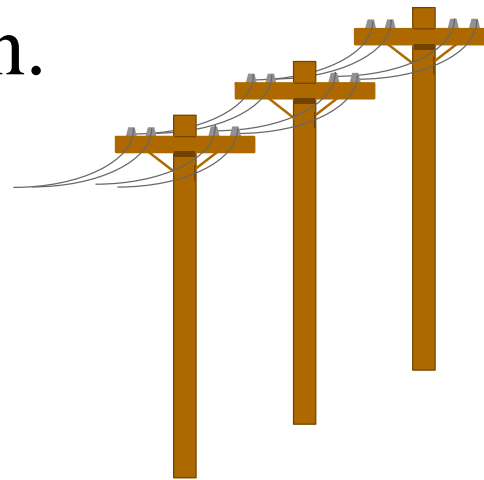


Multiplexaje

- Para transmitir información en las redes de área amplia generalmente se utiliza el multiplexaje de un cierto número de circuitos para optimizar el uso de los medios de transmisión.



Multiplexaje

- El multiplexaje puede realizarse asignando a cada señal transportada
 - una banda de frecuencia
 - una ranura de tiempo

Multiplexaje

- El multiplexaje en frecuencia tiene como unidad de transporte un circuito de 4 KHz, capaz de transportar una comunicación telefónica en modo analógico.

Multiplexaje

- Grupo primario (60-108 KHz)
 - 12 canales telefónicos
- Grupo super (312-552 KHz)
 - 5 grupos primarios (60 canales)
- Grupo maestro (812- 2044 KHz)
 - 5 super grupos (300 canales)
- Grupo super maestro (8516- 12388 KHz)
 - 3 grupos maestros (900 canales)

Multiplexaje

- Para capacidades más elevadas existen diferentes sistemas. Por ejemplo, en cable coaxial:
 - 12 MHz 2700 canales
 - 60 MHz 10800 canales

Multiplexaje

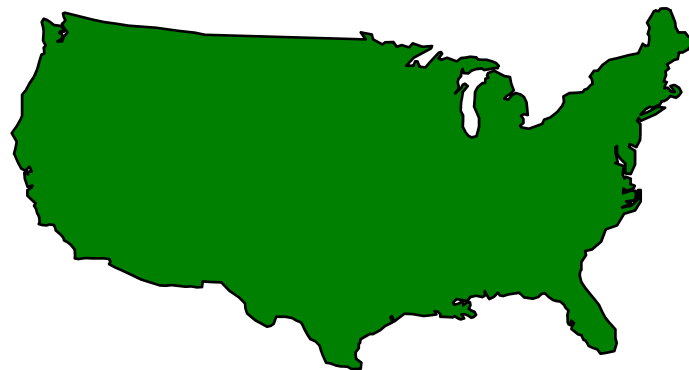
- En el multiplexaje temporal la unidad de transporte es un circuito de 64 Kbps que permite transportar una comunicación telefónica en modo digital (8000 muestras de 8 bits cada segundo, PCM).

Jerarquías digitales

- A partir de esta unidad básica de transporte se definen las jerarquías digitales de señales.

Jerarquías digitales

- En la jerarquía utilizada en Estados Unidos, se multiplexan 24 circuitos básicos para formar el primer nivel de señalización digital: DS-1 a 1.544 Mbps.



Jerarquías digitales

- 4 señales DS-1 se agrupan para formar el segundo nivel: DS-2 a 6.312 Mbps.
- 28 señales DS-1 o 7 señales DS-2 forman el tercer nivel: DS-3 a 44.736 Mbps.
- 6 señales DS-3 forman el cuarto nivel: DS-4 a 274.176 Mbps.

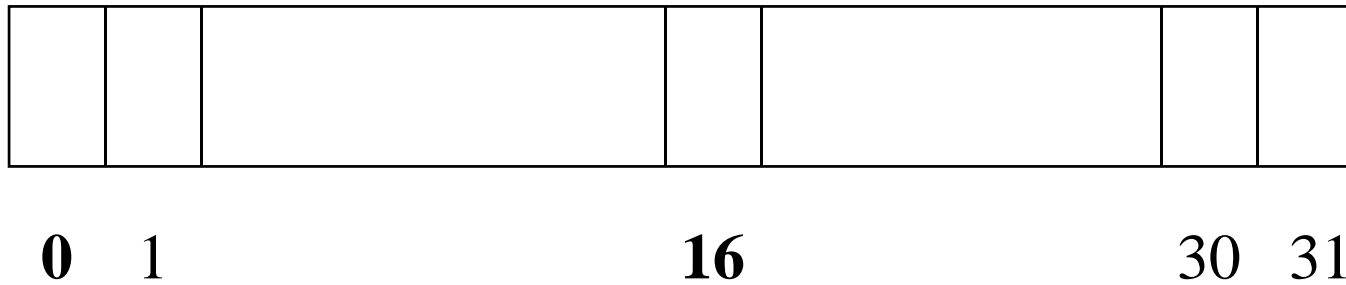
Jerarquías digitales

- Internacionalmente se utiliza otra jerarquía en la que se multiplexan 30 circuitos básicos para formar el primer nivel de multiplexaje: E1 a 2.048 Mbps.



Jerarquías digitales

- La norma G.704 describe el primer nivel de multiplexaje.



Jerarquías digitales

- La ranura 0 contiene la señal de alineación de trama (en tramas alternadas).
- Las ranuras 1 a 15 y 17 a 31 se asignan a canales telefónicos PCM o a señales de datos.
- La ranura 16 puede utilizarse como ranura normal o para transportar señalización.

Jerarquías digitales

- Puede utilizarse una multitrama de 16 tramas, dividida en dos, para proteger la alineación y/o para monitorear la calidad del enlace.
- El primer bit de la señal de alineación de trama se utiliza para transportar un CRC de 4 bits que corresponde a la última submultitrama.
- El primer bit de las otras tramas se utiliza para transportar la señal de alineación multitrama.

Jerarquías digitales

- La señalización en la ranura 16 puede ser
 - por canal común (64 Kbps)
 - asociada al canal: utilizando una estructura multitrama independiente en la que se asignan 4 bits a cada canal cada 16 tramas (2 Kbps); un patrón especial en la ranura 16 indica el inicio de la multitrama de señalización.

Jerarquías digitales

- 4 circuitos E1 se agrupan para formar el segundo nivel: E2 a 8.448 Mbps.
- 16 circuitos E1 o 4 circuitos E2 forman el tercer nivel: E3 a 34.368 Mbps .
- 4 circuitos E3 forman el cuarto nivel: E4 a 139.264 Mbps.

Jerarquías digitales

- En Japón se utiliza una tercera jerarquía, que difiere de la de Estados Unidos a partir del tercer nivel.
- Las diferencias de estructura de las jerarquías en el mundo complica la interconexión de redes.

JERARQUIAS DIGITALES

Expositor: Ing. Hugo Choque A

Jerarquías plesiocronas

- El primer nivel de multiplexaje opera multiplexando bytes de cada uno de los circuitos básicos de 64 Kbps.
- En los niveles superiores el multiplexaje opera a nivel de bits, las señales tributarias representan un flujo continuo de bits.

Jerarquías plesiocronas

- Las señales tributarias tienen la misma frecuencia nominal pero varían dentro de una tolerancia determinada.
- Se dice entonces que las señales son plesiocronas.

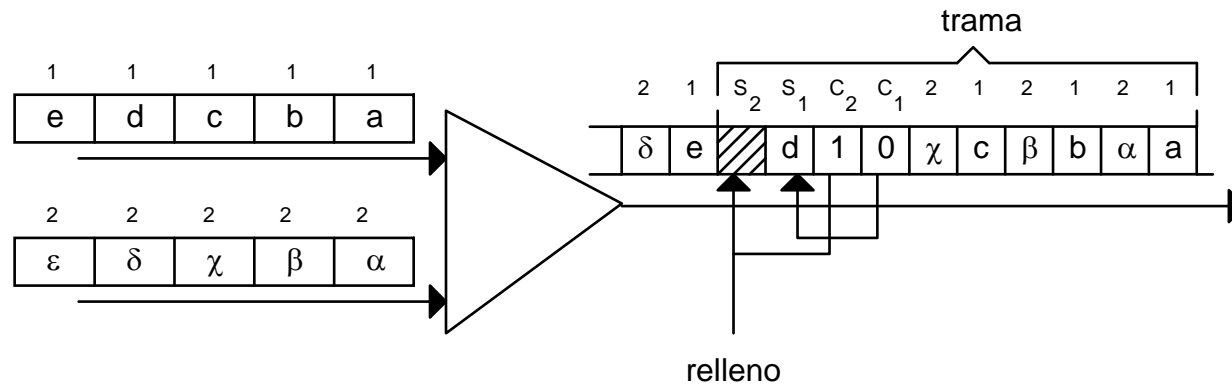
Jerarquías plesiocronas

- La técnica de agrupamiento utilizada en los niveles superiores recibe el nombre de multiplexaje asíncrono.
- El término asíncrono se refiere al multiplexaje de señales plesiocronas en una señal de nivel superior utilizando inserción de pulsos o justificación.

Jerarquías plesiocronas

- La justificación requiere que la velocidad del canal de salida sea capaz de transportar toda la información de entrada de tributarias “rápidas”, más bits de relleno que son insertados para acomodar variaciones en las velocidades de las señales tributarias.

Jerarquías plesiocronas



Jerarquías plesiocronas

- La velocidad de las señales de nivel superior es por lo tanto ligeramente mayor a la suma de las velocidades de las señales multiplexadas.

Jerarquías plesiocronas

- Para acceder a las señales de baja velocidad de transmisión en un nivel dado es necesario demultiplexar las señales en todos los niveles intermedios, ya que en los niveles superiores se pierde la estructura de los niveles inferiores.

Jerarquías plesiocronas

- Dado que los ciclos de las tramas de cada nivel son independientes entre sí, es decir, no están sincronizados, se dice que la jerarquía digital es plesiocrona.

Jerarquía síncrona

- Dada
 - la ausencia de una norma de multiplexaje mundialmente aceptada
 - la falta de flexibilidad de acceso directo a las señales de baja velocidad de transmisión en el multiplexaje asíncrono
 - la necesidad de establecer estándares de multiplexaje a altas velocidades de transmisión

Jerarquía síncrona

- Bellcore propone una nueva jerarquía digital para las redes de telecomunicaciones de fibra óptica.
- Esta propuesta inició su proceso de normalización en Estados Unidos en febrero de 1985 bajo el nombre de SONET (Red Síncrona Óptica).

Jerarquía síncrona

- SONET es una norma ANSI que define una jerarquía digital de altas velocidades de transmisión y los formatos de multiplexaje síncrono correspondientes para uso en sistemas de transmisión en fibra óptica.

Jerarquía síncrona

- Tres conceptos clave se incluyen en la denominación de SONET:
 - Utiliza un multiplexaje síncrono
 - Utiliza fibra óptica
 - Es una red de transporte

Jerarquía síncrona

- SONET está basada en una arquitectura en capas, correspondientes a la capa física del modelo de referencia OSI:
 - Trayectoria
 - Línea
 - Sección
 - Fotónica

Jerarquía síncrona

- Fotónica
 - Es responsable del transporte de bits a través del medio físico, se encarga de convertir las señales eléctricas en señales ópticas
 - Especifica el tipo de fibra óptica y las características de los transmisores y receptores

Jerarquía síncrona

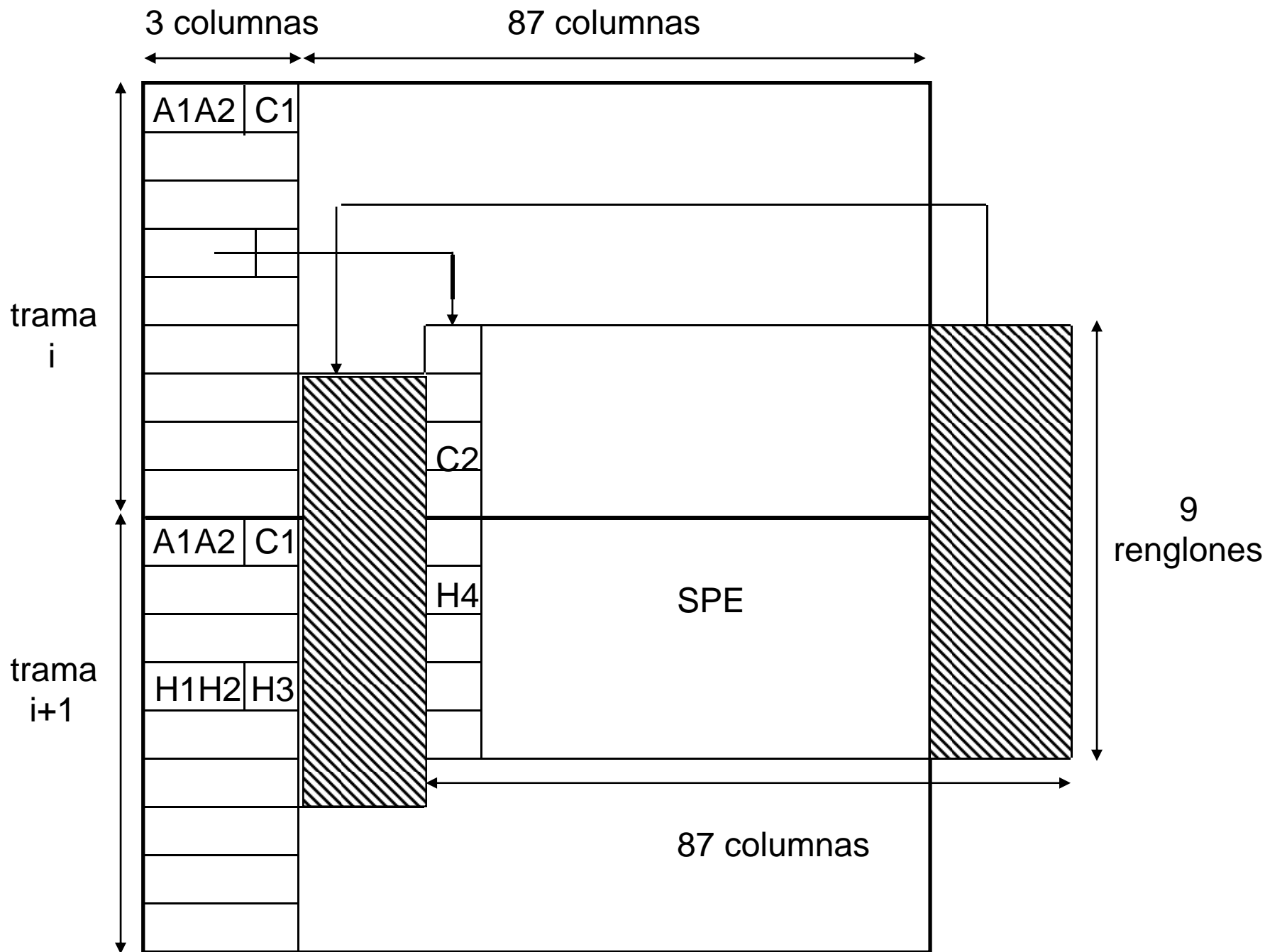
- Sección
 - Se encarga de la construcción de las tramas SONET y de su transporte a través de un sólo enlace de fibra óptica
 - Una línea es una secuencia de una o más secciones (unidas por regeneradores) a través de la cual se conserva la estructura de la señal transportada en las tramas

Jerarquía síncrona

- Línea
 - Tiene como función transportar la información de la capa superior entre multiplexores ADM (Add-Drop Multiplexers)
 - Realiza las funciones de multiplexaje y demultiplexaje de datos

Jerarquía síncrona

- Trayectoria
 - Ofrece servicios de transporte entre equipos terminales
 - Su propósito principal es mapear los servicios requeridos (por ejemplo, E3) en el formato utilizado por la capa de línea



Jerarquía síncrona

- ITU-T define una norma internacional similar a SONET conocida como SDH (Synchronous Digital Hierarchy, G.707).

SDH

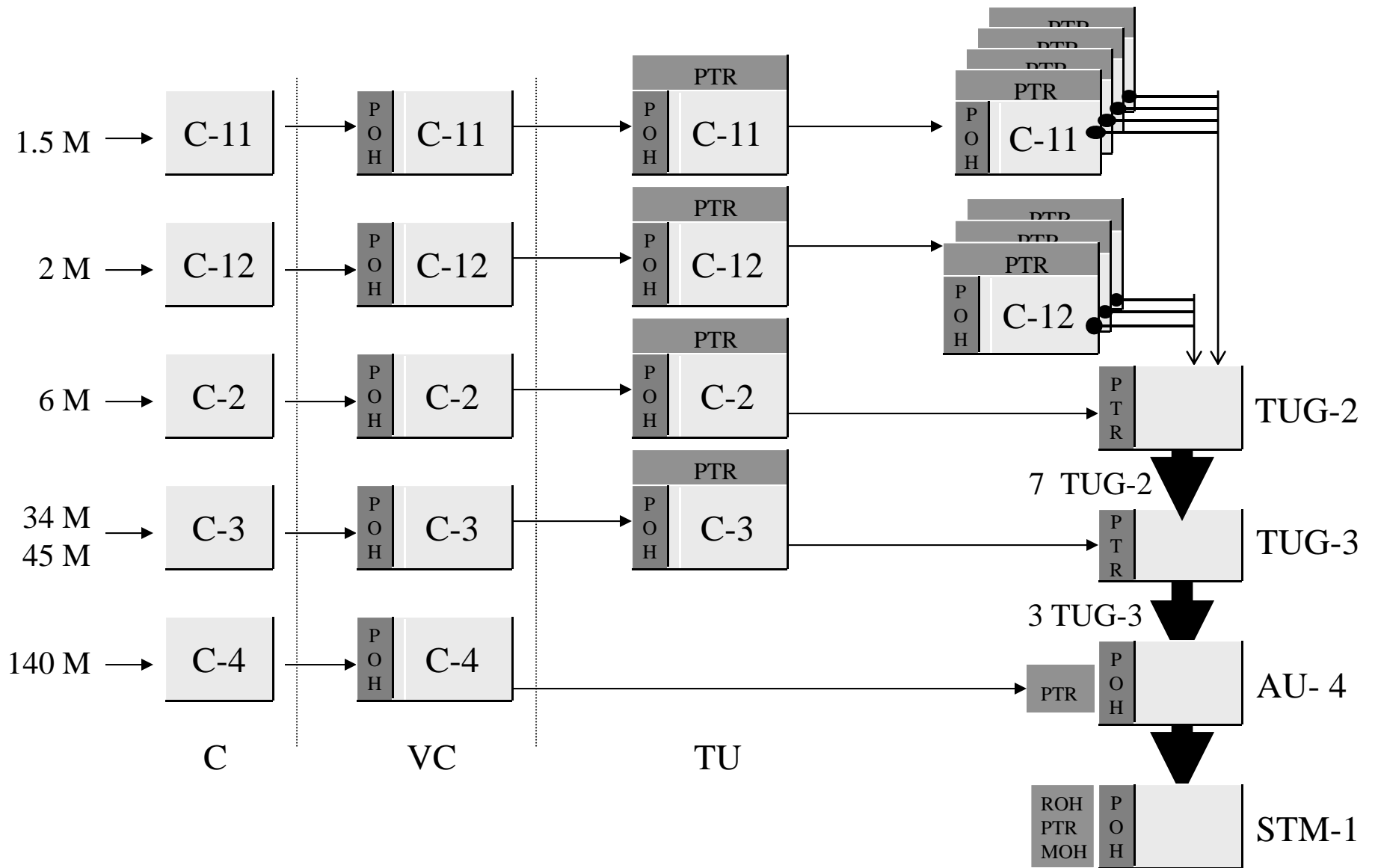
- Una trama STM-1 puede verse como un arreglo de 9 renglones por 270 columnas que se transmite cada $125 \mu\text{s}$
- El nivel básico de transporte de SDH se sitúa entonces en 155.52 Mbps

Jerarquía síncrona

SONET	SDH	Velocidad (Mbps)
STS-1	-	51.84
STS-3	STM-1	155.52
STS-9	STM-3	466.56
STS-12	STM-4	622.08
STS-18	STM-6	933.12
STS-24	STM-8	1244.16
STS-36	STM-12	1866.24
STS-48	STM-16	2488.32
STS-192	STM-48	9953.28

SDH

- Una trama STM-1 permite transportar contenedores de información de diferentes niveles:
 - 1 C-4 E4
 - 3 C-3 E3 ó T3
 - 63 C-12 E1
 - 84 C-11 T1



SDH

- Una trama STM-N se construye mediante el multiplexaje a nivel de bytes de N señales STM-1 tributarias que están mutuamente sincronizadas y alineadas