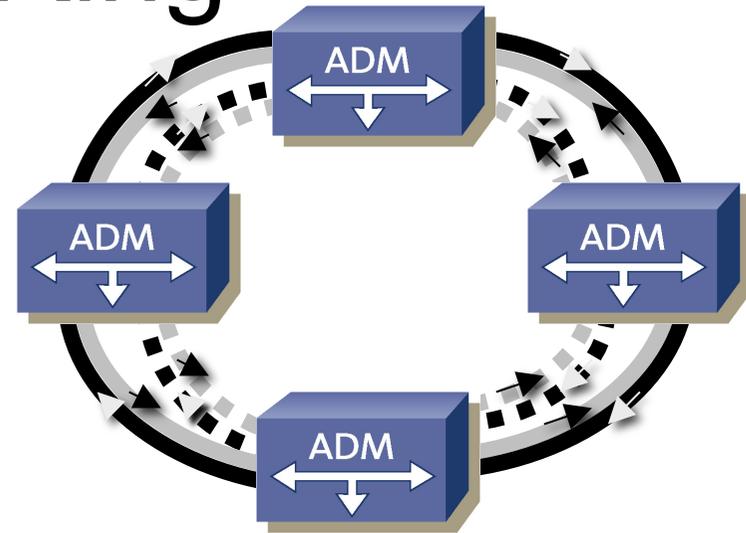


MS-SP Ring (Ejemplo)



MS-SP Ring

- Con 4 fibras
- Un par dedicado a *working capacity*
- Segundo par como *spare/ protection capacity*



Resumen

- Estructura de multiplexación en SDH ofrece solo un conjunto de capacidades posibles
- La concatenación permite aumentar la flexibilidad
- Variedad en la topología; anillos son simples y con redundancia