

SDH: Estructura de multiplexación

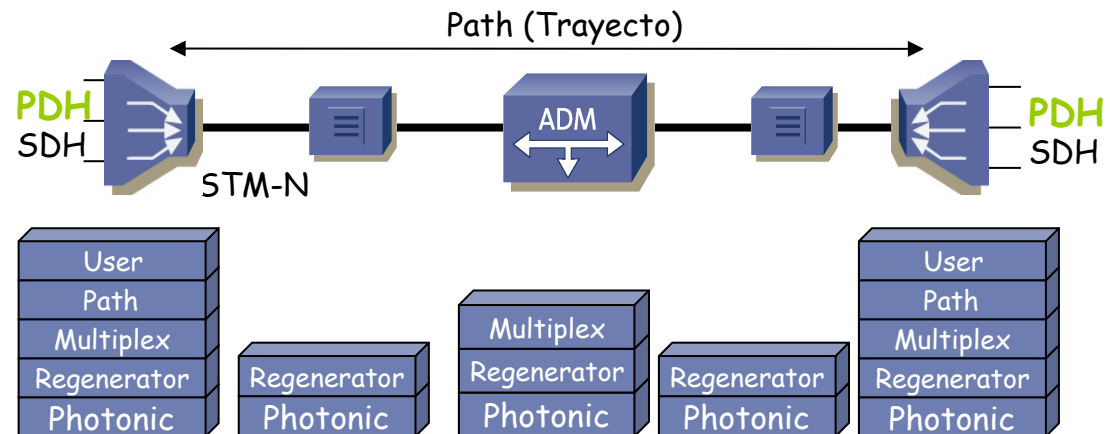
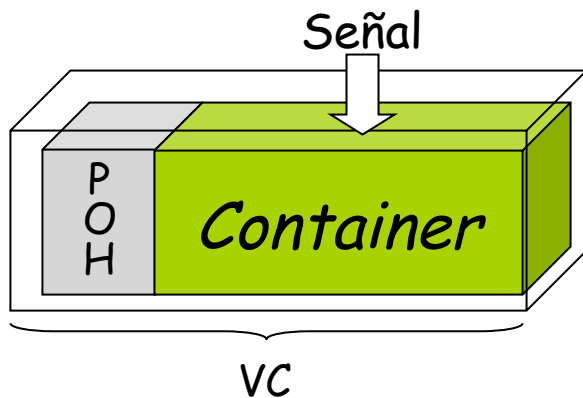
Area de Ingeniería Telemática
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Entramado

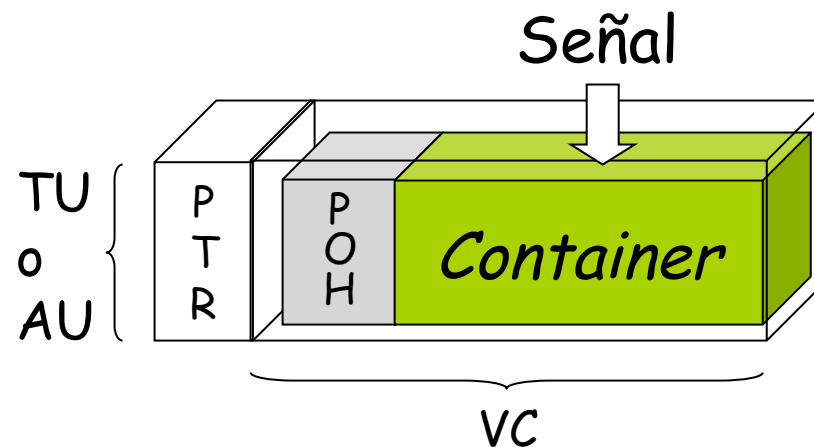
- Las señales PDH se introducen dentro de un *Container SDH* de capacidad suficiente \Rightarrow Contenedor + *Path OverHead (POH)* = *Virtual Container (VC)*
- La señal PDH se inserta de manera *asíncrona* (modo flotante)
- Se permite que la velocidad binaria fluctúe dentro de unos márgenes (recordad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

| 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) |



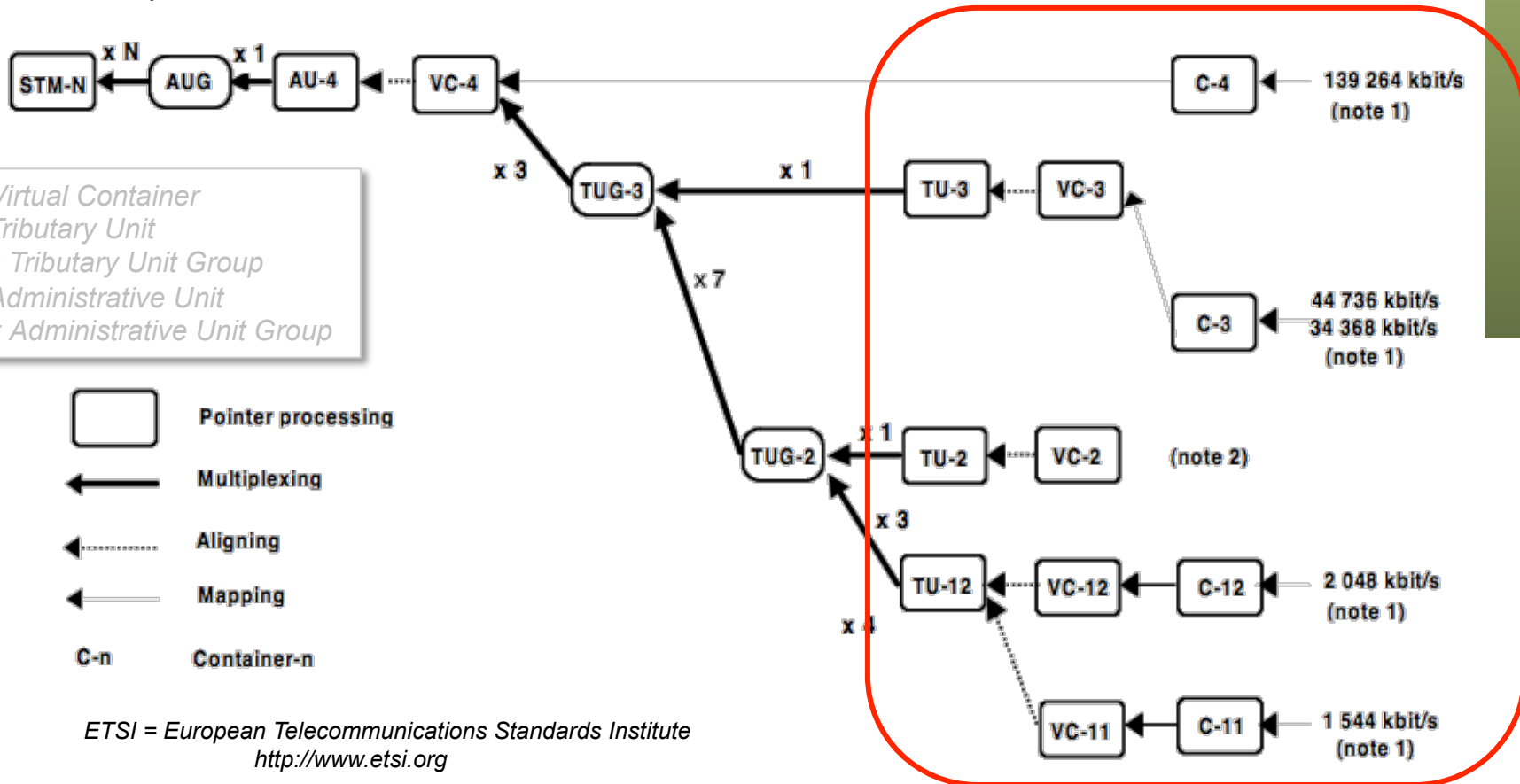
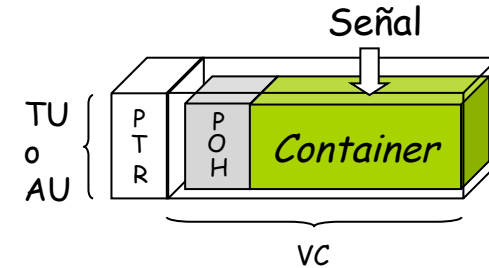
Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) 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)
- (...)



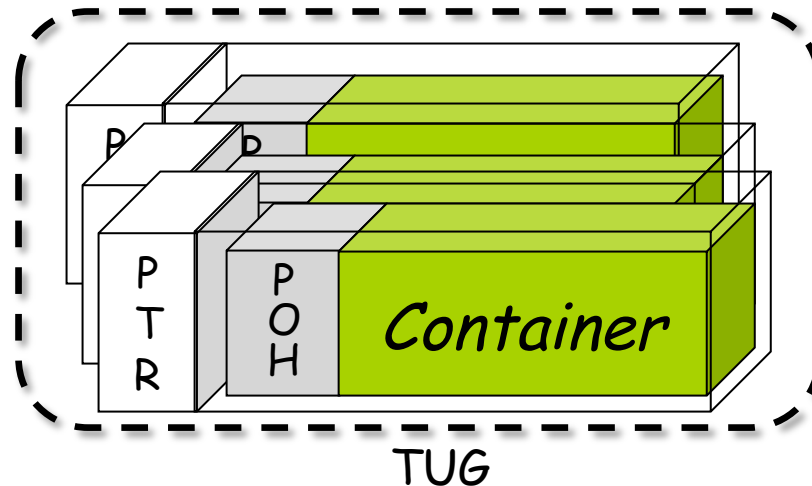
Estructura de multiplexación

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



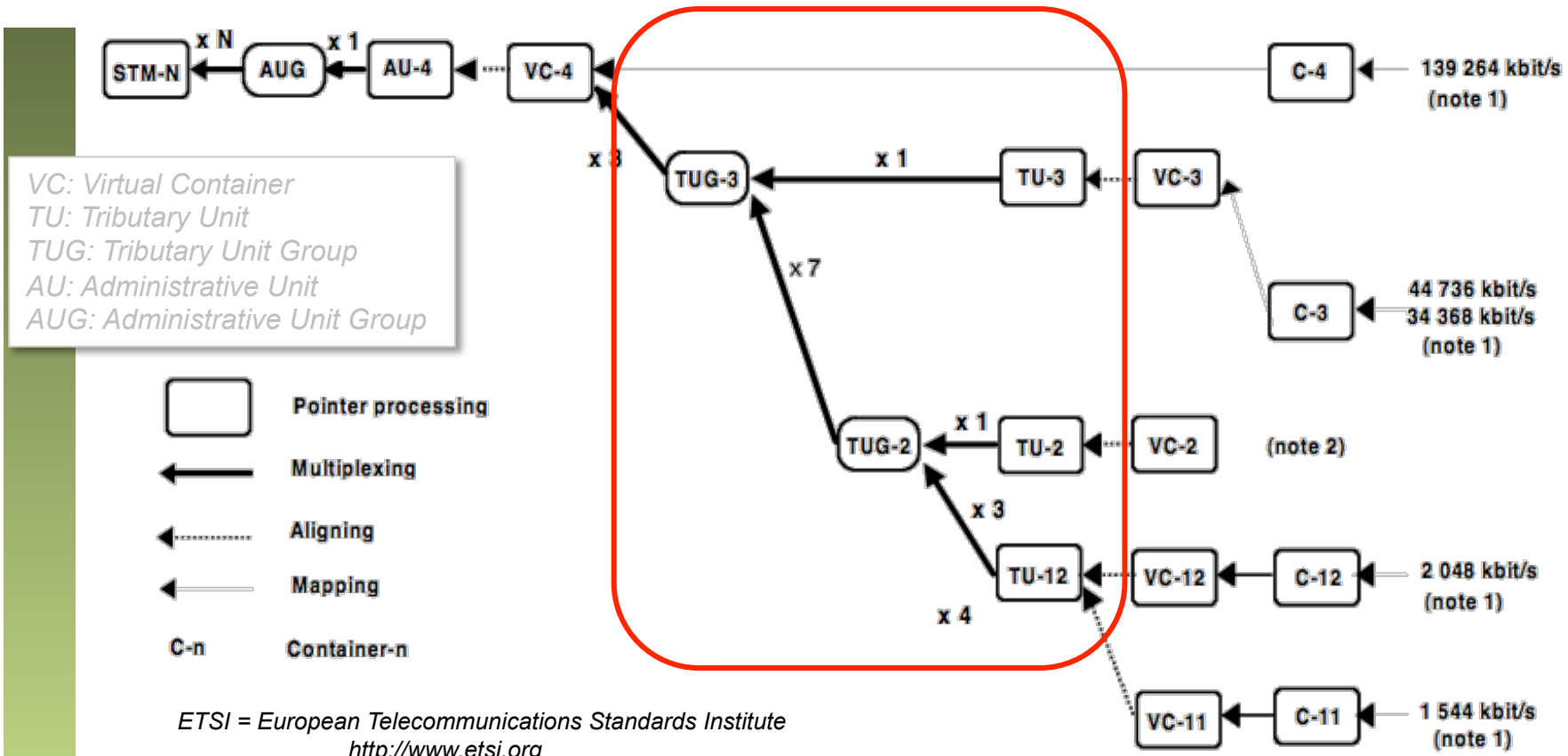
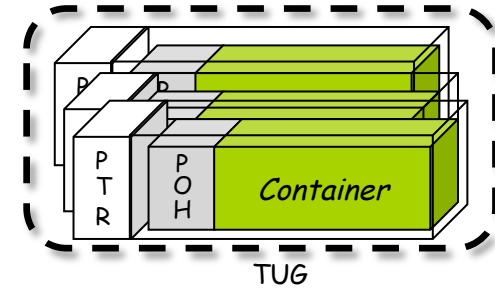
Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) 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)
- (...)



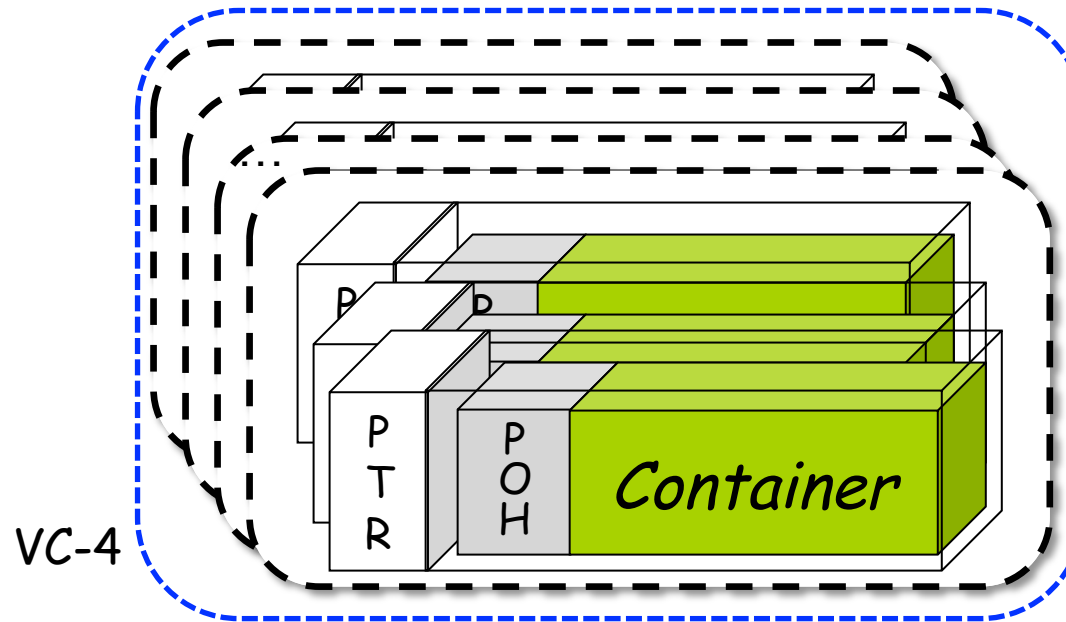
Estructura de multiplexación

- Varios TUs pueden agruparse en un *Tributary Unit Group* (TUG) sin mayor sobrecarga (es una agrupación solo en gestión)



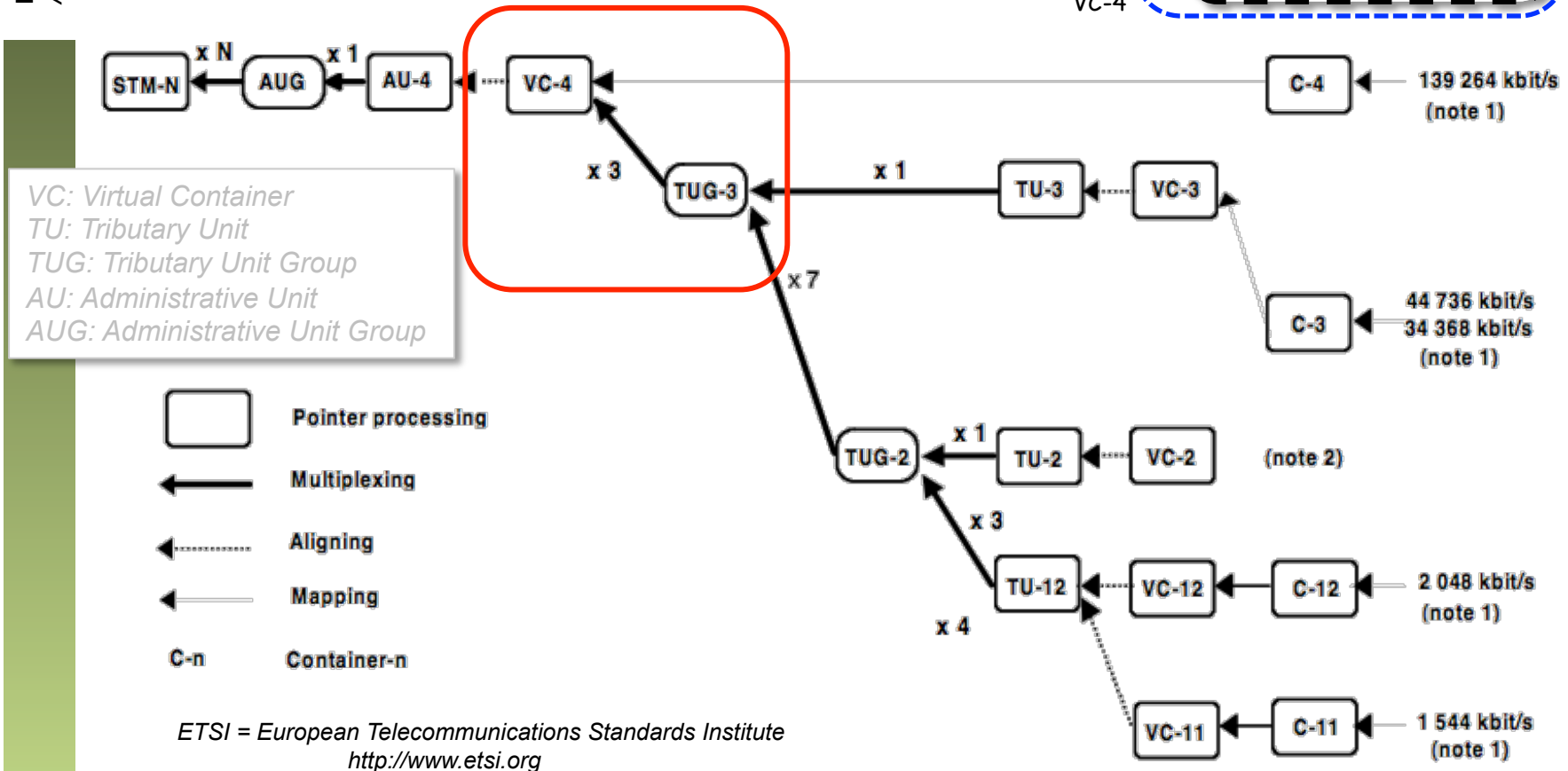
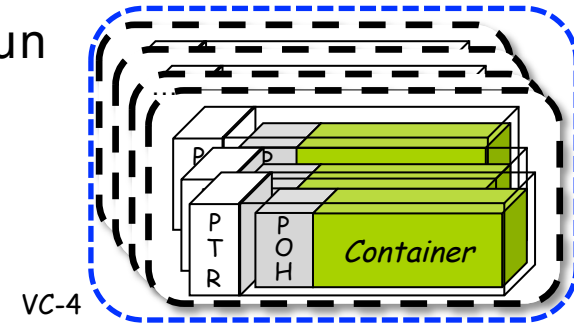
Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) 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)
- (...)



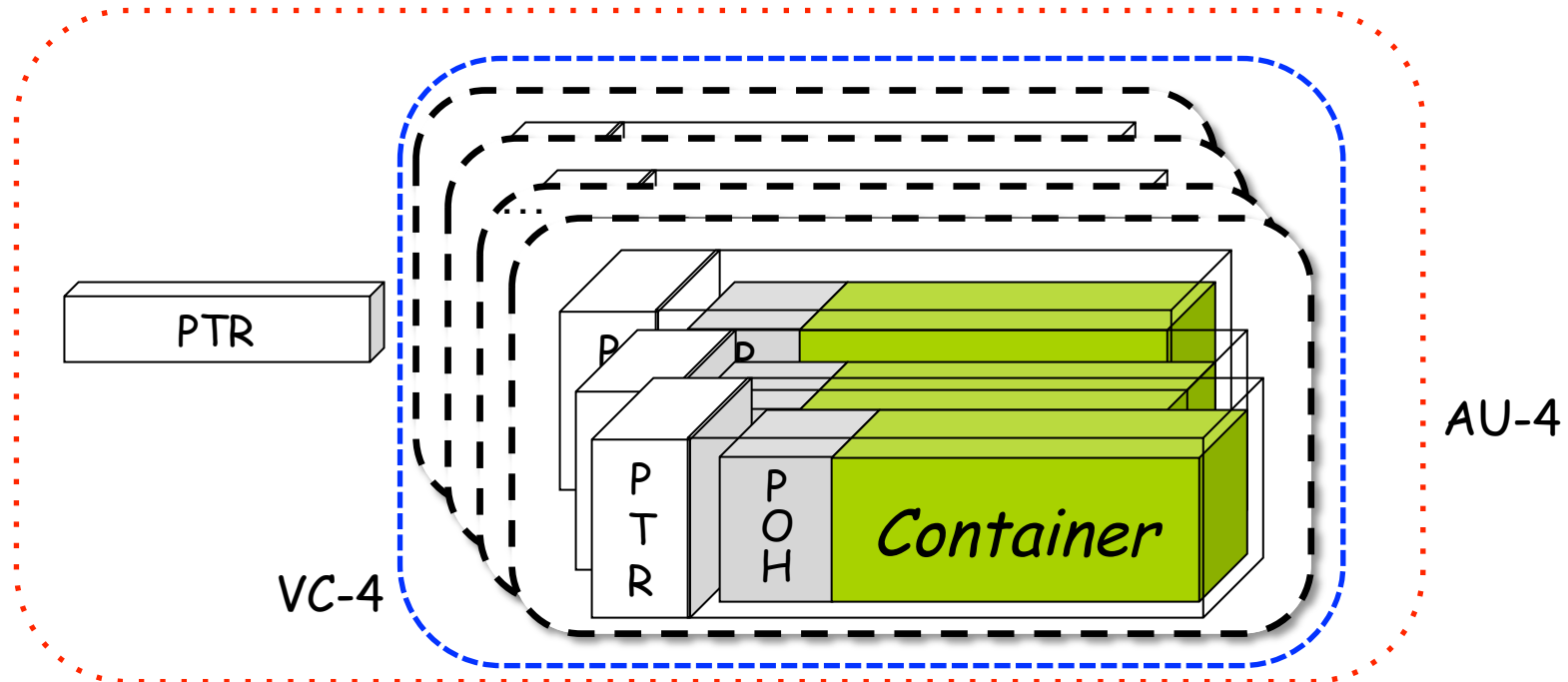
Estructura de multiplexación

- Agrupando TUGs se llega a formar un Contenedor de orden superior (VC-4)



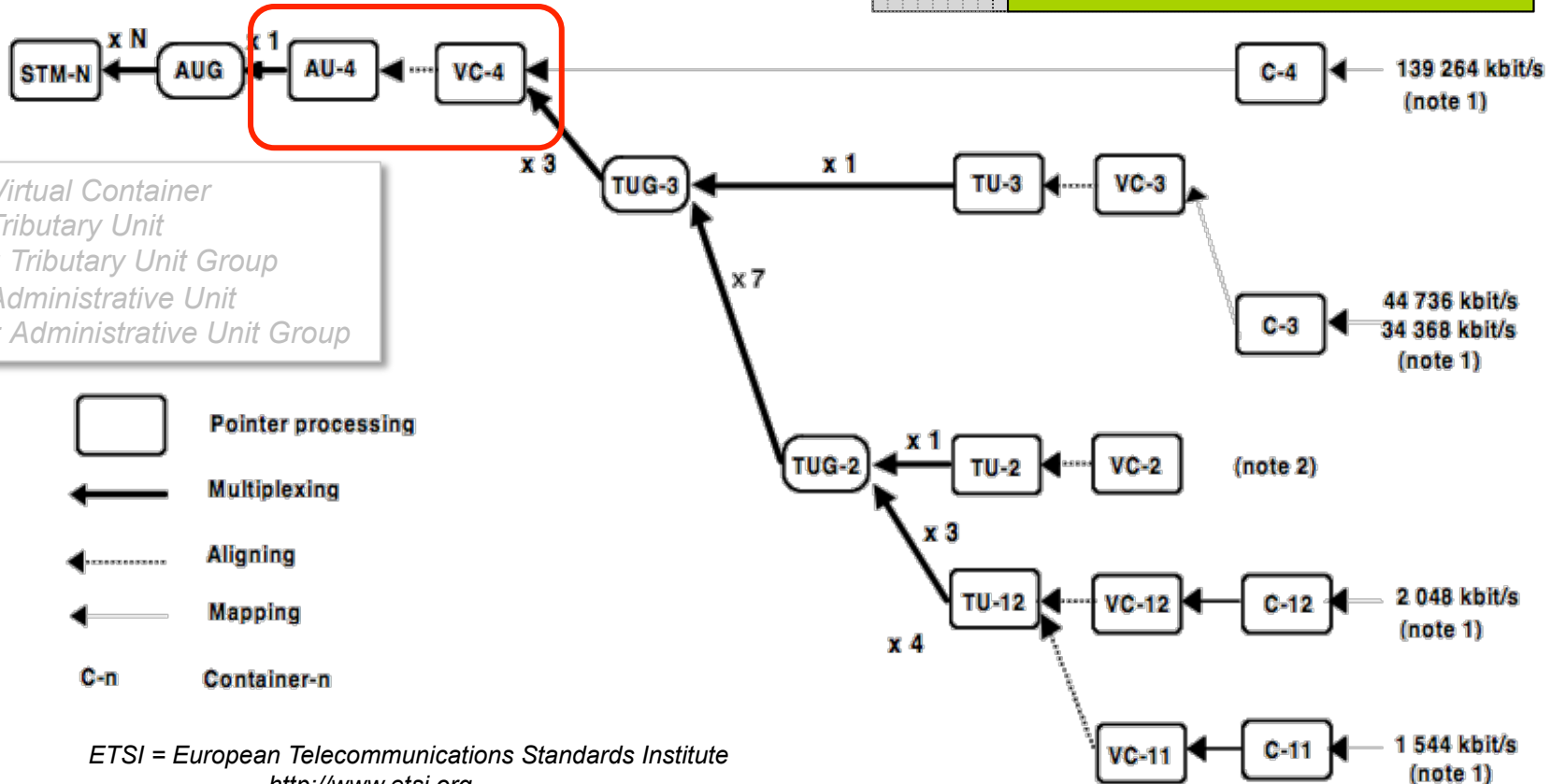
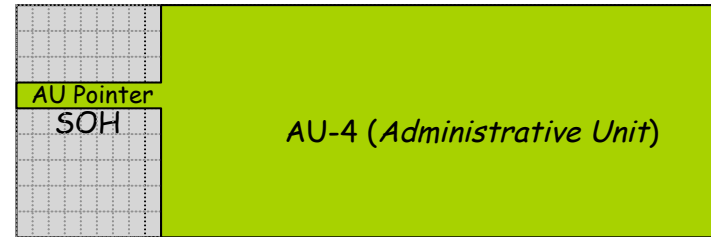
Entramado

- Un VC (*Virtual Container*) 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 *Administrative Unit* (AU-4) (...)

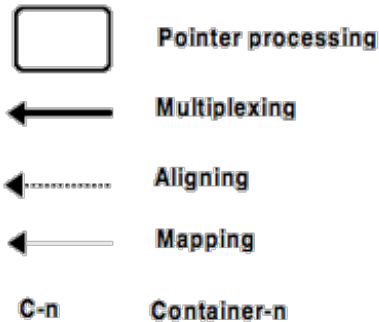


Estructura de multiplexación

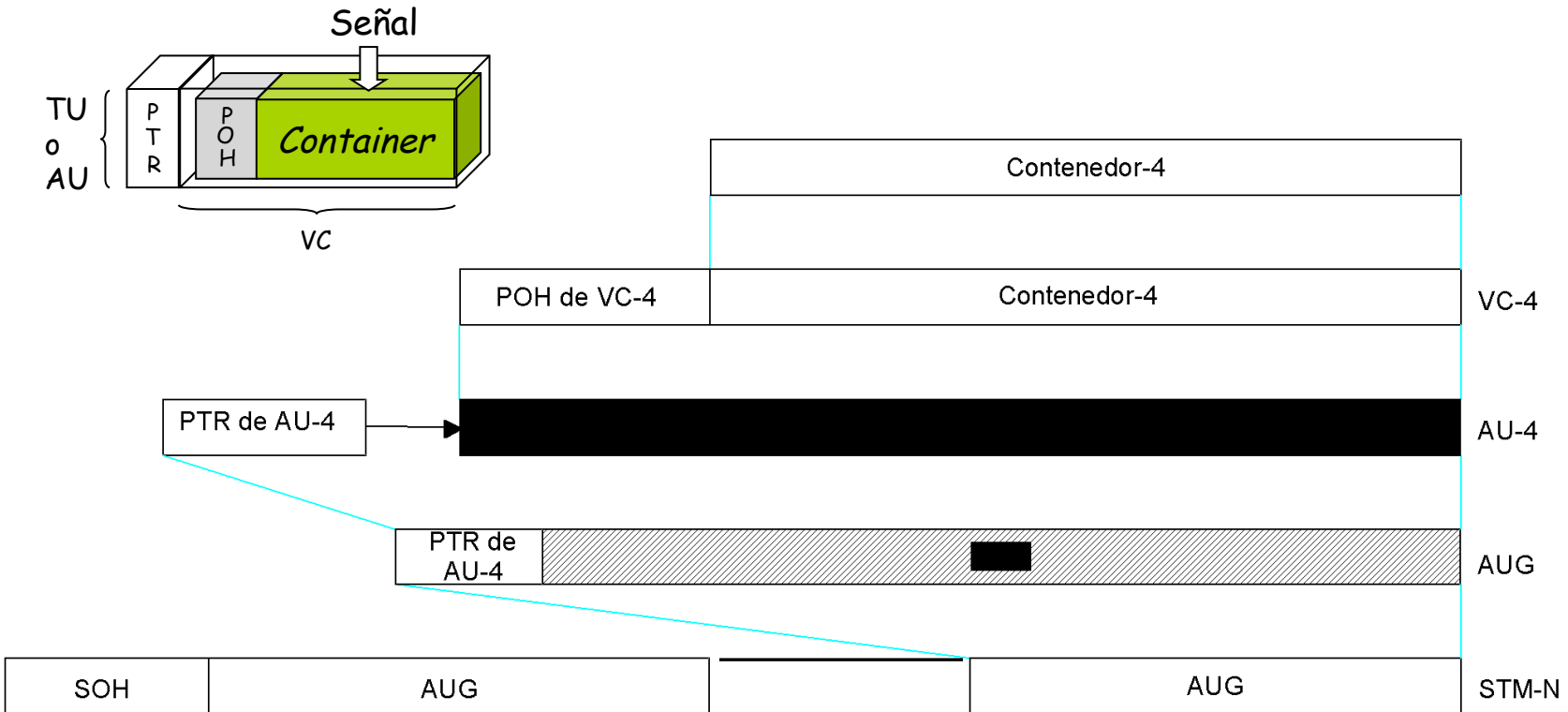
- El VC-4 junto con un puntero forma la *Administrative Unit (AU-4)*



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



Ejemplo



→ Asociación lógica
 — Asociación física

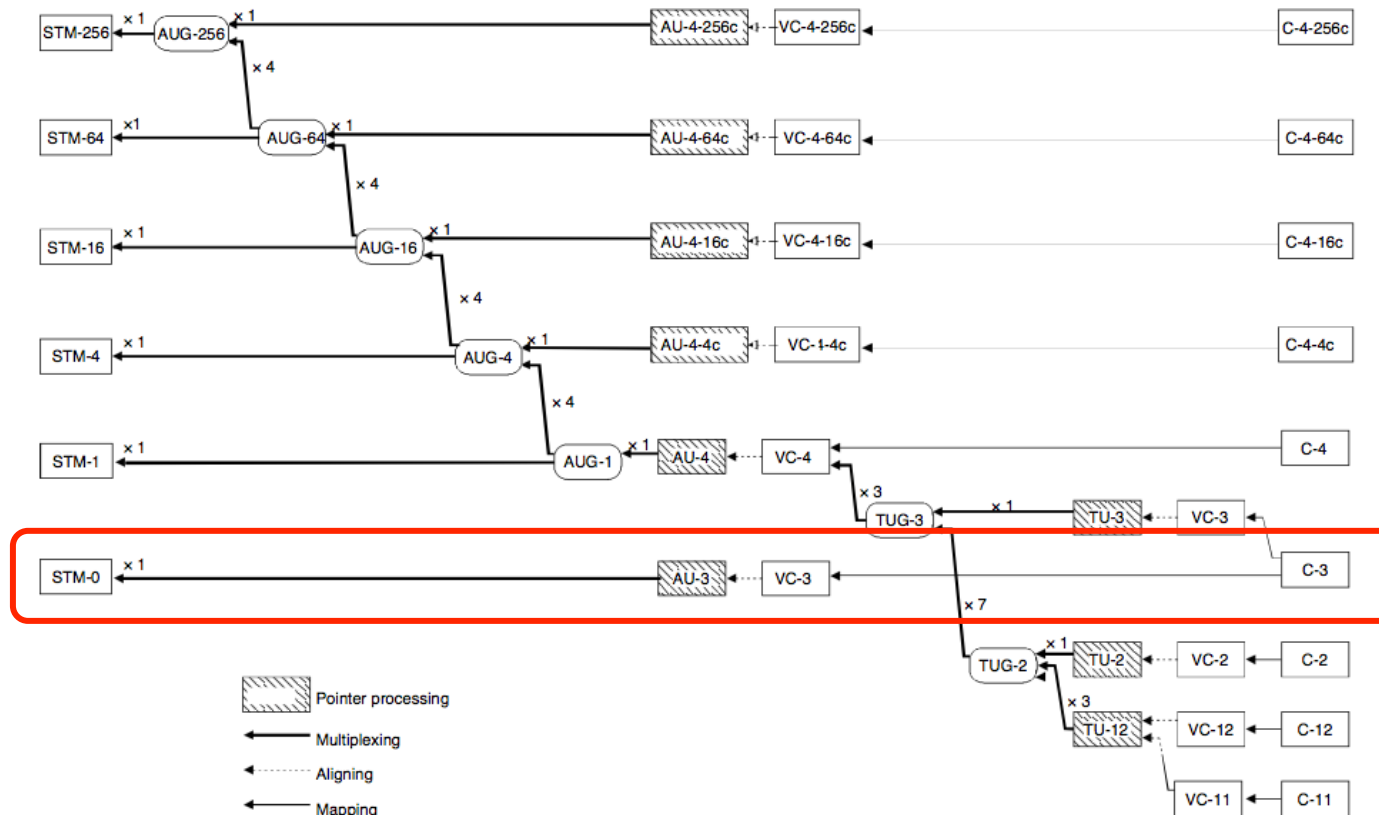
T1517990-95

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.

SDH: Contenido posible de la trama STM-1

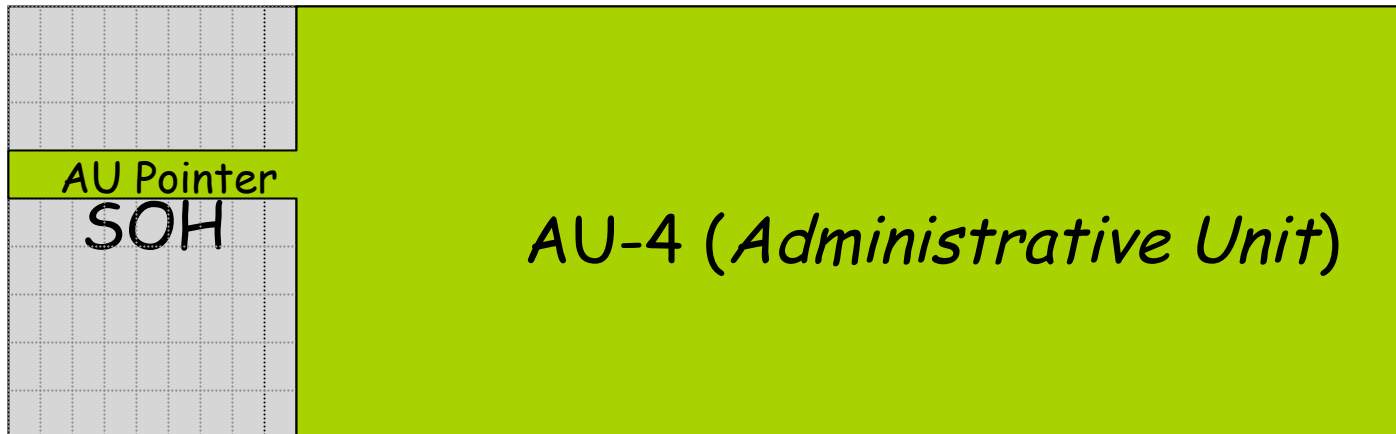
Estructura de la trama STM-1

- 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 (¿Por qué?)



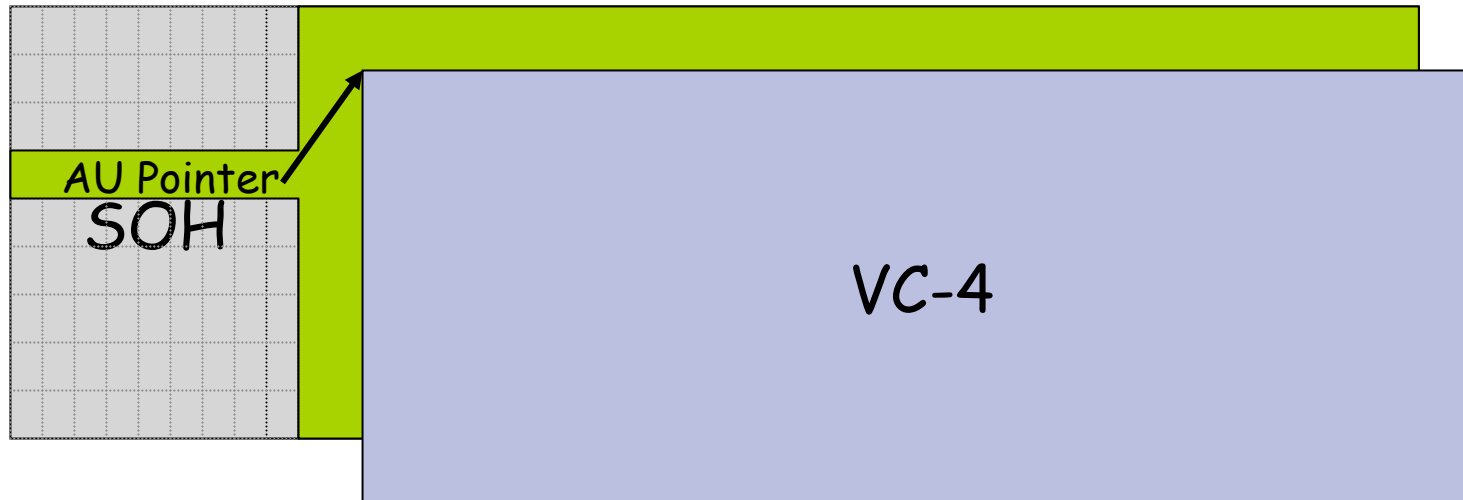
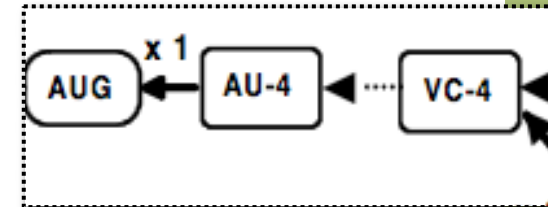
Estructura de la trama STM-1

- 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



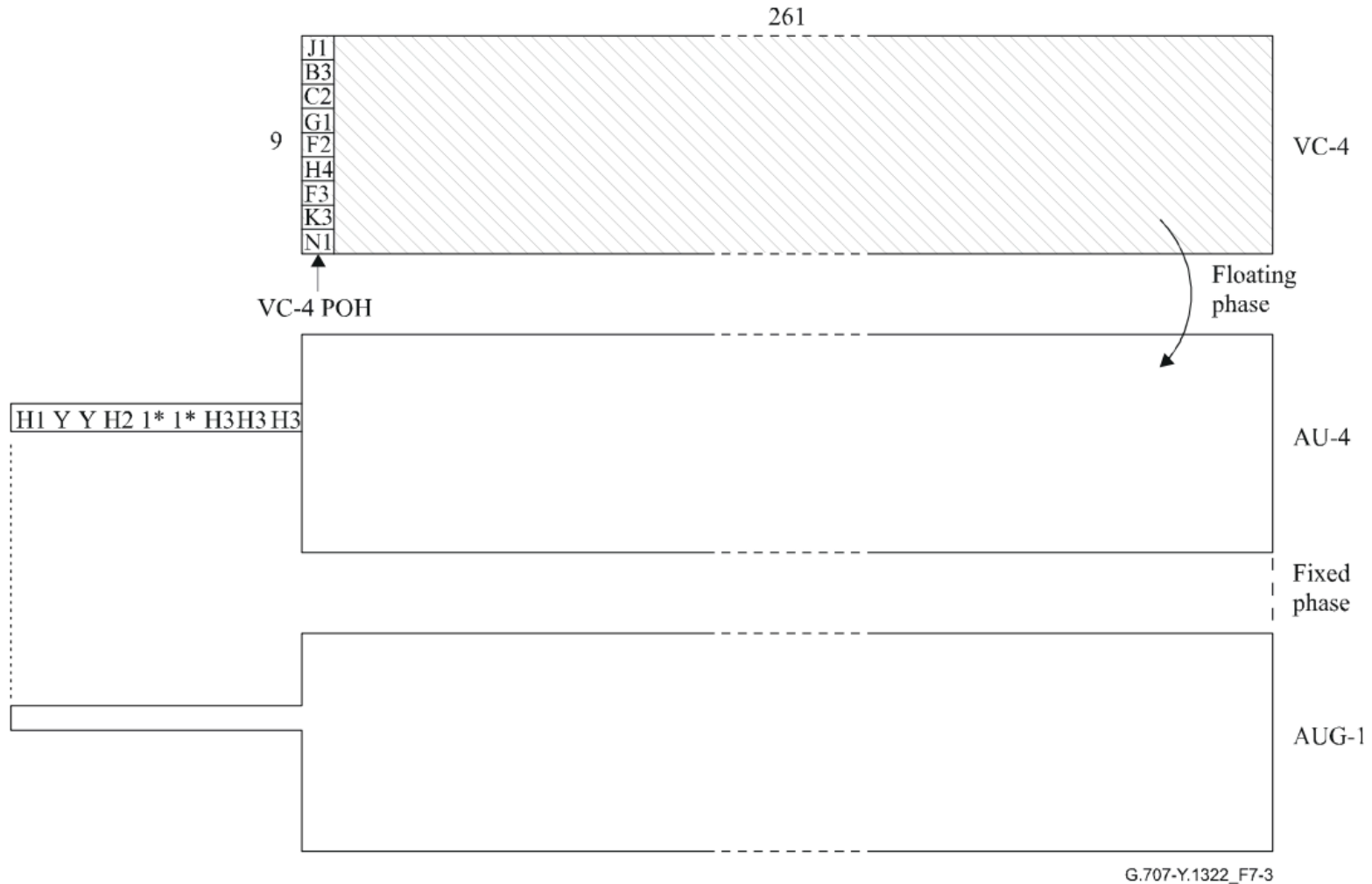
Estructura de la trama STM-1

- 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



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

STM-1 con un AU-4

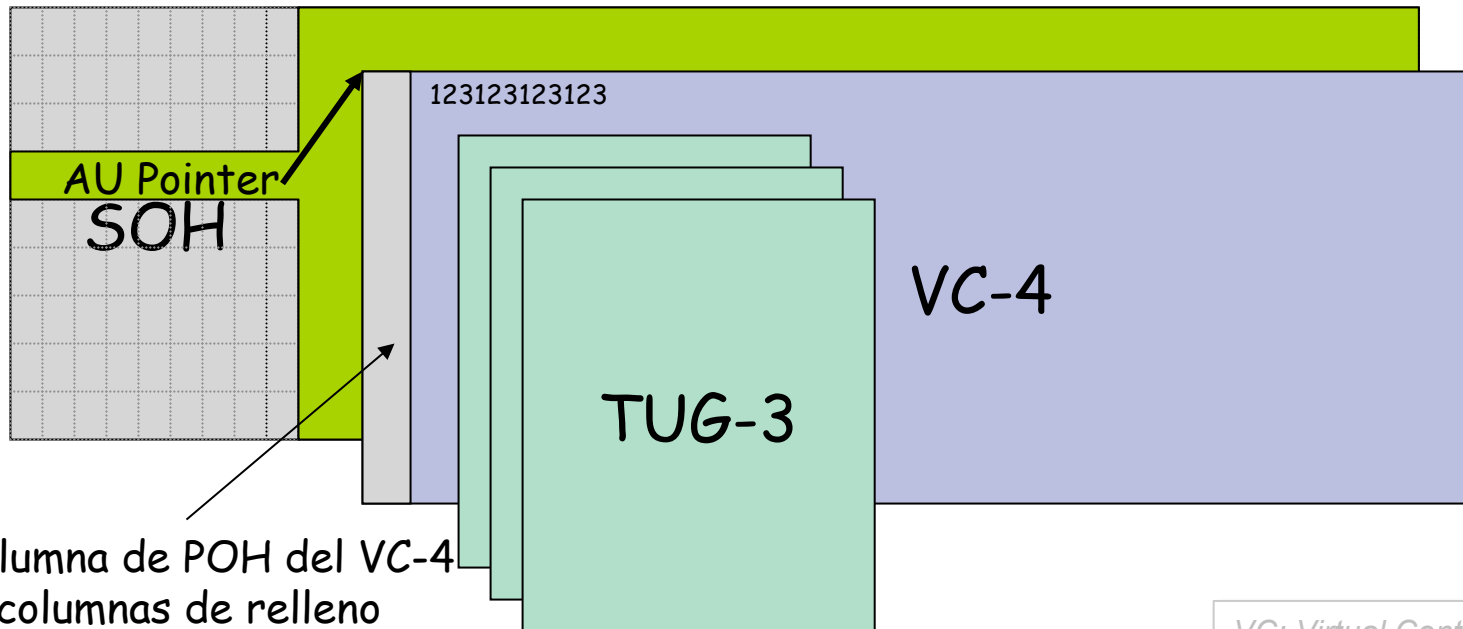
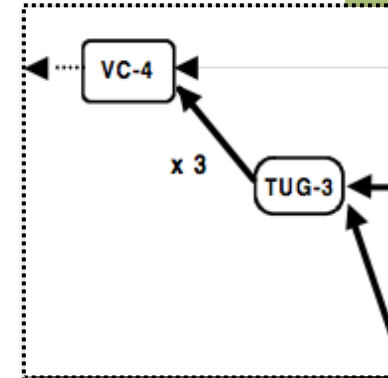


1* All 1s byte
 Y 1001 SS11 (S bits are unspecified)

Figure 7-3 – Multiplexing of AU-4 via AUG-1

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



1 columna de POH del VC-4
 y 2 columnas de relleno

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

TUG-3s en un VC-4

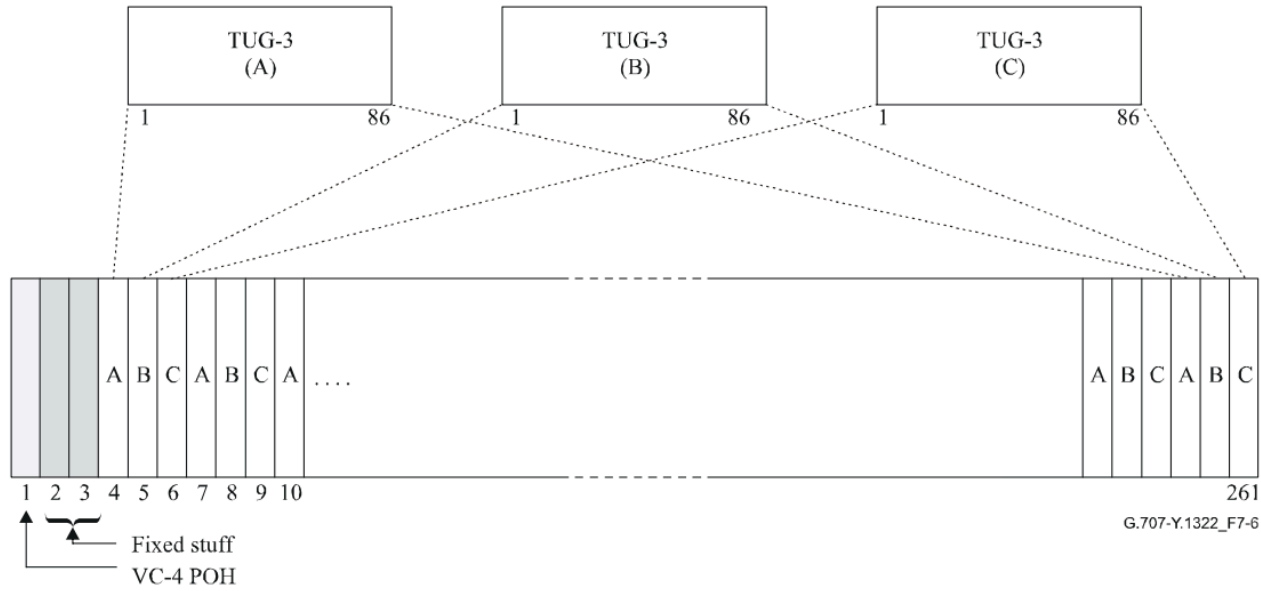
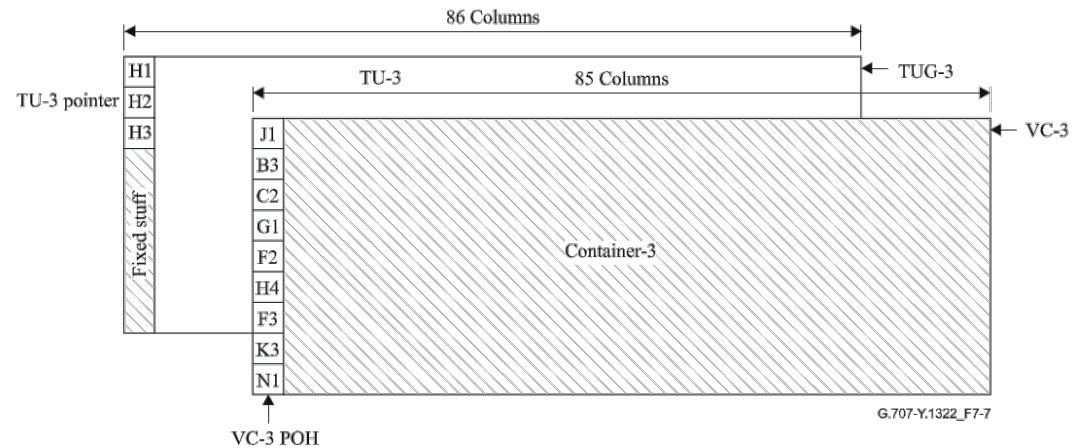


Figure 7-6 – Multiplexing of three TUG-3s into a VC-4

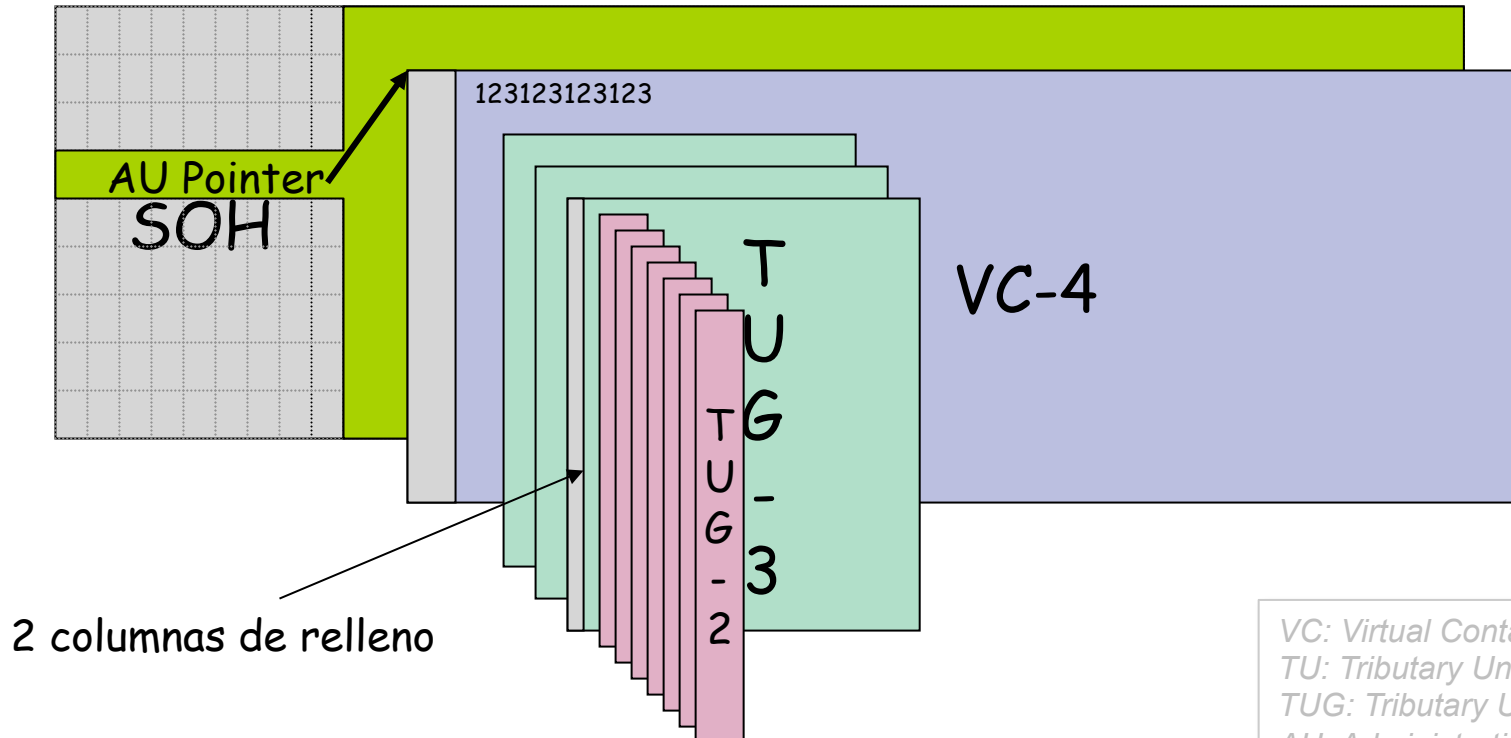
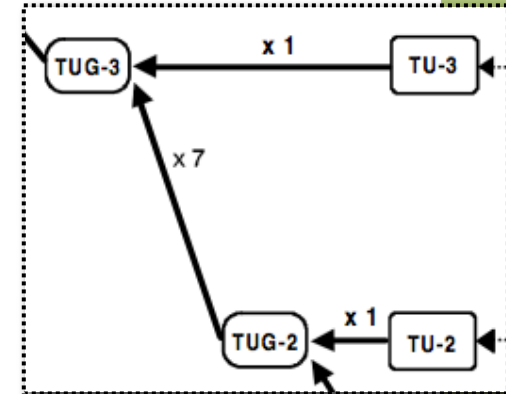


ITU-T Red. G.707/Y.1322 (01/2007)

Figure 7-7 – Multiplexing of a TU-3 via a TUG-3

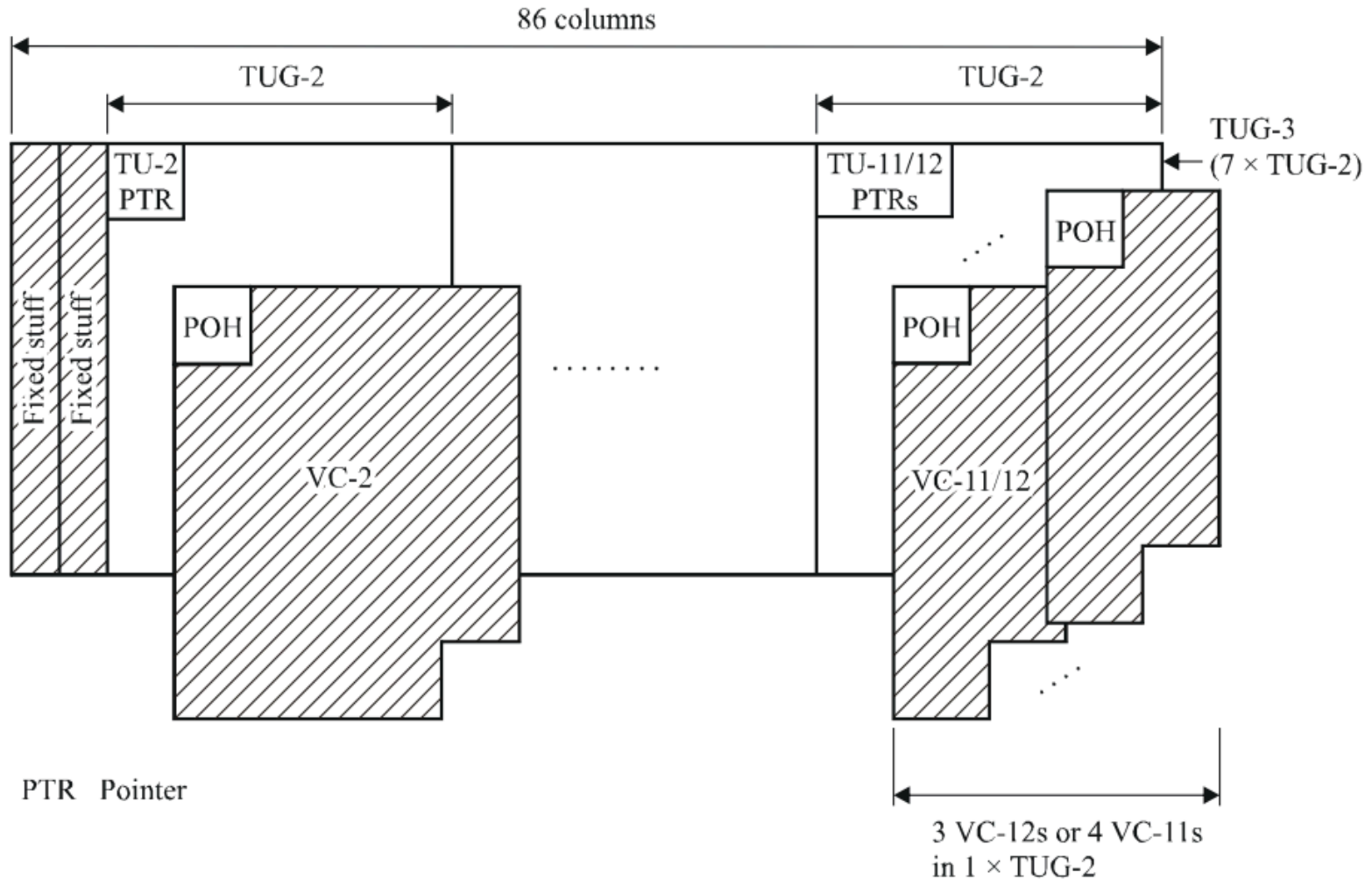
Estructura de la trama STM-1

- 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



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

TUG-2s en un TUG-3



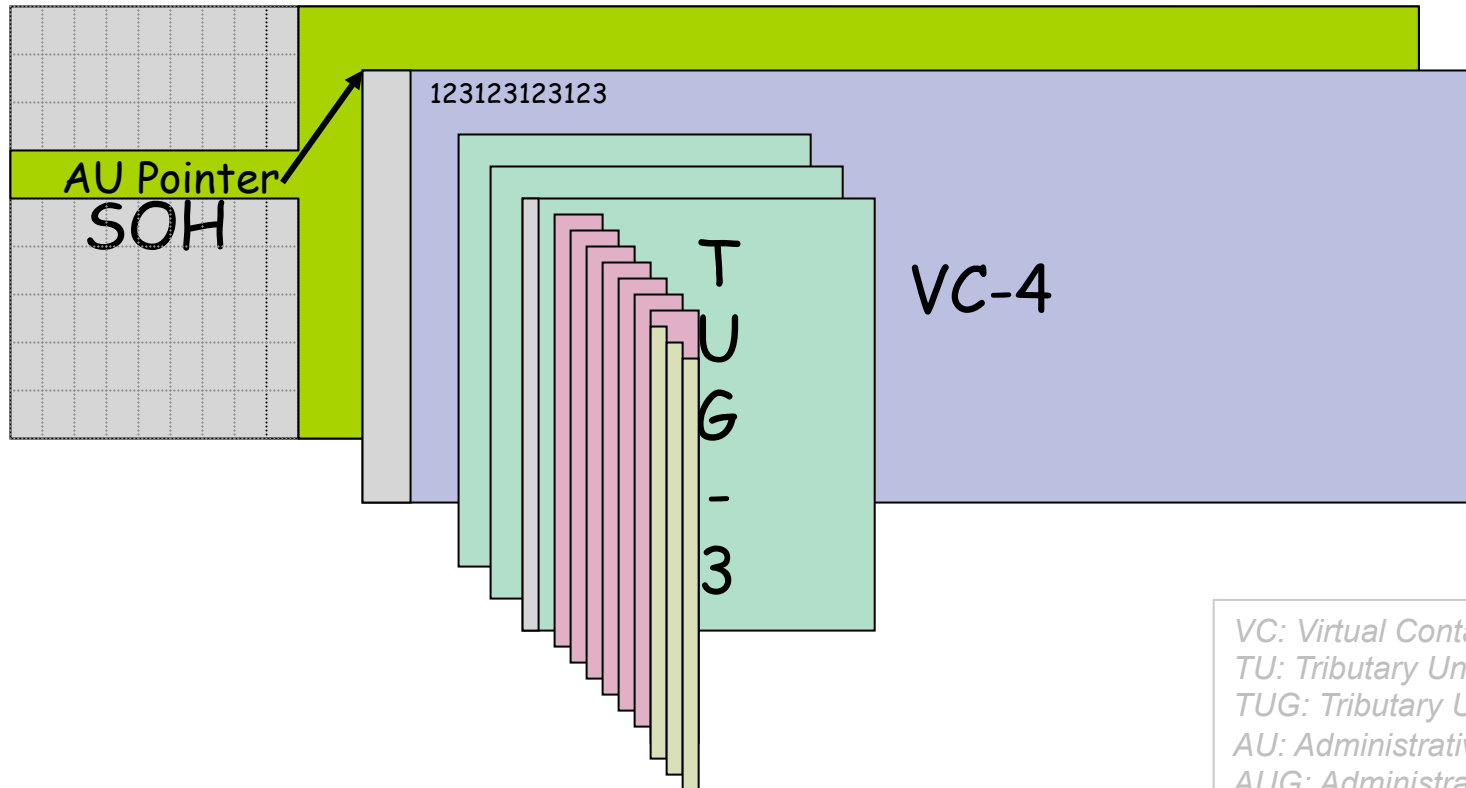
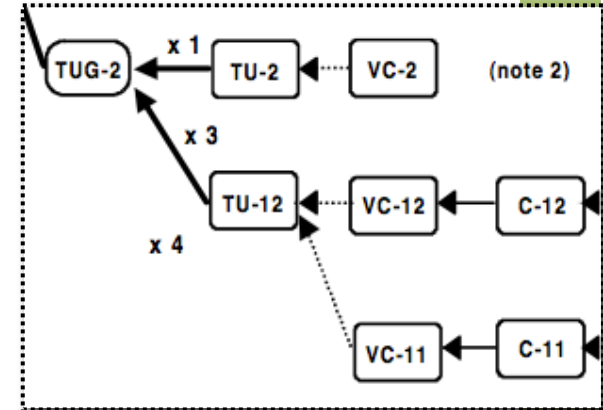
G.707/Y.1322COR.1_F7-8

ITU-T Red. G.707/Y.1322 (01/2007)

Figure 7-8 – Multiplexing of seven TUG-2s via a TUG-3

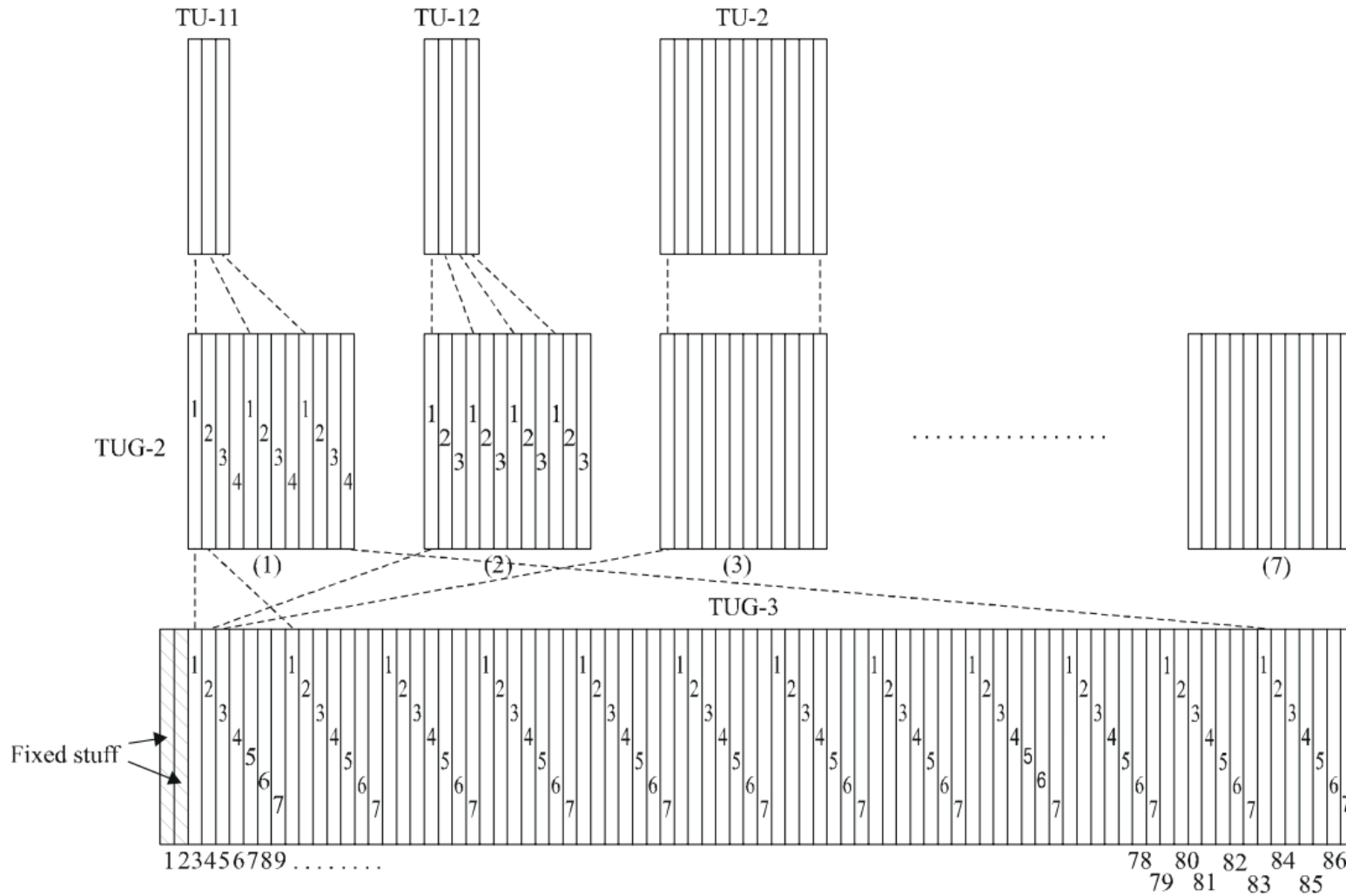
Estructura de la trama STM-1

- 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



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

TU-12 en un TUG-3



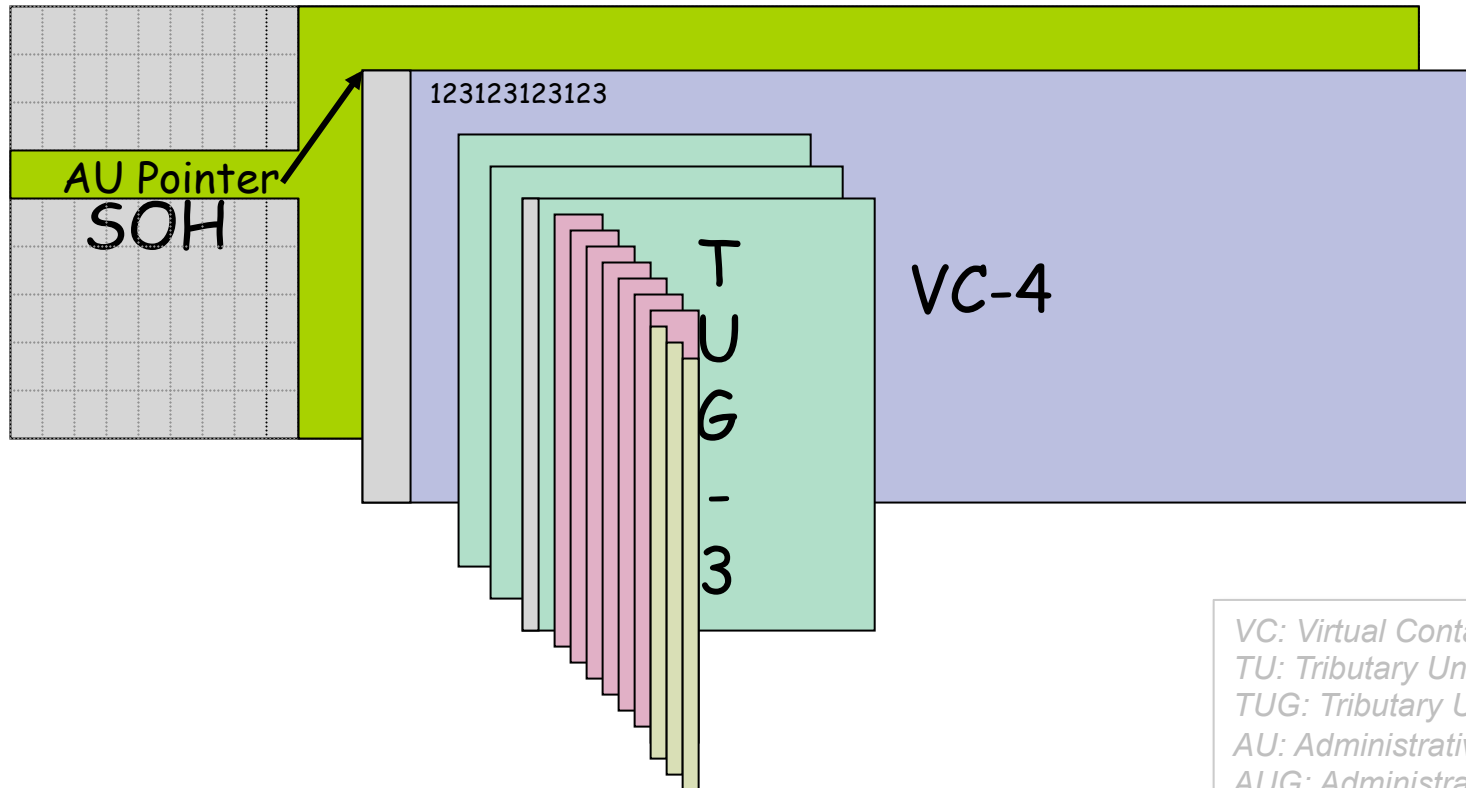
G.707-Y.1322_F7-9

ITU-T Red. G.707/Y.1322 (01/2007)

Figure 7-9 – Multiplexing of seven TUG-2s via a TUG-3

Estructura de la trama STM-1

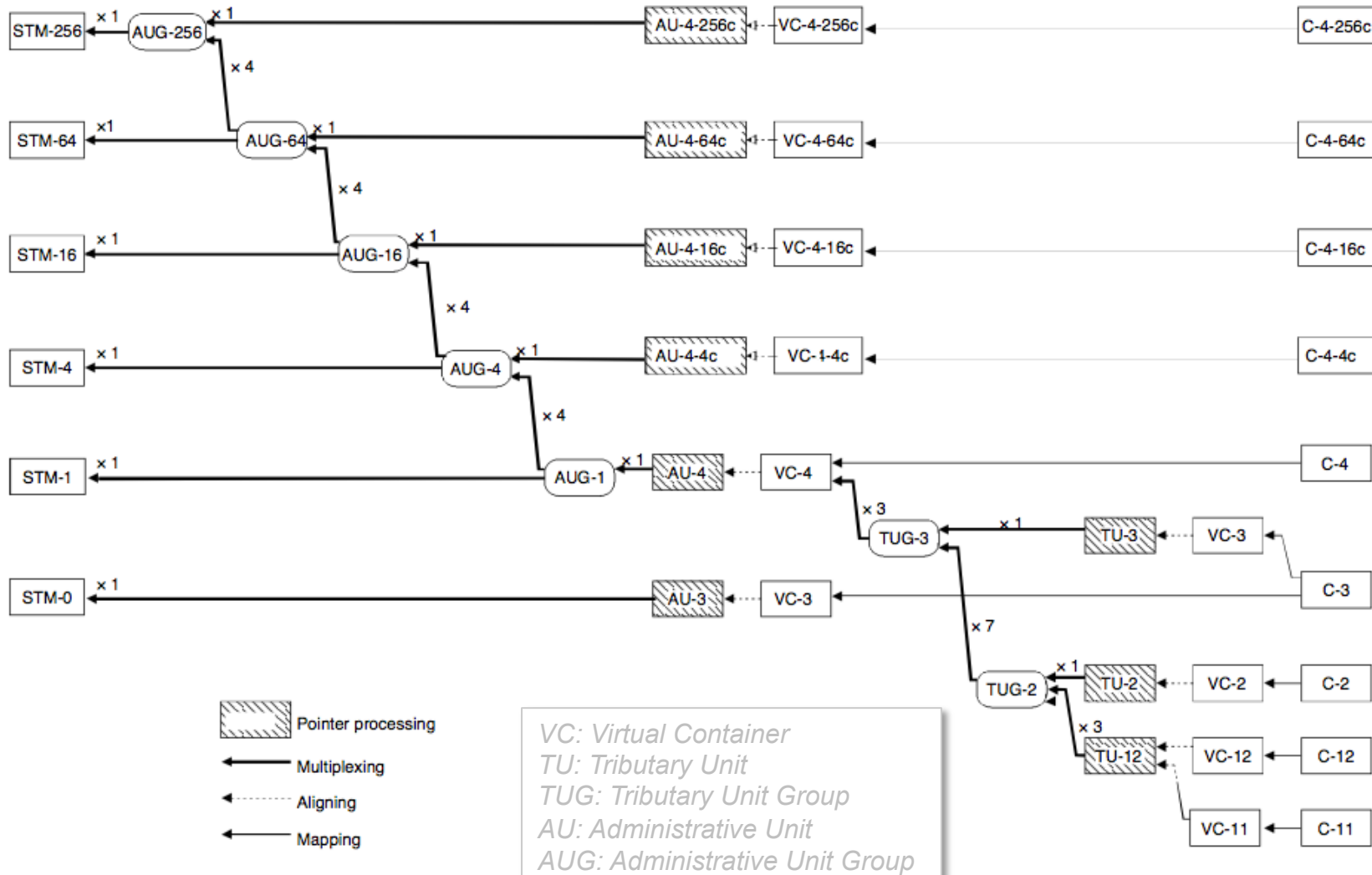
- En 1 STM-1:
 - 1 señal de 140Mbps (E4) ó
 - 3 señales de 34/45 Mbps (E3/T3)
- Cada VC-3 puede sustituirse por 21 señales de 2Mbps (E1)



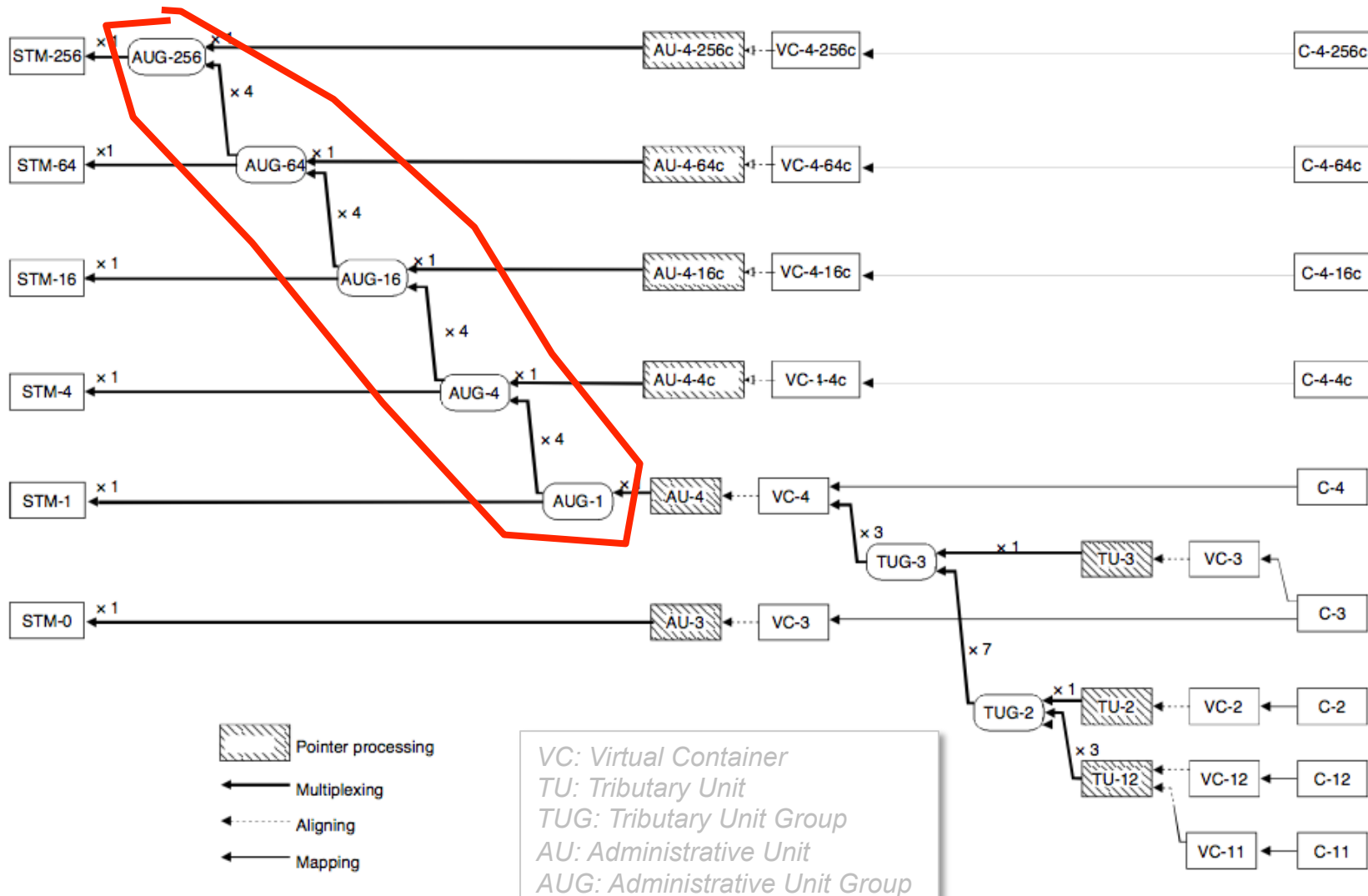
VC: Virtual Container
 TU: Tributary Unit
 TUG: Tributary Unit Group
 AU: Administrative Unit
 AUG: Administrative Unit Group

SDH: Multiplexación a STM-N

Estructura de multiplexación STM-N



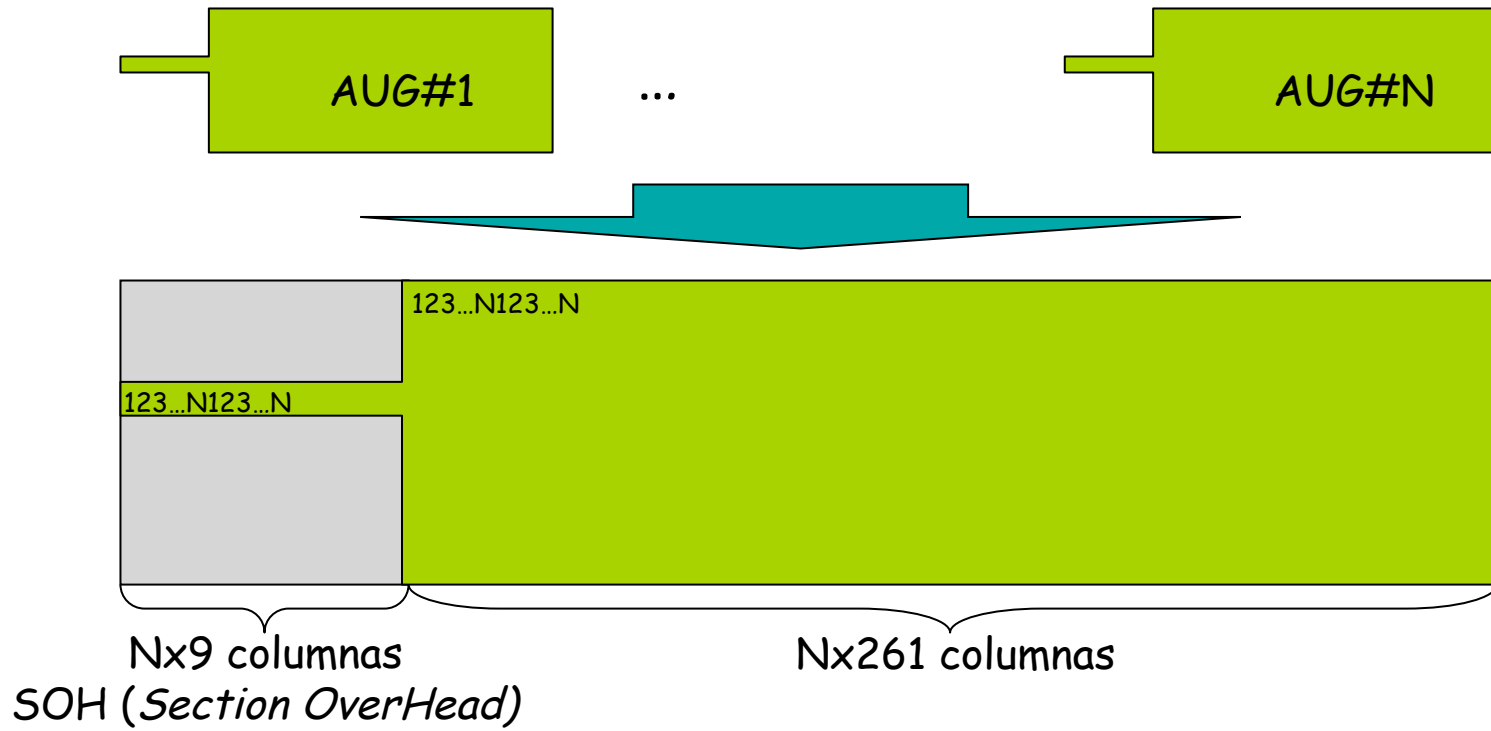
Estructura de multiplexación STM-N



Multiplexación en STM-N

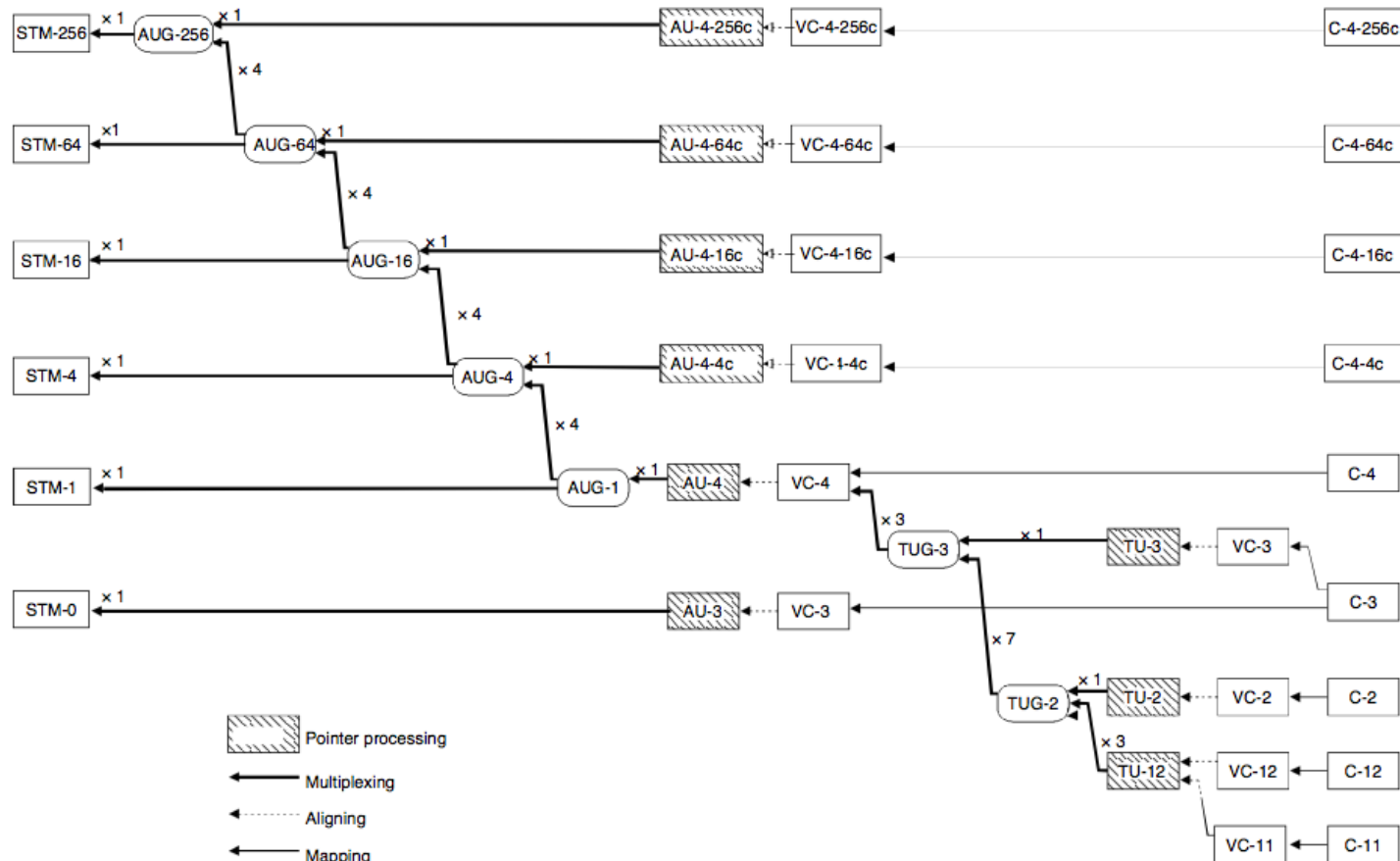
- Un AUG tiene 9 filas x 261 columnas más 9 bytes en la fila 4 (el puntero)
- El STM-N contiene una SOH de Nx9 columnas y un payload de Nx261 columnas
- Los N AUG están entrelazados por bytes
- Se numeran de #1 a #N

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



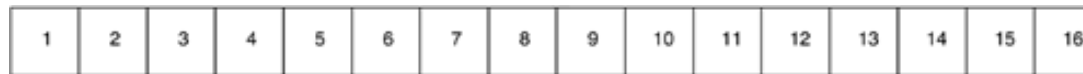
Concatenación (contigua)

- 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

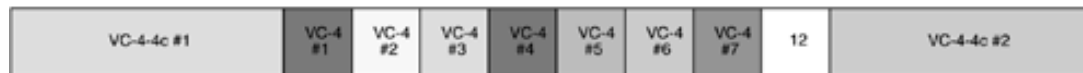


Concatenación (contigua)

- 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



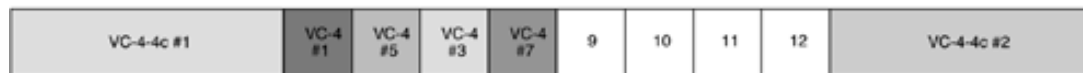
(a) Empty STM-16 (OC-48) signal



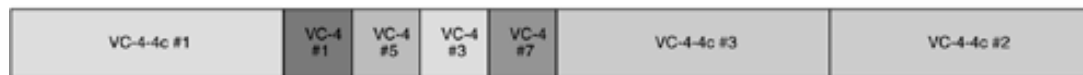
(b) STM-16 (OC-48) signal with two VC-4-4cs (STS-12cs) and seven VC-4s (STS-3cs)



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



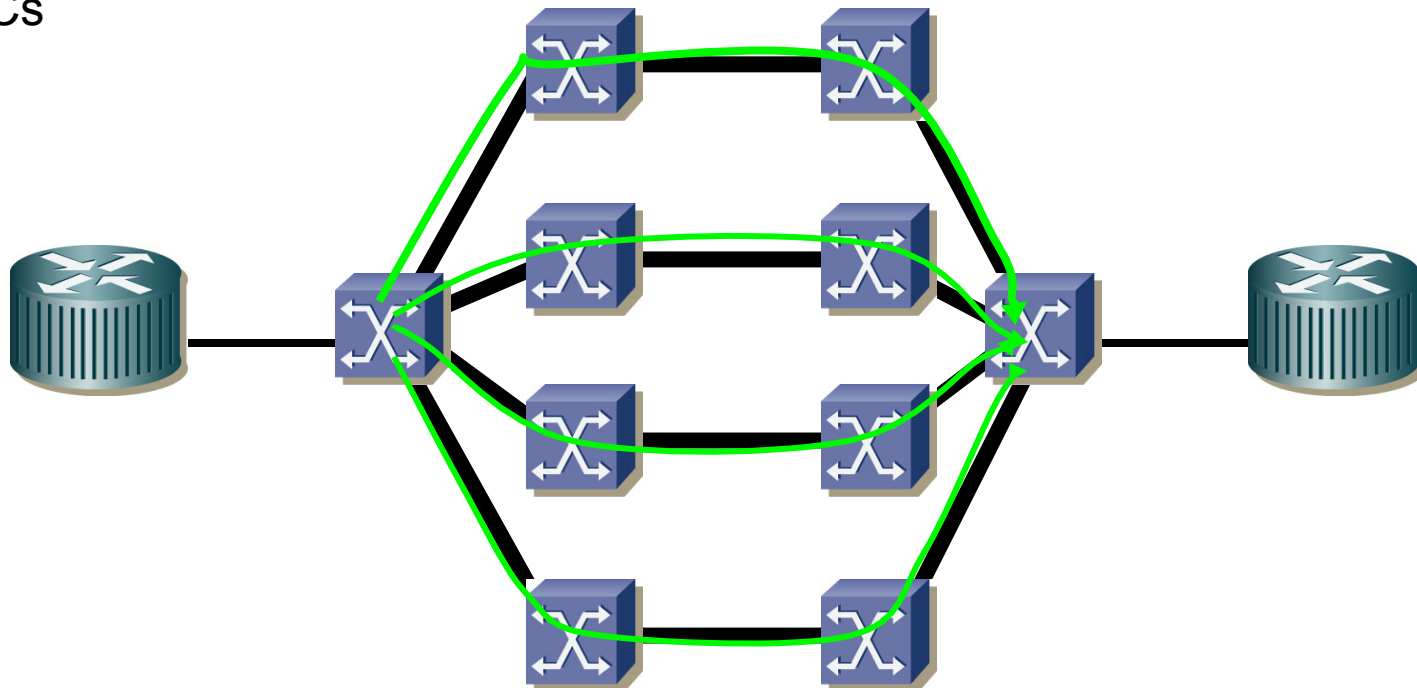
(d) Re-groomed STM-16 (OC-48) signal with two VC-4-4cs (STS-12cs) and four VC-4s (STS-3cs)



(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 ($X=1\dots 64$) aunque podría ser un VC-4-Xv o VC-3-Xv
- Debe soportar al menos diferencias de delay de $125\mu\text{s}$ (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



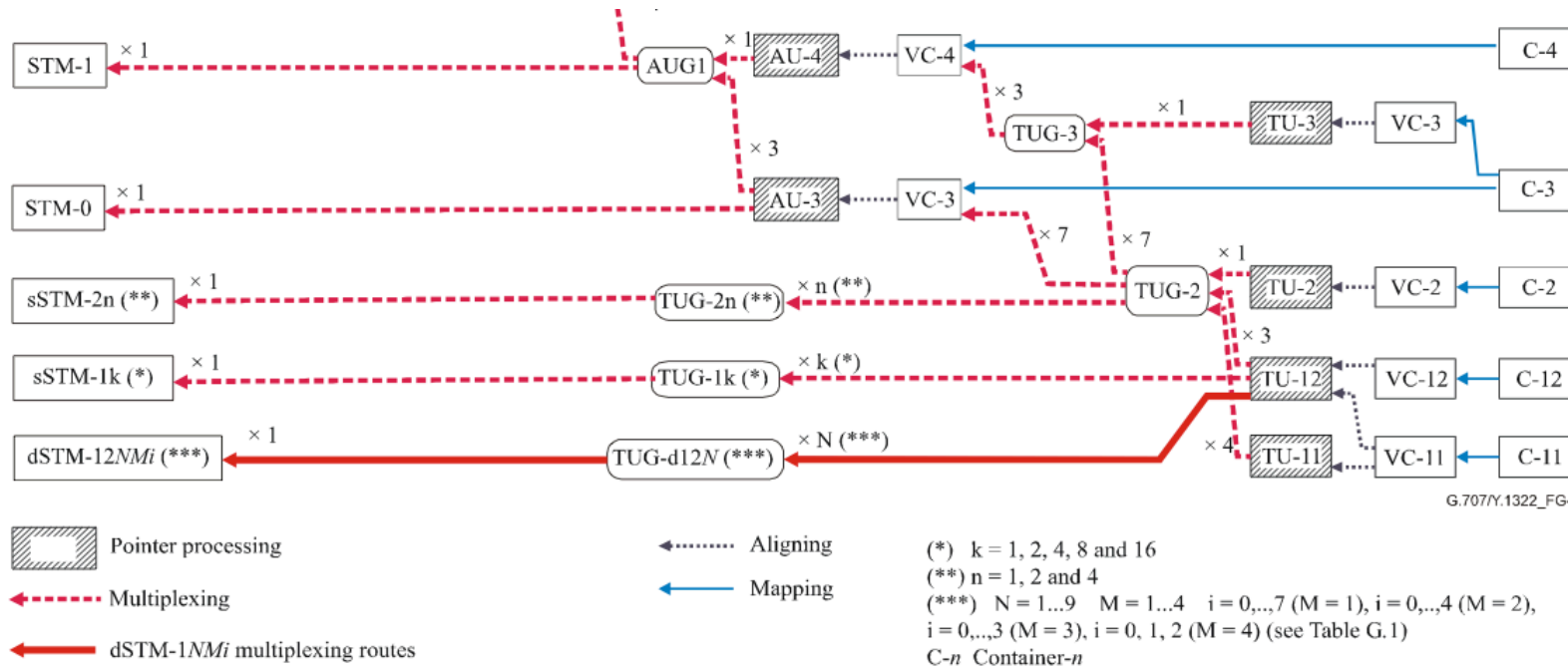
Concatenación virtual

- 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 también podría ser un VC-4-Xv
- 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...

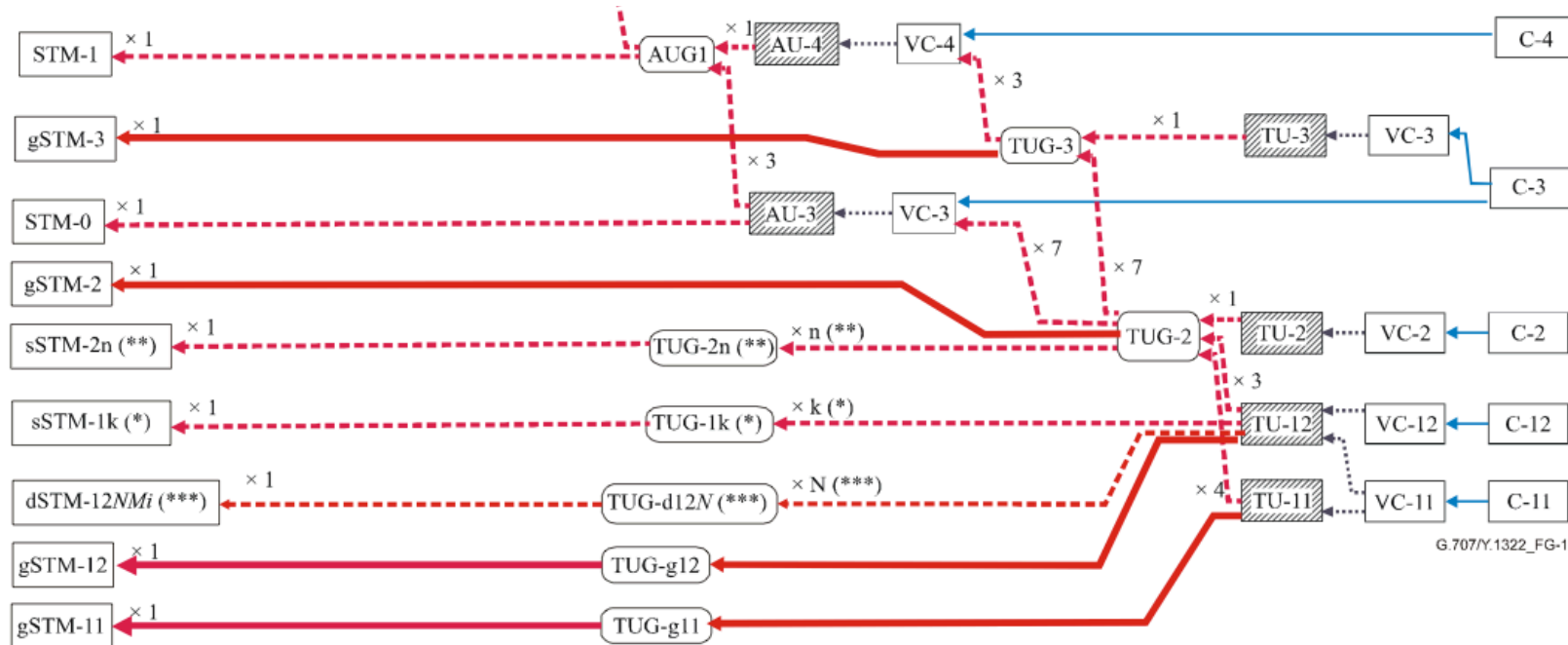
- Para transporte sobre ciertos DSLs (SHDSL)



G.707/Y.1322_FG-1

Y aún hay más...

- Para transporte sobre ciertas PONs (G-PON)



G.707/Y.1322_FG-1



(*) k = 1, 2, 4, 8 and 16
 (**) n = 1, 2 and 4
 (***) N = 1...9 M = 1...4 i = 0...7 (M = 1), i = 0...4 (M = 2),
 i = 0...3 (M = 3), i = 0, 1, 2 (M = 4) (see Table G.1)
 C-n Container-n

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