

SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

SDH

FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS

**NEC International Training Ltd.
Tokyo - Japan**

CONTENIDO

1. GENERAL.....	3
2. RECOMENDACIONES DEL ITU-T SOBRE SDH	7
3. VELOCIDAD DE BITS DE SDH	7
4. CONTENEDOR VIRTUAL, SECCIÓN Y TRAYECTO	8
5. ESTRUCTURA DE MULTIPLEXIÓN SDH.....	10
5.1 TERMINOLOGÍA	10
5.2 ESTRUCTURA DE MULTIPLEXIÓN	11
6. ESTRUCTURA DE TRAMA SDH.....	12
6.1 ESTRUCTURA DE TRAMA STM-1	12
6.2 ESTRUCTURA DE TRAMA STM-N.....	13
7. FUNCIONES DE PUNTERO	14
8. ENCABEZAMIENTO	19
8.1 ENCABEZAMIENTO DE SECCIÓN (SOH).....	19
8.2 ENCABEZAMIENTO DE TRAYECTO DE ORDEN SUPERIOR (VC-3, VC-4).....	21
8.3 ENCABEZAMIENTO DE TRAYECTO DE ORDEN INFERIOR (VC-1, VC2).....	23
9. MAPEO	25
9.1 MAPEO DE SEÑALES DE 2 Mb/s.....	25
9.2 MAPEO DE SEÑALES DE 34 Mb/s Y 140 Mb/s	27
9.3 MAPEO DE CELDA ATM.....	28
10. ALEATORIZADOR DE DATOS	31
11. APLICACIÓN EN REDES SDH	32
11.2 SISTEMA DE ANILLO DE CONMUTACIÓN DE LÍNEA BIDIRECCIONAL DE 2 FIBRAS	35
11.3 SISTEMA DE ANILLO DE CONMUTACIÓN DE LÍNEA BIDIRECCIONAL DE 4 FIBRAS	36
11.4 EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE CANAL DE 2F USHR/PPS	38
11.5 EJEMPLO DE ASIGNACIÓN DE CANAL DE 2/4F BSHR/LPS.....	39
12. FUNDAMENTOS DE SINCRONIZACIÓN EN SDH	40
12.1 ARQUITECTURA DE SINCRONIZACIÓN	40
12.2 FUENTE DE SINCRONIZACIÓN DEL ELEMENTO DE RED (NE).....	41
12.3 NÍVEL DE CALIDAD EN LA FUENTE DE REFERENCIA	43
12.4 REGLAS PARA LA CONMUTACIÓN EN FUENTES DE REFERENCIA	44
ANEXO	45
MULTIPLEXACIÓN DE 21 TU-12 EN UN TUG-3	46
MULTIPLEXACIÓN DE 7 TUG-2 EN UN TUG-3.....	47
MULTIPLEXACIÓN DE TU-3 EN UN TUG-3	48
MULTIPLEXACIÓN DE 3 TUG-3 EN UN VC-4.....	49
CORRESPONDENCIA ASÍNCRONA DE UN TRIBUTARIO A 2048 KB/S	50
RELACIÓN DE LAS VELOCIDADES BINARIAS ENTRE 2MB/S Y UN STM-N.....	51
DIAGRAMA EN BLOQUE DEL CIRCUITO DE RETENCIÓN (HOLDOVER).....	52

1. General

Desde hace ya un tiempo se vienen usando tres tipos de jerarquías digitales (CEPT, Norteamérica y Japón) a nivel mundial categorizadas como PDH (Jerarquía Digital Plesiócrona). Sin embargo, al considerar la transmisión de señales B ISDN¹, como en el caso de la HDTV², se llegó a la conclusión, mediante estudios realizados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T), de que ninguno de estos sistemas cumplía con los requisitos básicos para lograr un transporte eficaz de dichas señales a través de una red. Por consiguiente, antes de proceder con la estandarización del Interfaz de Usuario en Red (UNI), se tomó la cuidadosa decisión de establecer un nuevo estándar de jerarquía digital que fuese único y a la vez común a nivel internacional.

La Jerarquía Digital Síncrona (SDH) define las especificaciones de interfaz necesarias para multiplexar eficientemente varios tipos de señales, tanto para servicios de alta velocidad como para aquellos, ya existentes, de baja velocidad. La SDH fue incorporada como el nuevo estándar en noviembre de 1988 por la ITU-T y sometida a una revisión parcial en 1990.

Resumen de las características de SDH:

(1) Interfaz síncrona unificada

Es muy fácil encontrar elementos tributarios en una señal de alta velocidad multiplexada ya que la red es síncrona. La red SDH puede controlar distintos tipos de información, así sean en sistemas de 2Mb/s como de 1,5Mb/s. Con el interfaz unificado es posible crear un ambiente “multiproveedor” para los operadores de red.

(2) Multiplexión flexible de varios tipos de información

El sistema SDH es capaz de multiplexar varios tipos de información con amplia flexibilidad como, por ejemplo, en el caso de un servicio telefónico actual al de un servicio futuro de alta velocidad. Por lo tanto, es posible crear una infraestructura desde ahora capaz de soportar servicios futuros de tipo B-ISDN.

(3) Capacidad abundante de encabezamiento

SDH tiene gran capacidad para transmitir información OAM (Operación, Administración y Mantenimiento). Además, provee altos niveles de funcionalidad y seguridad en la red.

Para hacer todo esto posible, diversas tecnologías han sido introducidas: “puntero”, “trama de 9 filas”, “contenedor virtual”, “octeto de encabezamiento” y “sección y trayecto”. Detalles y explicaciones de cada una se darán más adelante.

¹ B ISDN: también RDSI-B; Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha - una red capaz de transmitir una amplia gama de servicios, incluyendo señales de video.

² HDTV: Televisión de Alta Definición.

¿Que es el sistema de jerarquía digital síncrona (SDH)?

- Es una nueva jerarquía digital que:
 - Trabaja con señales de 155,52 Mbit/s (STM-1), 622,08 Mbit/s (STM-4), 2,48832 Gbit/s (STM-16), y 9,953.28 Gbps (STM-64).
 - Puede transportar tanto señales PDH existentes como futuras de ATM.
- Las funciones básicas son las mismas que en PDH.

Multiplexión de señales digitales de menor a mayor velocidad de bits y transmisión eficaz de grandes cantidades de información.

Esta nueva jerarquía de transmisión adopta una estructura de multiplexión sincrónica para el multiplexaje de las tributarias en una señal STM-N, esto permite que el proceso de multiplexaje y demultiplexaje sea mucho más sencillo permitiendo un acceso simple en las tributarias de baja velocidad. A través de este mismo medio de transmisión se puede gestionar las funciones de Operación, Administración, Mantenimiento y Configuración de partes componentes de la red.

¿Cuáles son las diferencias ?

- Red síncrona
Todos los elementos de red trabajan con la misma señal de reloj.
- Abundantes bits de encabezamiento
para transmitir gran cantidad de información para la gestión de red.
- Interfaz unificada y especificaciones de multiplexión
común a Europa, América y Japón en jerarquías digitales.
Interfaces ópticas estandarizadas.

Las diferencias entre la técnica PDH y la Técnica SDH viene dada por tres puntos principales:

- 1) SDH es una Red Sincrónica
- 2) SDH dispone de abundantes bitios para información auxiliar y
- 3) SDH dispone de una estandarización unificada

¿Cuáles son los beneficios ? (2)

-Bits de encabezamiento-

- Realización de un sistema de gestión de red sumamente avanzado
 - Gestión de fallas
 - Gestión de configuración
 - Gestión de comportamiento
 - Gestión de seguridad
 - Gestión de cuenta

El uso de los bitios auxiliares representan una herramienta útil para poder gestionar la red de una manera eficiente y flexible.
A estos bitios auxiliares se les conoce como canales de encabezamiento los cuales se dividen para las capas de transporte en encabezamiento de sección y encabezamiento de línea, y para las capas de trayecto en encabezamiento de trayecto.

¿Cuáles son los beneficios ? (3)

-Interfaz unificada-

- Ambiente multiproveedor
- Conexión Internacional

La ventaja de disponer interfaces unificadas, le permitirá obtener al cliente un ambiente multi-vendedor, además de garantizarle conexiones internacionales

En conclusión, ¿qué es el sistema de jerarquía digital síncrona (SDH) ?

SDH es la infraestructura para la red de comunicaciones del siglo 21, que suministra banda ancha y servicios inteligentes.

En definitiva se tiene que SDH es la infraestructura de las redes de telecomunicaciones del presente y del futuro que permiten el uso eficiente de servicios de banda ancha.

2. Recomendaciones del ITU-T sobre SDH

Teniendo como objetivo la “Unificación de Jerarquías Digitales”, se realizó un intenso estudio cuya fase terminó en 1988. Dando como resultado las recomendaciones básicas sobre SDH G707, , las cuales se encuentran como un compendio de las antiguas G707, G708 y G709 que fueron publicadas con una rapidez sin precedentes. Luego fueron completadas otras recomendaciones además de posteriores revisiones de las primeras.

Si se compara con previas recomendaciones, estas recomendaciones cubren una mayor área, especialmente en el campo de OAM (Operación, Administración y Mantenimiento). Los objetivos y el modelo que hacen referencia al OAM son bastante claros y ejecutables; en las recomendaciones G782 y G783 se indican los modelos de equipos y en las recomendaciones G784 y G774 se informa sobre la administración de la gestión.

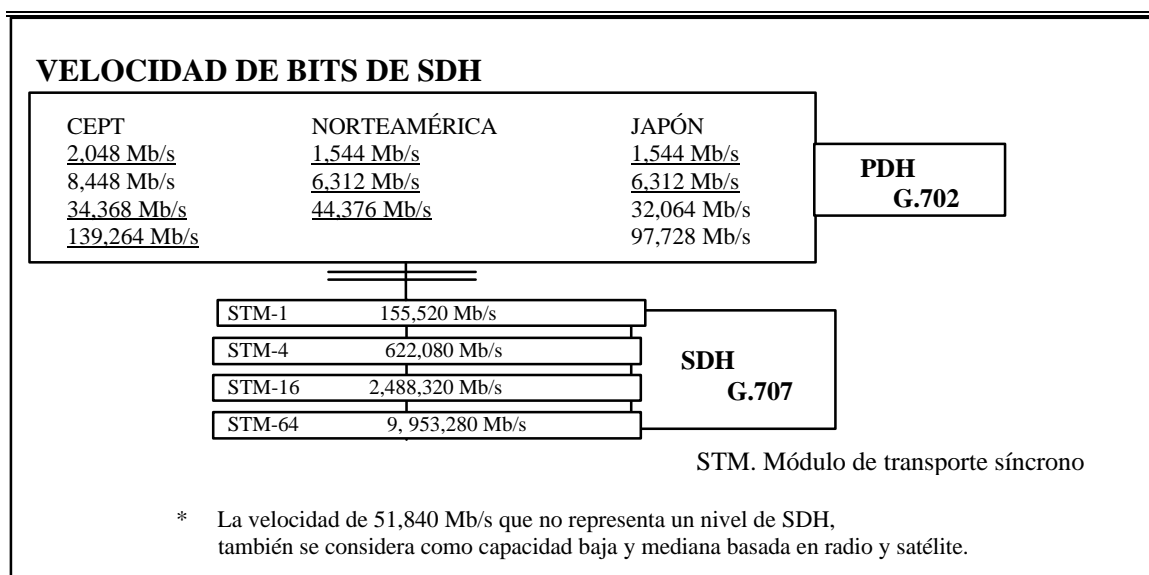
Recomendaciones de ITU-T sobre SDH

- G.707 Velocidad de bits de SDH
 - G.708 Interfaz de nodos en la red para SDH
 - G.709 Estructura de multiplexión síncrona
 - G.773 Protocolos para interfaz Q
 - G.774 Modelo de información de gestión de SDH para vista de elemento de red
 - G.782 Tipos y características generales de equipos de multiplexión SDH
 - G.783 Características de bloques funcionales de equipos de multiplexión SDH
 - G.784 Gestión de SDH
 - G.803 Arquitectura de redes de transporte basadas en SDH
 - G.957 Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con SDH
 - G.958 Sistemas de línea digital basados en SDH para uso en cables de fibra óptica
- * Recientemente G.707, G.708 y G.709 fueron convertidos gradualmente en G.70x.

3. Velocidad de bits de SDH

Todos los elementos de una red síncrona SDH se rigen por una misma señal de reloj suministrada por una sola fuente común. Las velocidades de transmisión están establecidas en 155,52 Mb/s y múltiplos enteros de esta (ej. $N \times 155.52$ Mb/s). Hasta ahora se reconocen cuatro velocidades fundamentales denominadas STM-N (módulo de transporte síncrono-N), donde el coeficiente multiplicador $N=1, 4, 16$ y 64 para generar velocidades de 155,52 Mb/s, 622,08 Mb/s, 2,48832 Gb/s y 9,953280 Gb/s respectivamente. El sistema PDH exige justificaciones de frecuencia en todo proceso de multiplexión. Por consiguiente, las relaciones entre las velocidades de transmisión en distintos niveles no logran ser múltiplos enteros.

En cuanto a la transmisión de señales PDH sobre un sistema SDH, sólo califican las velocidades 1,5 Mb/s, 2 Mb/s, 6,3 Mb/s, 34 Mb/s, 45 Mb/s y 140 Mb/s para lograr interfaz entre dos sistemas. También se considera la velocidad de 51,84 Mb/s como método de transmisión SDH a baja y mediana capacidad, tales como en los medios de transporte de radio y satélite. Esto, sin embargo, no representa un nivel válido de SDH.



4. Contenedor virtual, sección y trayecto

Con la introducción de SDH surgen muchos conceptos nuevos. Contenedores virtuales, sección y trayecto se encuentran entre los más importantes.

Toda información de servicios es transportada a través del sistema de transmisión SDH, el cual se haya dentro de una caja llamada "contenedor virtual" (VC). Se preparan varios VCs diferentes para contener distintos tipos de información de la siguiente forma:

VC de orden inferior

VC-11	Tamaño equivalente a 1,5 Mb/s
VC-12	Tamaño equivalente a 2 Mb/s
VC-2	Tamaño equivalente a 6,3 Mb/s

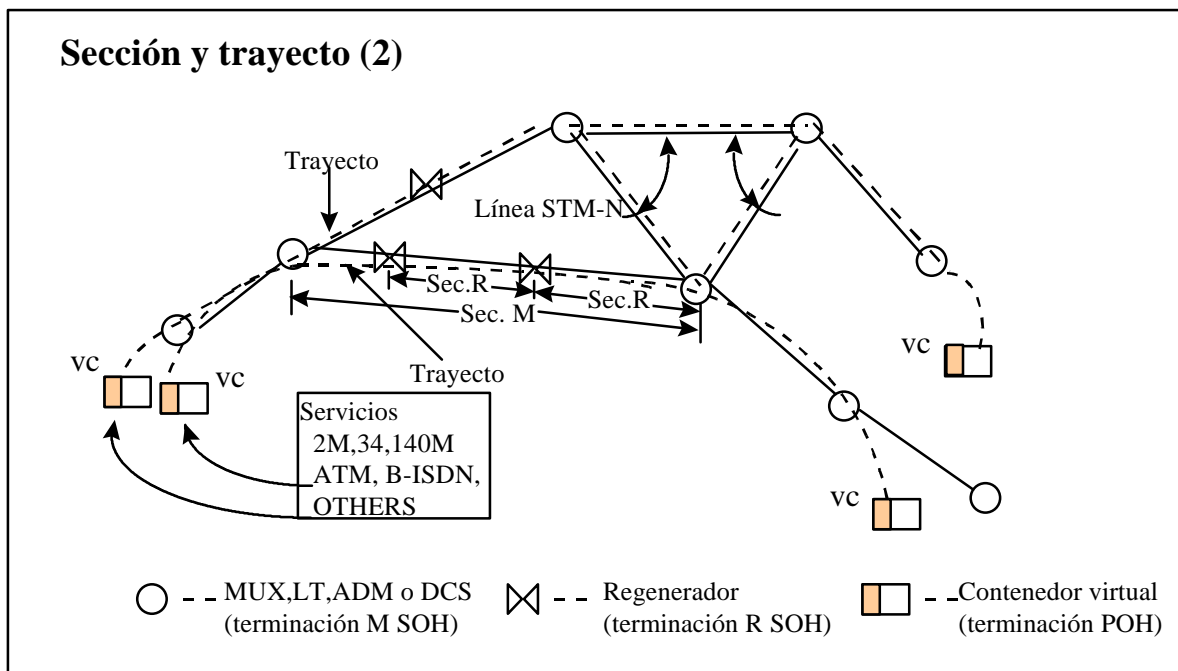
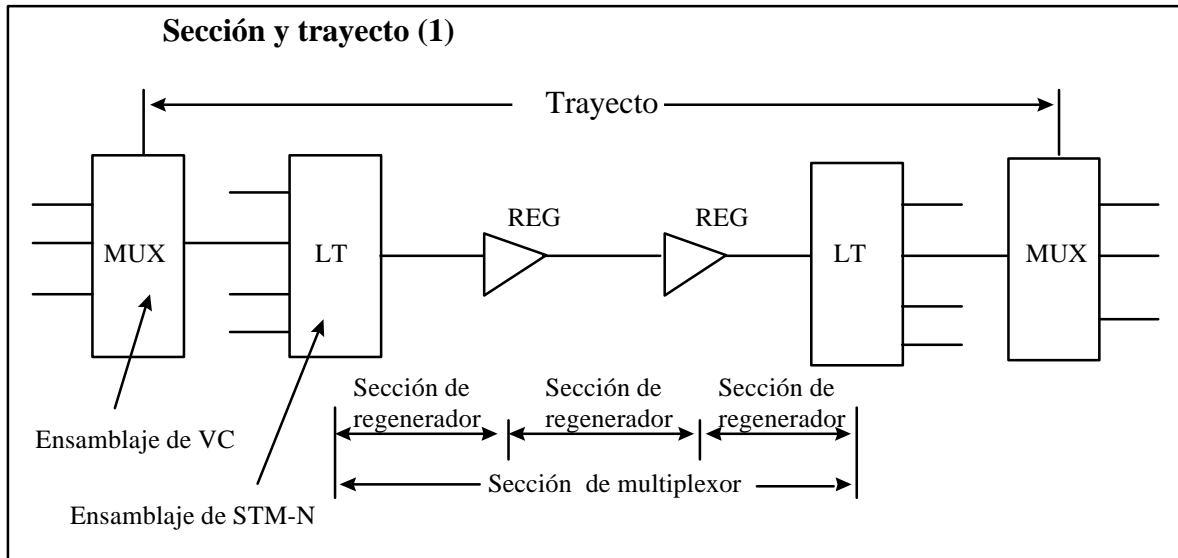
VC de orden superior

VC-3	Tamaño equivalente a 34 Mb/s y 45 Mb/s
VC-4	Tamaño equivalente a 140 Mb/s

Si se considera al VC como una unidad para procesar señales (ej. multiplexión, conexión cruzada, etc.) dentro del sistema SDH, las características del servicio dejan de ser una preocupación ya que toda información, por muy distinta que sea, lleva la misma apariencia del VC. Al mismo tiempo, toda información necesaria para la administración del VC de extremo a extremo es añadida a este.

Existen dos tipos de sección: de regenerador y de multiplexor. La sección de regenerador representa un segmento en las facilidades de transmisión entre un elemento de red terminal (LT), donde se genera o termina una señal STM-N, y un Regenerador o entre dos Regeneradores. La sección de multiplexor es un medio de transmisión entre dos LTs consecutivos. Uno se encarga de originar la señal STM-N y el otro de terminarla. La red SDH está compuesta por varias secciones de multiplexor con distintos niveles de STM según la capacidad de transmisión exigida en cada sección.

Trayecto es la conexión lógica entre un punto donde se ensambla un VC y otro donde este es desensamblado. Es como un caño que conecta dos puntos, entre los cuales se manifiesta un servicio atravesando una serie de secciones de multiplexión.



Dentro de la capa de transporte existen dos clases de secciones, conocidas como Sección Regeneradora y Sección Multiplexora. La primera se define como la porción de la facilidad de transmisión entre un elemento de red terminal (LT) en donde la señal STM-N es generada o terminada y un repetidor, o entre dos repetidores. La Sección Multiplexora es el medio de transmisión entre dos consecutivos LTs, uno de los cuales origina la señal STM-N y el otro lo termina. La red SDH consiste de Secciones Multiplexoras cuyas capacidades de transmisión podrían ser diferentes de acuerdo a los requisitos de cada estación. El trayecto se define como una conexión lógica entre el punto donde un VC se ensambla y el punto donde el VC se desensambla. Es una idea similar al de una tubería que está tendida a través de varias secciones que conectan directamente dos puntos entre los cuales el servicio converge.

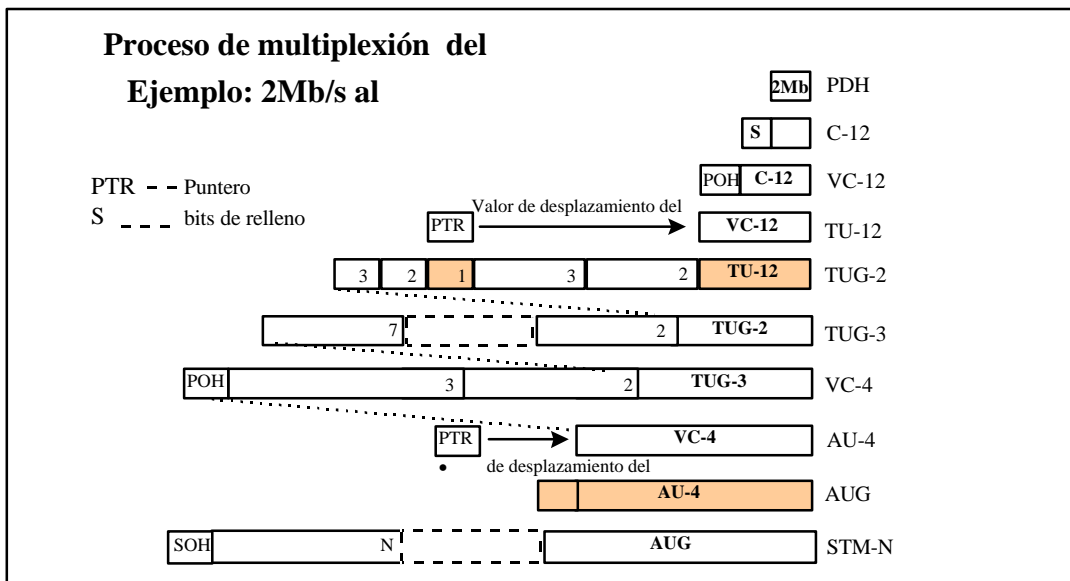
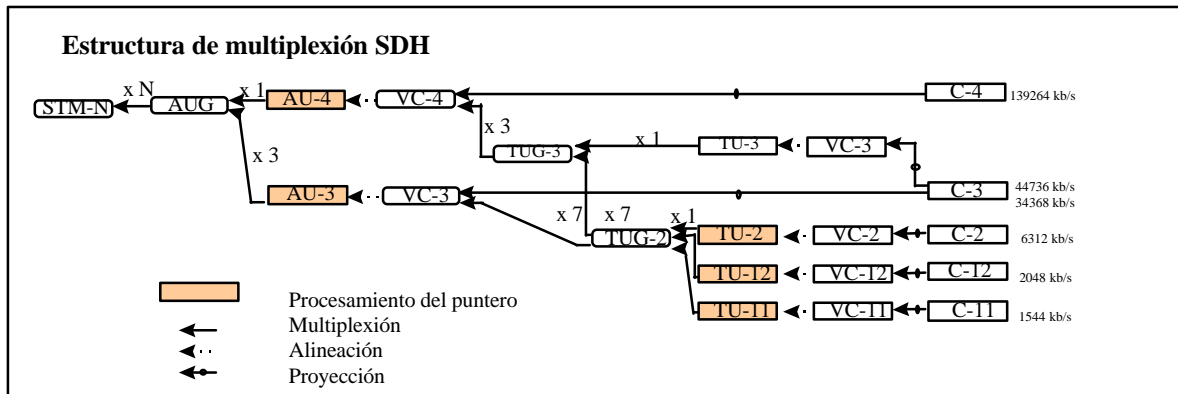
5. Estructura de multiplexión SDH

5.1 Terminología

- (1) Contenedor (C-n):
Estructura de información con capacidad de transmisión estándar para transportar señales PDH o B-ISDN. Este contiene tanto bits de información como de justificación para sincronizar la señal PDH al reloj de frecuencia SDH, al igual que otros bits con función de relleno.
- (2) Contenedor virtual (VC-n):
Estructura de información con soporte para la interconexión en la capa de trayecto que consiste en carga útil de información y encabezamiento de trayecto (POH) para administrar la trayecto de VC. Por ejemplo, VC-2, VC-11 y VC-12 son contenedores virtuales de orden inferior con carga útil C-2, C-11 y C12 respectivamente. VC-3 y VC-4 son los de orden superior con carga útil C-3 y C-4 respectivamente o combinación de varias capas de orden inferior. A este proceso se le llama comúnmente “mapear”.
- (3) Unidad tributaria (TU-n):
Estructura de información cuya función consiste en proveer adaptación entre un VC de orden inferior y uno de orden superior. Esta consiste en un VC de orden inferior y un puntero TU el cual se encarga de mostrar el desplazamiento entre el comienzo de la trama VC de orden inferior y el de la trama VC de orden superior. A esto también se le llama “alineamiento” (aligning).
- (4) Grupo de unidades tributarias (TUG-n):
Se encarga de combinar una o varias unidades tributarias (TU). Por ejemplo, un TUG-2 puede combinar un solo TU-2 o un grupo homogéneo de TU-1s idénticos y un TUG-3 puede combinar un TU-3 o un grupo homogéneo de TUG-2.
- (5) Unidad administrativa (AU-n):
Estructura de información cuya función consiste en proveer adaptación entre una carga útil de un VC de orden superior y un STM-N. Esta consiste de un VC de orden superior y un puntero AU el cual se encarga de mostrar el desplazamiento entre el comienzo de una trama VC de orden superior y el de una trama STM-N. Por ejemplo, AU-4 consiste de un VC-4 y un puntero AU, mientras que AU-3 consiste de un VC-3 y un puntero AU.
- (6) Grupo de unidad administrativa (AUG):
Grupo homogéneo de un AU-4 o tres AU-3 combinados por multiplexión por intercalación de bytes.
- (7) Módulo de transporte síncrono (STM-N):
Estructura de información con soporte para conexión de estrato de sección que consiste en carga útil de información y encabezamiento de sección (SOH) para gestión de sección. 155,52 Mb/s es lo definido como un STM básico. En STM-N, la velocidad es determinada por N, donde este representa un múltiplo entero de 155,52 Mb/s.

5.2 Estructura de multiplexión

Hay dos formas de formar una señal STM-N. Una es a través de AU-3, usada en Estados Unidos, Japón y algunos otros países, conocida en Norteamérica como SONET (red óptica síncrona). La otra es a través de AU-4, usada en todos los demás países. Para interconectar estos dos estándares, se utiliza normalmente un TUG-2.



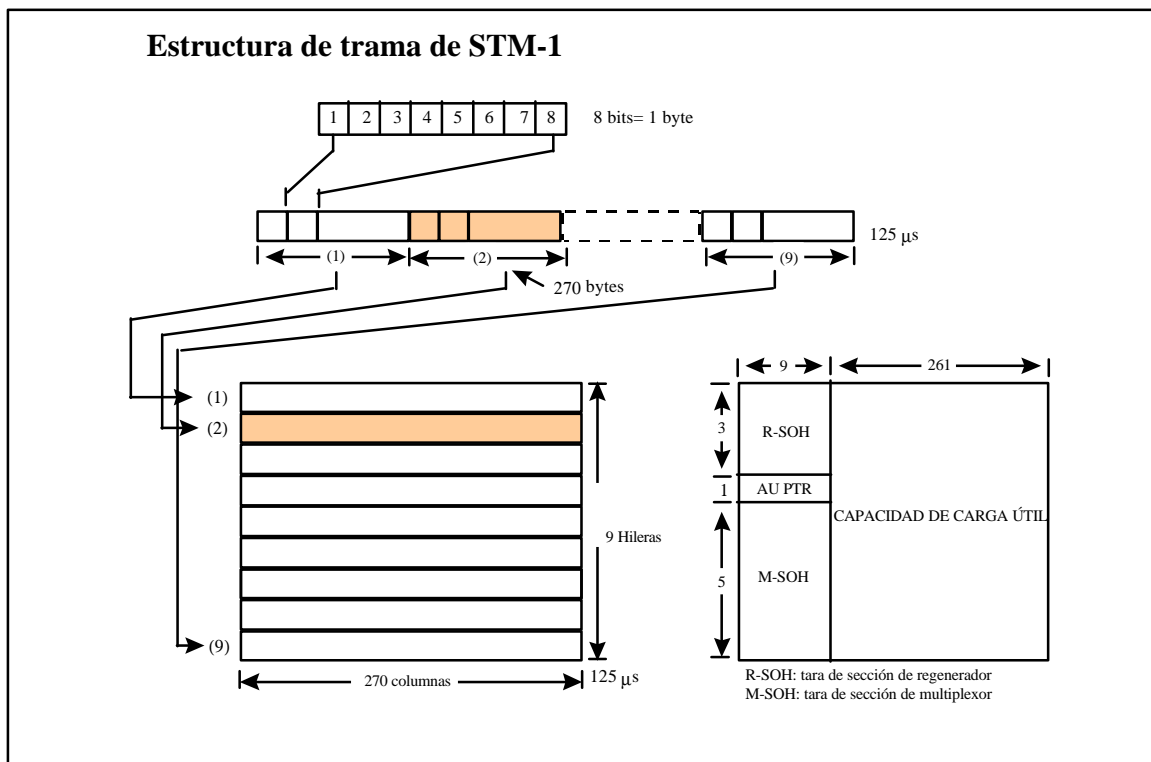
6. Estructura de trama SDH

6.1 Estructura de trama STM-1

La estructura básica de trama STM-1 es como un marco con una distribución de bytes en nueve filas con 270 columnas. La trama entera posee una longitud de $125\mu\text{s}$. El orden de transmisión es por filas y en cada fila los bytes se transmiten de izquierda a derecha. Las primeras nueve filas y columnas contienen el encabezamiento de sección (SOH), con la excepción de la cuarta fila que se utiliza para el puntero AU. Las siguientes 261 filas bajo las mismas nueve columnas corresponden a la carga útil, donde se transporta un VC-4 o tres VC-3s.

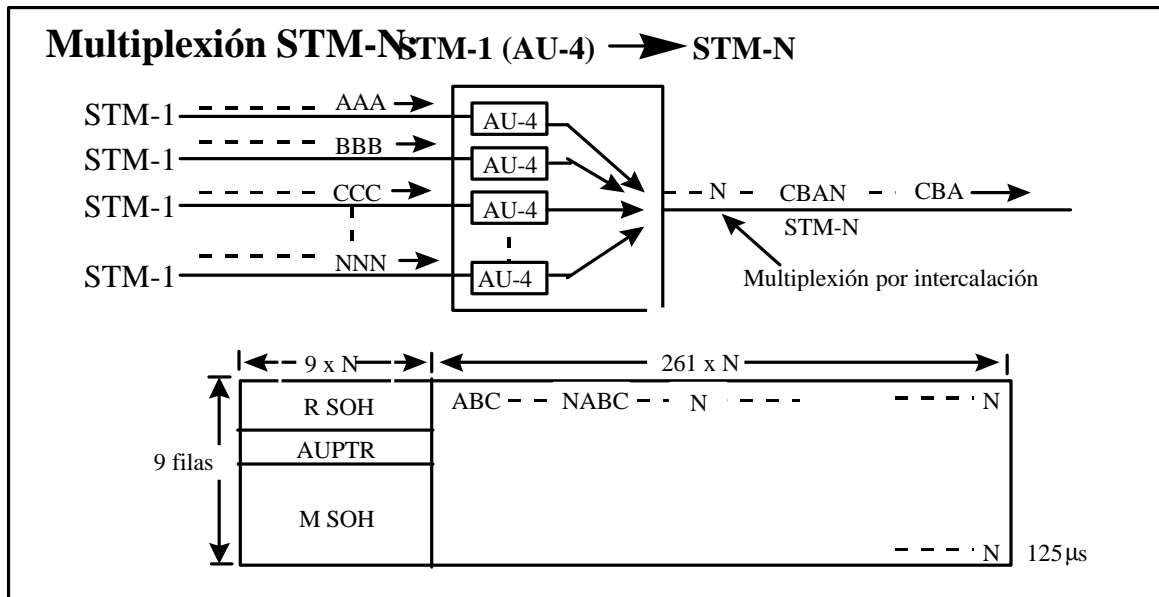
Las primeras tres filas de SOH son encabezamiento de sección de regenerador (RSOH) el cual es accesible en regenerador y multiplexor, y desde la quinta hasta la novena fila son encabezamiento de sección de multiplexor (MSOH) el cual es accesible solamente en multiplexor.

Todas las estructuras de trama SDH utilizan nueve filas. Esta cantidad es precisa para proveer una mejor disposición de señales dentro de la trama en ambas velocidades 2Mb/s y 1,5Mb/s. De esta manera es posible hacer que todos los bytes en una columna pertenezcan a una misma fuente de información y esto permite un sistema bien sencillo para procesar las señales SDH.



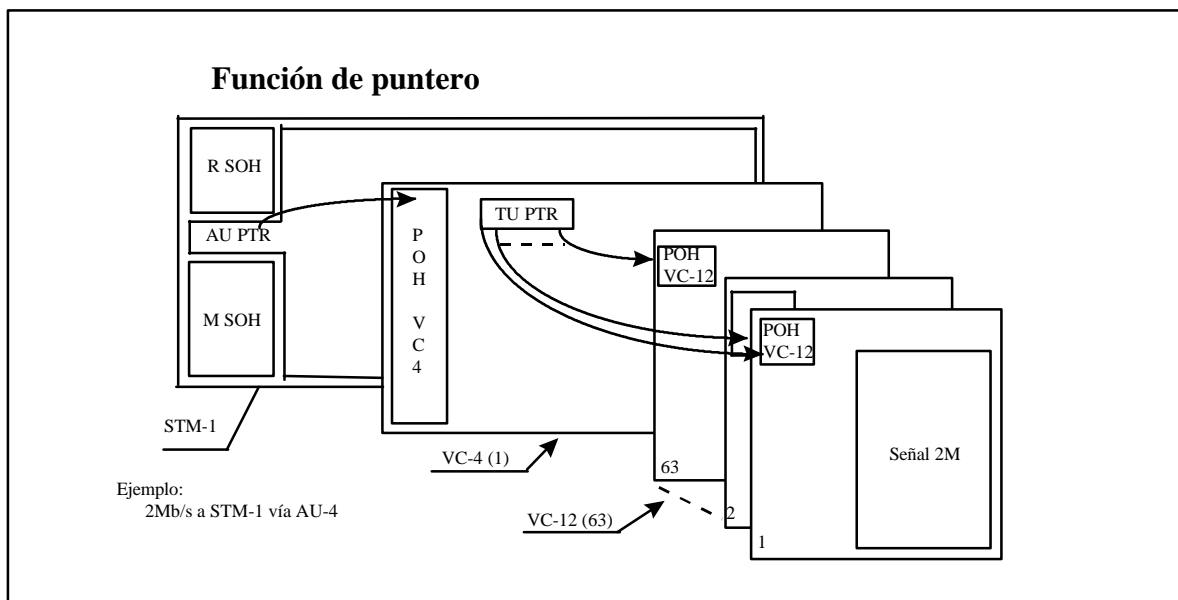
6.2 Estructura de trama STM-N

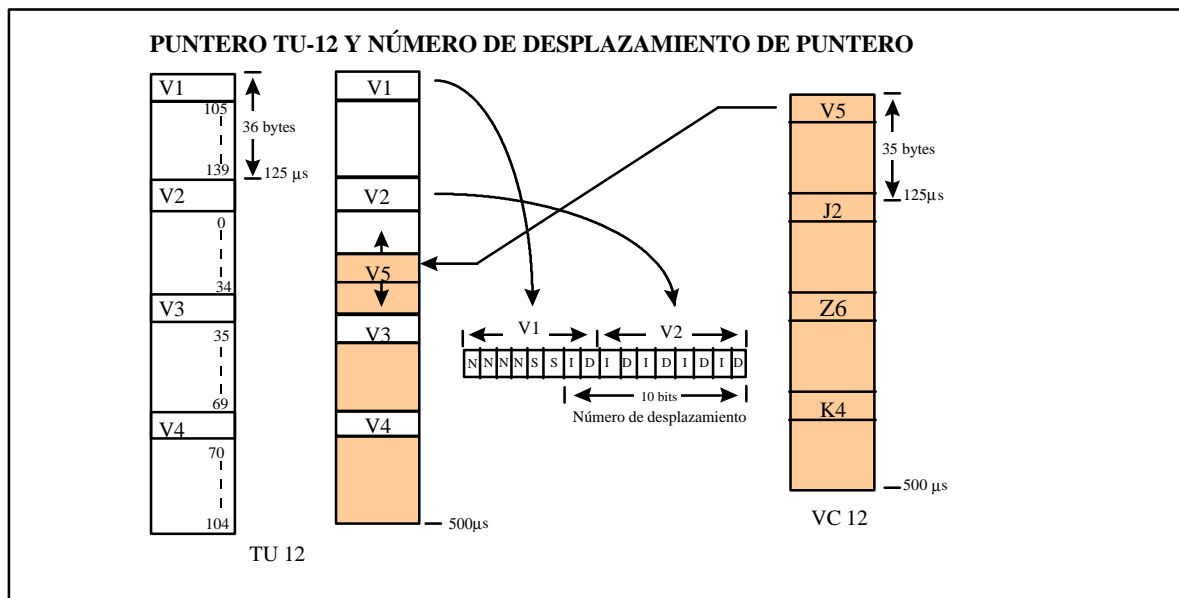
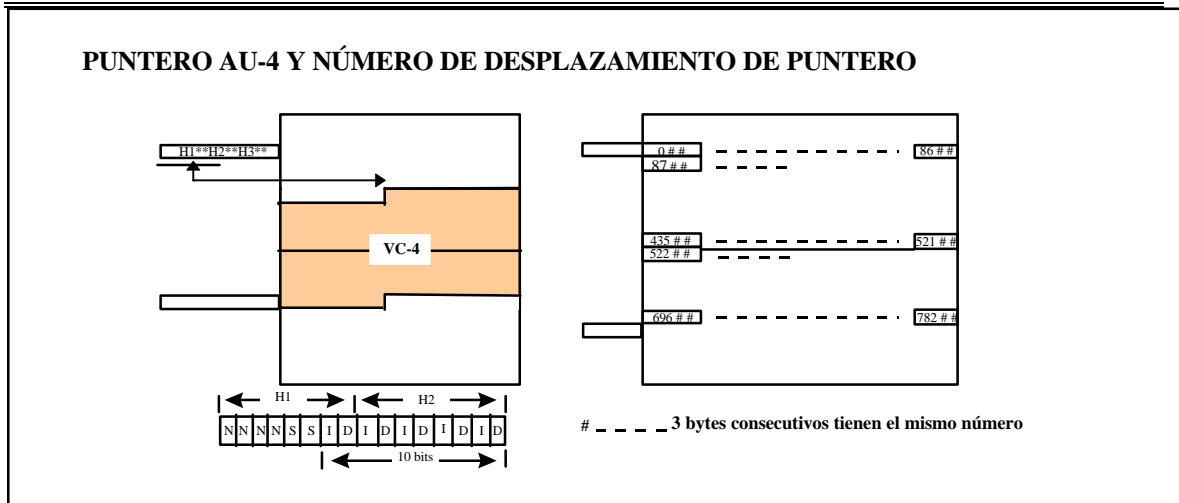
La multiplexión de la carga útil STM-1 a la carga útil STM-N se realiza a través de multiplexión por intercalación de bytes. Esto normalmente ocurre después de completar el proceso de terminación de los SOHs y renovación de punteros correspondientes a cada STM-1 (AU-4 o AU-3s). Finalmente se ensambla un nuevo SOH listo para STM-N.



7. Funciones de puntero

Existen dos punteros: AU y TU. El puntero AU se utiliza para colocar los VCs de orden superior en STM-N. Este también muestra la dirección donde comienza la trama de carga útil del VC dentro de la trama STM. El puntero TU se encarga de alinear varios VCs de orden inferior en un VC de orden superior y además indica la dirección donde comienza la carga útil del VC dentro de la trama VC de orden superior. Ambos se encargan de dos funciones principales: Disminución en retardo de multiplexión y justificación de diferencia en frecuencia entre una trama y una carga útil. Un puntero normalmente se divide en cuatro partes. H1, H2, H3 y otros bytes no utilizados forman el puntero AU. V1, V2, V3 y V4 (*uso futuro*) forman el puntero TU. Las primeras dos partes de un puntero (H1,H2,V1,V2) se utilizan para la indicación de direcciones y control de justificación. La tercera parte (H3,V3) es la llamada “oportunidad de justificación”, lo que quiere decir que se encarga de indicar cuándo es necesaria la justificación. El uso de Hn y Vn es idéntico.

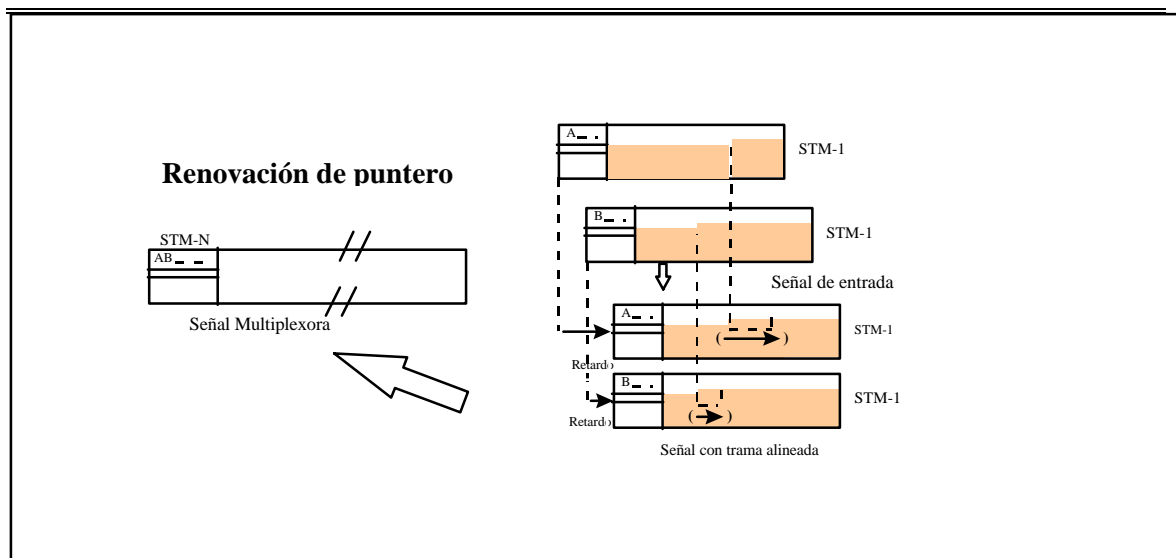




(1) Disminución en retardo

Normalmente las señales que originan en distintos puntos presentan ciertas diferencias de fase a consecuencia de sus diferencias en longitud de transmisión y tiempos de generación. Para poder alinearlas utilizando los procesos más comunes de multiplexión, cada señal debe ser escrita en memoria y leída después bajo una nueva fase de la trama que va a ser multiplexada. Por lo tanto, es inevitable causar un retardo adicional equivalente a la mitad del tiempo de trama promedio, que como máximo llegaría a ser hasta el tiempo total de la trama. Además, se necesita una capacidad de memoria bien amplia ya que el aumento en retardos tiene como resultado una degradación en la calidad de la información a ser transmitida.

Para evitar estos inconvenientes, se ha introducido un nuevo método utilizando punteros en la multiplexión de señales SDH. En este se asigna un puntero a cada VC que va a ser multiplexado para indicar el desplazamiento relativo entre el VC y la trama nueva tomando una dirección en dicha trama. De hecho, cada VC tiene un valor de puntero distinto que se renueva en cada proceso de multiplexión al que es sometido, de manera que no es necesario introducir retardo adicional con propósitos de alineación.



(2) Justificación de frecuencia

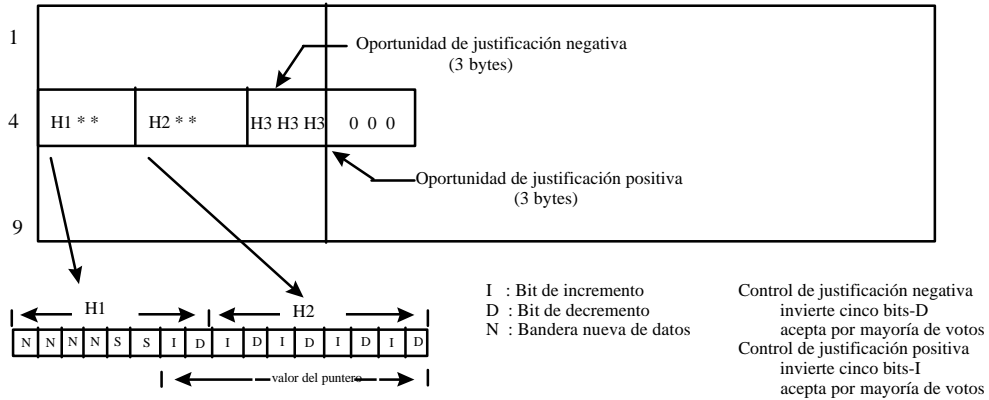
En realidad, la justificación de frecuencia no es un requisito en la red SDH siendo esta una red síncrona donde todos los elementos de red funcionan bajo el mismo reloj. Sin embargo, cuando esta red SDH se manifiesta a través de varios operadores independientes o distintas naciones que dispongan de una fuente de reloj principal alterna, cabe la posibilidad de que estos estén a otra frecuencia. También existe la posibilidad de que algunos elementos de red utilicen su propia fuente de reloj, modo de retención o modo de operación libre, debido a fallas y su frecuencia se desvía de la red principal.

Se le provee entonces la función de justificación a la red SDH para eliminar esta diferencia en frecuencia. Este proceso se lleva a cabo cambiando el número de puntero y utilizando bytes de oportunidad de justificación, los cuales son parte del puntero y de uno de los bytes de carga útil. Se utiliza el byte H3 para realizar justificación negativa o para transportar información cuando la frecuencia de la carga útil es mayor que la frecuencia de la trama. (H1 y H2 registran un número de puntero.) Esto es evidente cuando se invierten los bits en decrementos del número de puntero que se encuentra en los bytes de H1 y H2. En las próximas tramas, el valor de H1 y H2 es disminuido por uno y conservado así hasta la próxima justificación.

En el caso en que la frecuencia de la carga útil resulte menor que la frecuencia de la trama, los bytes próximos al puntero, que se encuentran en la dirección 0, se utilizan como bytes de relleno sin transportar información alguna. Este sería el caso de justificación positiva. Esto se indica invirtiendo los bits de H1 y H2 e incrementando los valores del puntero por uno.

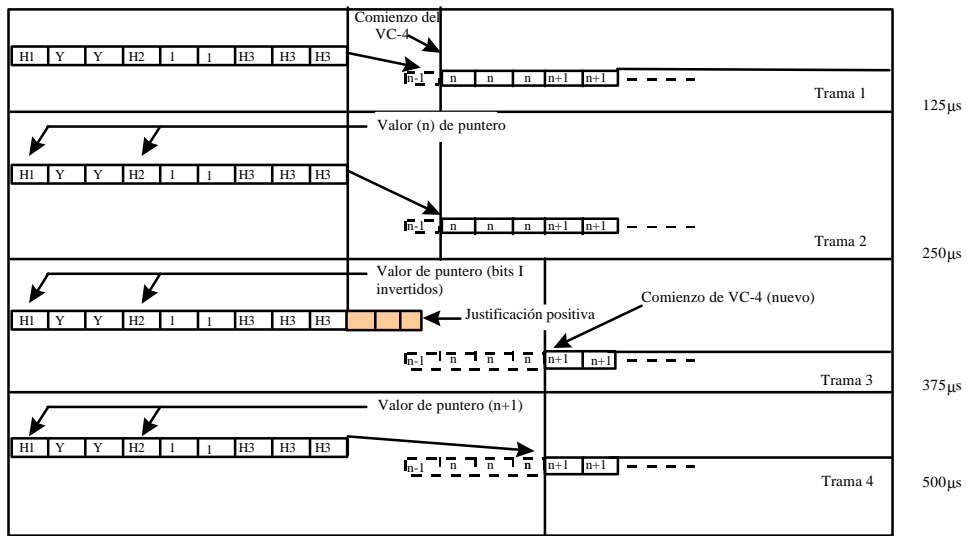
En resumen, se emplean dos funciones distintas de justificación en el proceso de multiplexión SDH. Una de éstas se explica aquí y su propósito central es ajustar las diferencias en frecuencia dentro de la red SDH. La otra se utiliza como herramienta de mapear, para proyectar una señal PDH dentro de un contenedor (C-n) y su propósito es sincronizar señales PDH a la red SDH.

Justificación de AU-4 (1)



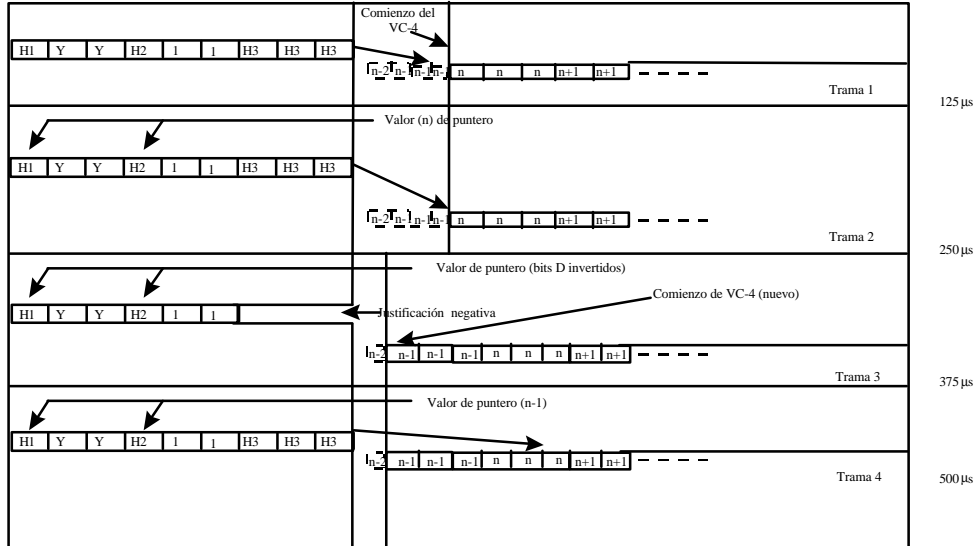
Justificación de AU-4 (2)

-Justificación positiva-



Justificación de AU-4 (3)

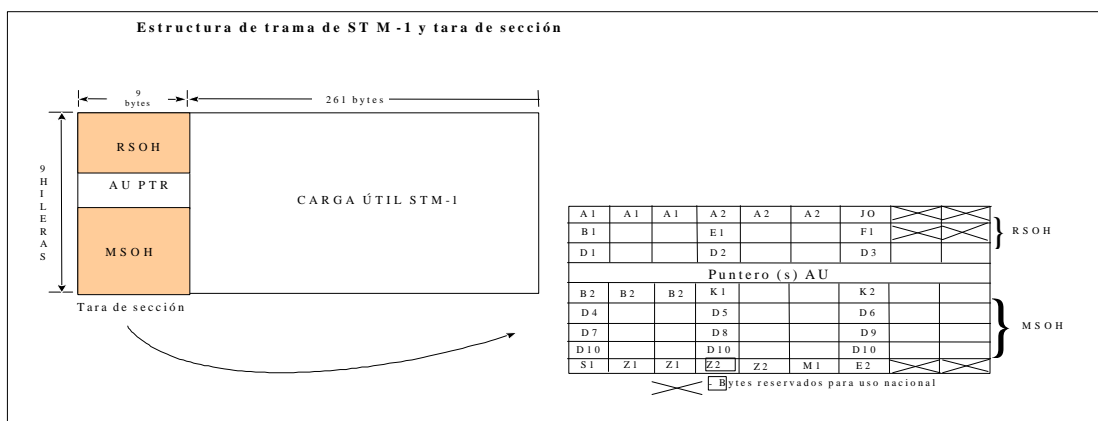
-Justificación negativa -



8. Encabezamiento

Los sistemas PDH ya existentes también poseen muchos bits de encabezamiento, los cuales transmiten servicios tales como información de alarmas remotas. Estos, sin embargo, son de poca capacidad. Al menos lo suficiente como para aprobar los requisitos mínimos para evitar un aumento en la velocidad de transmisión en línea. En esencia la encabezamiento de SDH es igual a la de PDH, pero con mucha mayor capacidad y transportabilidad de grandes cantidades de información OAMP. El medio principal de transmisión en SDH es como una fibra que, por sus características de banda ancha, es prácticamente inmune a imperfecciones que puedan ser causadas por aumentos en velocidad de transmisión.

8.1 Encabezamiento de sección (SOH)



Funciones de tara de sección

Entramado	(A1,2)	
Traza de sección de regeneración	(JO)	provisional, para estudio adicional
Canal de comunicación de datos	(D1-3)	DCC de sección de regenerador,
Canal de servicio	(D4-12)	DCC de sección de multiplexor,
Monitoreo de errores	(E1)	accesible en regeneradores
Canal del usuario	(E2)	accesible en multiplexores
Monitoreo de errores	(F1)	Canal despejado de 64 kb/s
	(B1)	BIP-8 de sección de regenerador
	(B2)	BIP-24xN de sección de multiplexor
Señalización APS	(K1,2)	conmutación de protección automática
	(K2)	también usada como MS-AIS y MS-RDI
Estado de sincronización	(S1)	indicación de nivel de calidad
Reporte del estado de sección	(M1)	REI (conteo de BIP-24xN)

A1	A1	A1	A2	A2	A2	JO	X	X	X
B1			E1			F1	X	X	X
D1			D2			D3	X	X	X
Puntero (s) AU									
B2	B2	B2	K1			K2			
D4			D5			D6			
D7			D8			D9			
D10			D10			D10			
S1	Z1	Z1	Z2	Z2	M1	E2	X	X	X

X Bytes reservados para uso nacional

RDI: Indicación de defecto remoto (antes FERF, falla de recepción de extremo lejano)
REI: Indicación de Error Remoto (antes FEBE, error de bloque de extremo lejano)
MS: Sección de multiplexor
DCC: Canal de comunicación de datos

(1) Señal de alineamiento de trama A1, A2

A1 y A2 son patrones fijos de sincronización de trama. A1 está dispuesto en 11110110 y A2 en 00101000.

(2) Traza de sección de regenerador J0

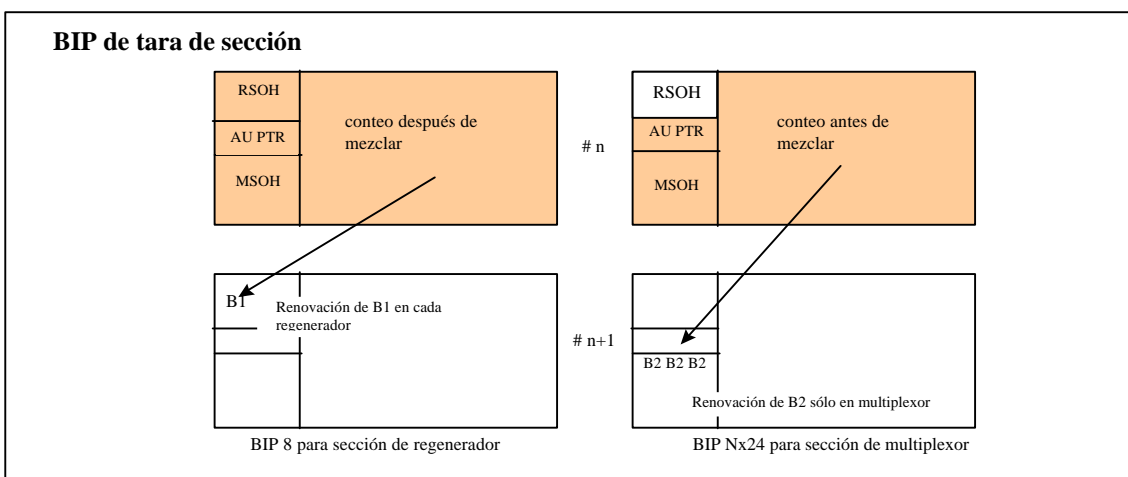
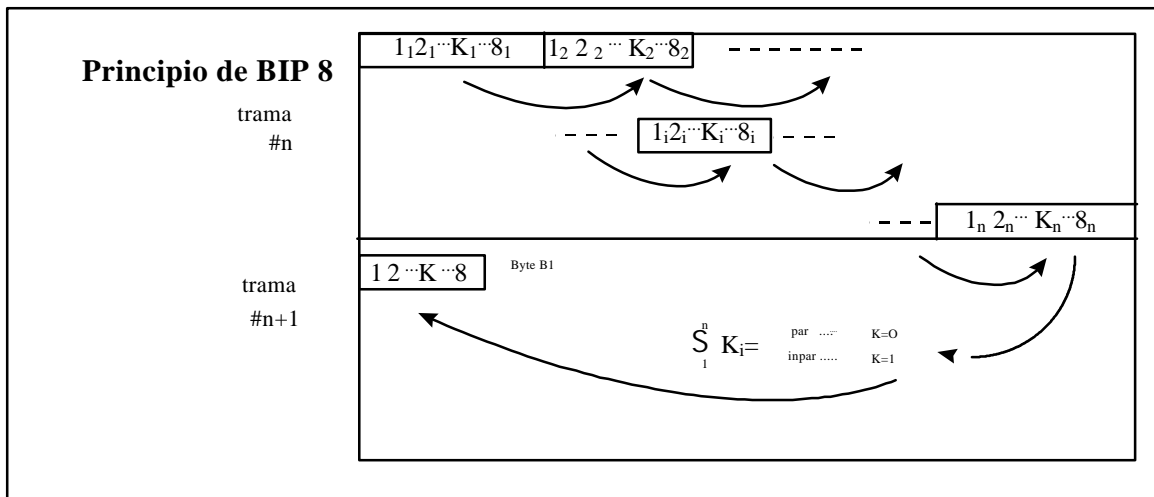
El uso de J0 está aún bajo estudio. Este byte ha sido definido formalmente como identificador STM.

(3) Monitoreo de errores B1, B2

Los errores de transmisión son monitoreados independientemente en las secciones de regenerador y multiplexor. B1 es para la sección de regenerador y B2 para la de multiplexor.

El método de monitorear se llama BIP-n (paridad n de bits intercalados). La señal que es monitoreada se divide en bloques pequeños con "n" cantidad de bits en cada uno. La prueba de paridad par se aplica a cada bit por independiente en todos los bloques de la trama comenzando por el primero hasta el último (bit n). El resultado aparece después en el bit correspondiente del byte B en la trama siguiente.

El BIP de la sección de regenerador (B1) utiliza n=8 y se aplica a todos los bytes luego de haber sido mezclados. Además, el B1 se renueva en todo regenerador. El BIP de la sección de multiplexor (B2) utiliza n=Nx24 (N de STM-N) y excluye los bytes de RSOH debido a que los regeneradores renuevan el B1 y cambian los D1-3, E1 y F1 cuando estos son accedidos. El B2, sin embargo, queda intacto en regeneradores. De esta manera pueden monitorearse por separado tanto el promedio de error de cada sección en todo regenerador como la ocurrencia total de errores en la sección de multiplexor.



(4) Canal de servicio para Ingeniería E1, E2

Los bytes E1 y E2 proveen circuitos de canal de servicio de ingeniería. El E1 es accesible en regeneradores y multiplexores, el E2 sólo en multiplexores. Cada circuito posee una capacidad de 64Kb/s.

(5) Canal de usuario F1

Este es un canal de datos despejado de 64 Kb/s que puede utilizar cualquier operador de red para sus propósitos.

(6) Canal de comunicación de datos (DCC) D1-3, D4-12

Tres bytes en el RSOH (D1-3) y nueve en el MSOH (D4-12) son asignados como canales de comunicación de datos para transmitir información OAMP hacia multiplexores y regeneradores y viceversa. Estos canales son de 192 kb/s y 576 kb/s, respectivamente.

(7) Señalización de conmutación de protección automática (APS) K1, K2

El intercambio de información APS entre dos extremos en una sección de multiplexor se lleva a cabo a través de los bytes K1 y K2. Parte de K2 también se utiliza para enviar MS-RDI (indicación de defectos remotos en la sección de multiplexor) y MS-AIS (señal de indicación de alarmas en la sección de multiplexor). Antes de las últimas recomendaciones, MS-RDI era conocido como MS-FERF.

(8) Estado de sincronización S1

El byte S1 comunica a la siguiente estación la calidad de la fuente de referencia de sincronización utilizada por el equipo, la cual provee administración y recuperación de fallas en la distribución del reloj de sincronización.

(9) Notificación de estado de sección M1

El resultado de BIP-Nx24 se reporta a su extremo de origen por el byte M1 como MS-REI (indicación de error remoto). Antes de las últimas recomendaciones, REI se conocía como FEBE.

(10) Z1 y Z2 son bytes de reserva.

8.2 Encabezamiento de trayecto de orden superior (VC-3, VC-4)

(1) Trazo de trayecto J1

Este byte se utiliza para transmitir una validación de trayecto y señal de trazo. Este forma una trama de 16 bytes que consiste de un byte marcador de trama y 15 caracteres ASCII programables. Los caracteres son transmitidos de manera repetitiva para que, de este modo, una terminal receptora de trayecto los compare con la cadena de caracteres más esperada y verifique la conexión continua con el transmisor deseado.

(2) Monitoreo de errores B3 (trayecto BIP-8)

Esta función monitorea el comportamiento en la transmisión de extremo a extremo del servicio (VC), el cual viaja a través de distintos tipos de media que pudiesen cambiar la ruta y evitar fallas.

(3) Etiqueta de señal C2

El C2 muestra la composición del VC:

No equipado -	la sección es completa pero no existe equipo para generar el trayecto.
Equipado no especificado -	servicios fuera de los definidos a continuación
Estructura TUG -	para VC-4, transporta TUG-3s, no señales de 140M. para VC-3, estructura SONET, transporta TUG-2s, no señales de 45M o 34M.
TU bloqueado -	para compatibilidad con versiones anteriores. (fue eliminado de la recomendación.)
Mapeo asíncrono de 34M o 45M en C3 -	
Mapeo asíncrono de 140M en C4 -	
Mapeo de ATM -	
Mapeo MAN (DQDB) -	en etapa de estudio.
Mapeo de FDDI -	en etapa de estudio.

(4) Estado de trayecto G1

El G1 se encarga de comunicarle al originador de trayecto VC el estado de terminación de trayecto en forma de REI y RDI. El REI señala el resultado del B3 (BIP-8) en forma de número binario (de 0 a 8), y el RDI es iniciado por la detección del AIS, por una falla de trayecto o por diferencias en el trazo de trayecto.

(5) Canal del usuario de trayecto F2, Z3

Estos bytes son asignados para propósitos de comunicación del usuario entre dos puntos de terminación en el trayecto.

(6) Indicador de posición H4

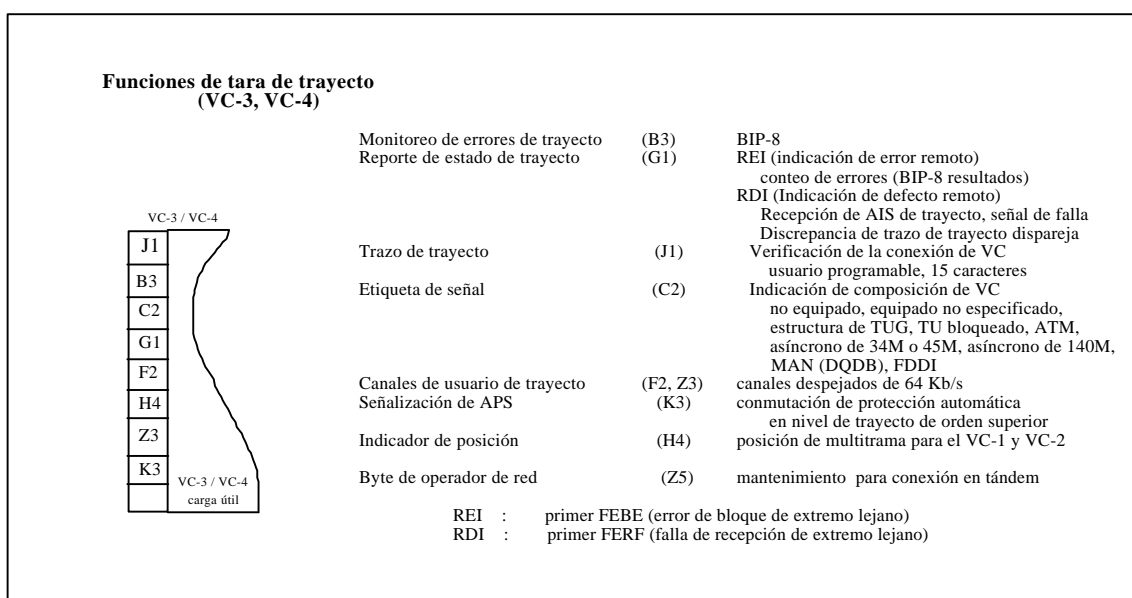
El byte H4 provee un indicador generalizado de multitrama para las cargas útiles. Este puede ser utilizado como un indicador de posición de multitrama para el VC-1 y otros propósitos.

(7) Canal de conmutación de protección automática (APS) K3

Este byte es utilizado para la señalización APS de protección en los niveles de trayecto de orden superior (VC-3 y VC-4).

(8) Byte de operador de red Z5

Este se utiliza para el mantenimiento de conexión en tándem (necesita estudio adicional).



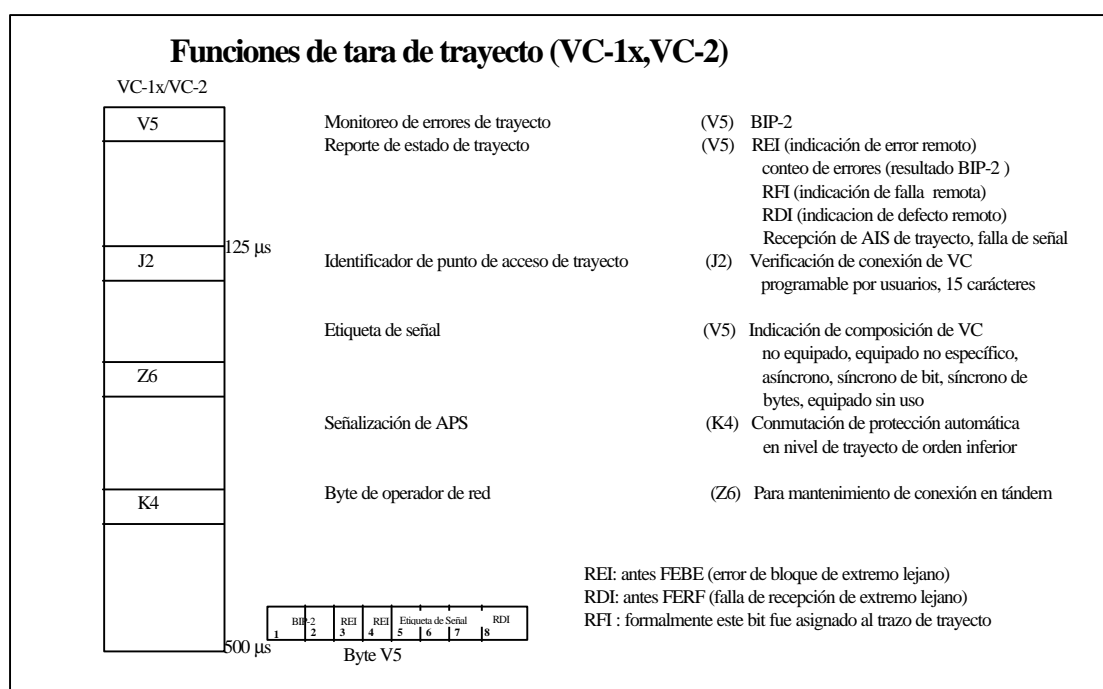
8.3 Encabezamiento de trayecto de orden inferior (VC-1, VC2)

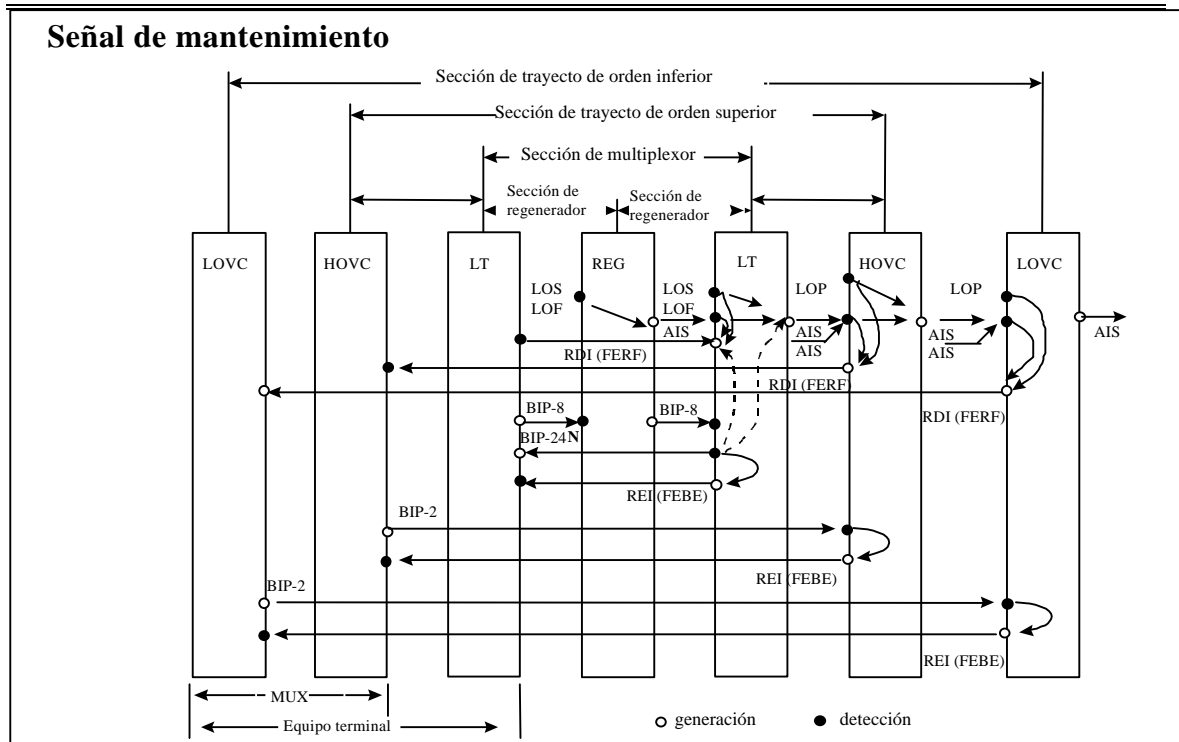
Con la excepción de no tener ni el canal de usuario ni el indicador de posición, las funciones de la encabezamiento de trayecto de orden inferior son idénticas a las de la encabezamiento de trayecto de orden superior. Estas se pueden resumir en: BIP-2, REI (FEBE), RDI (FERF), identificador de punto de acceso en el trayecto (equivalente al trazo de trayecto en HOPOH), etiqueta de señal, monitoreo de conexión de tándem y APS.

La etiqueta de la señal indica el contenido del VC que puede ser “Unequipped” (no equipado), “Equipped-non-specific” (equipado no específico), “Asynchronous” (asíncrono), “Bit synchronous” (síncrono en bits) y “Byte synchronous” (síncrono en bytes). En la última recomendación se suprimió el mapeo de los bits síncronos en 2M.

El cuarto bit de V5 es dedicado al indicador de fallas remotas (RFI) el cual es generado en cuanto se declara una falla. En realidad este bit fue asignado inicialmente al trazo de trayecto, pero en la última recomendación se estableció el uso de un byte independiente (J2) para éste.

Cuando se recibe una condición de señal de falla o AIS de trayecto, se le envía al originador de trayecto el RDI.





Las señales de mantenimiento en la capa de sección son el AIS de la sección multiplexora y la RDI (Indicación de Defecto Remoto, anteriormente conocida como FERF, falla en el extremo receptor). En la capa de trayecto se tiene el AIS de trayecto y la información del estado de trayecto en la forma de REI (Indicación de Error Remoto, anteriormente FEBE) de trayecto. Estas señales de mantenimiento de trayecto se aplican a los niveles de trayecto de orden inferior y superior.

9. Mapeo

9.1 Mapeo de señales de 2 Mb/s

El tamaño de VC-12 necesario para mapear 2 Mb/s son 140 bytes de una trama de tiempo de 500µs. Los bytes V5, J2, Z6 y K4 serán utilizados para POH y el alineamiento de VC-12 dentro de TU-12 se hará posible utilizando un sistema multitrama que consista de cuatro tramas TU-12.

(1) Mapeo de señales asíncronas de 2 Mb/s

El VC-12 encargado de transportar la señal asíncrona de 2 Mb/s está compuesto de 1023 bits de información de transporte (127 bytes + 7 bits): Dos bits para oportunidad de justificación (uno para justificación positiva, otro para la negativa), seis bits para el control de justificación, un byte POH, ocho canales para la encabezamiento de comunicación cuya función aun no ha sido definida, y 73 bits de reserva (8 bytes + 9 bits).

La justificación que se utiliza aquí es para sincronizar una señal PDH a la frecuencia del reloj SDH, cuyo propósito es distinto al proceso de justificación presentado en la sección 8.7 (2) donde la diferencia en frecuencia se “absorbe” dentro de la red SDH.

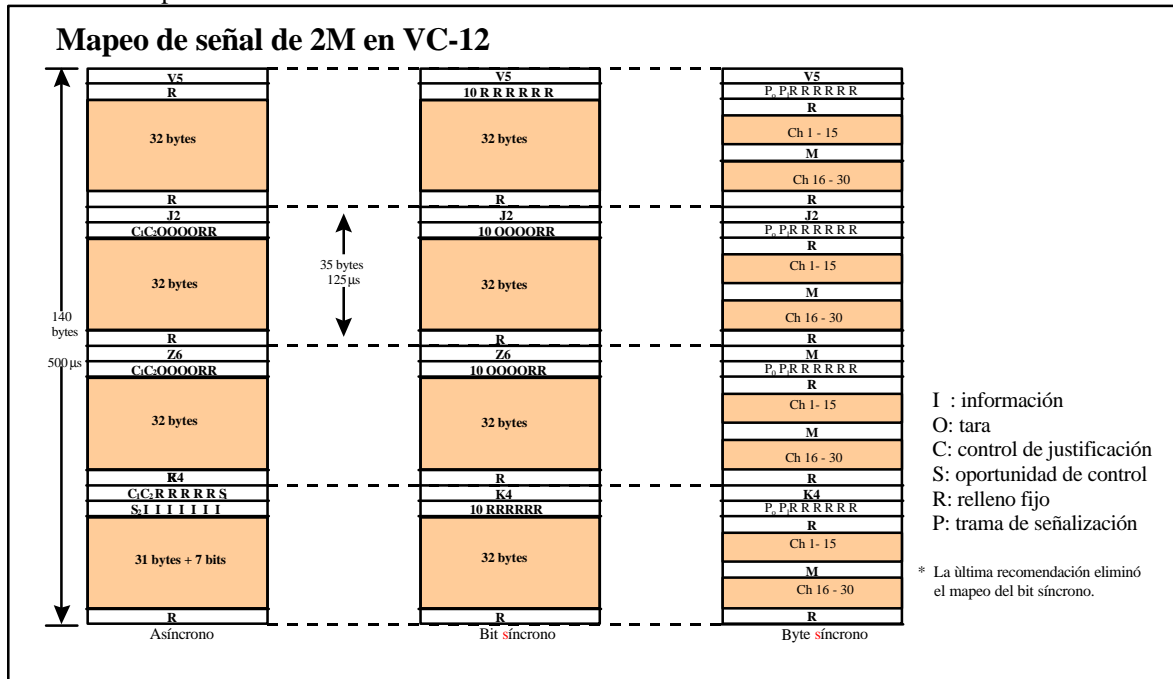
(2) Mapeo de señales de bits síncronos de 2 Mb/s

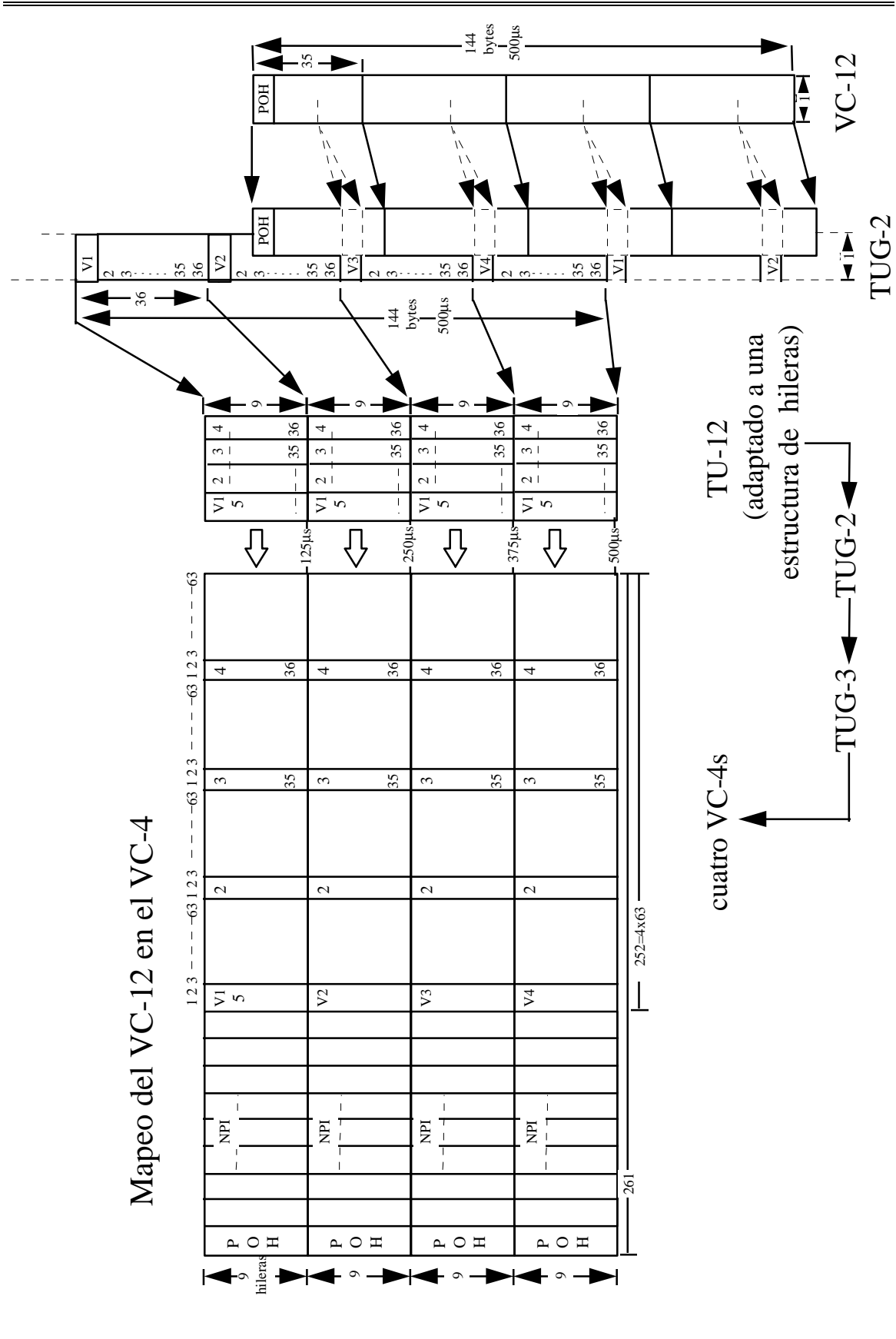
En este caso no es necesario justificación de ningún tipo dado que la señal de 2 Mb/s ya está sincronizada al SDH. Una oportunidad de justificación (S2) en el caso primero, siempre transporta información y la otra (S1) se convierte en un bit de relleno. Los bits de control son dispuestos en 0 y 1.

Este tipo de mapeo fue excluido en la última recomendación siendo un caso especial del primero y además, el mismo multiplexor es capaz de realizar este mapeo sin ningún tipo de cambio o modificación en el proceso.

(3) Mapeo de señales de bytes síncronos de 2 Mb/s

Este tipo de mapeo se utiliza cuando es necesario tener “visibilidad” de los canales de 64 Kb/s por individual en una señal SDH de 2 Mb/s.

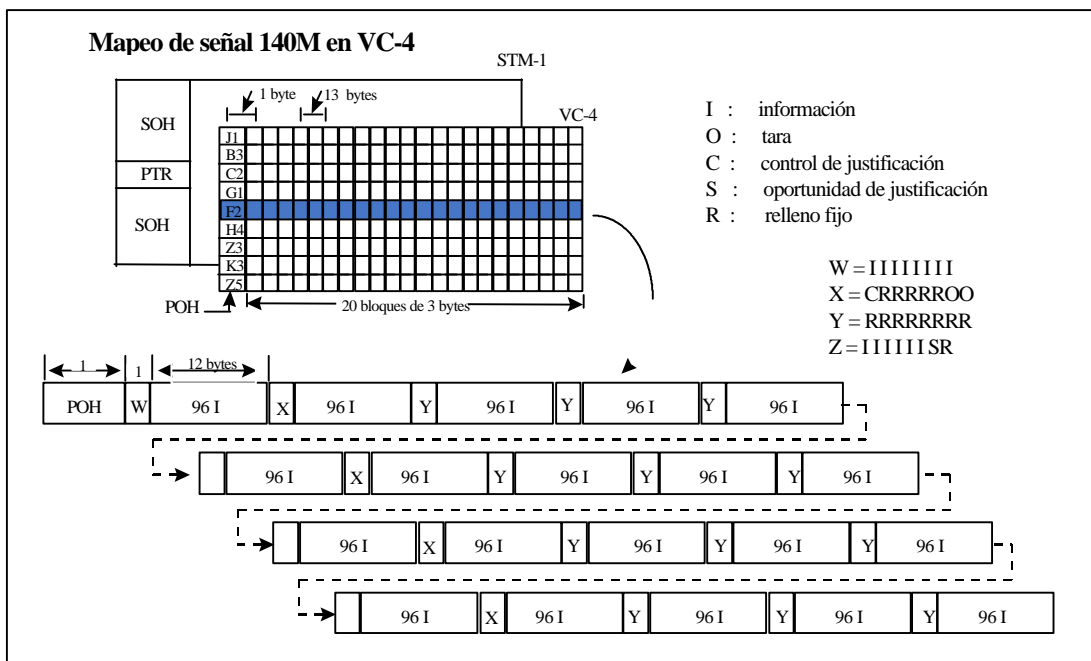
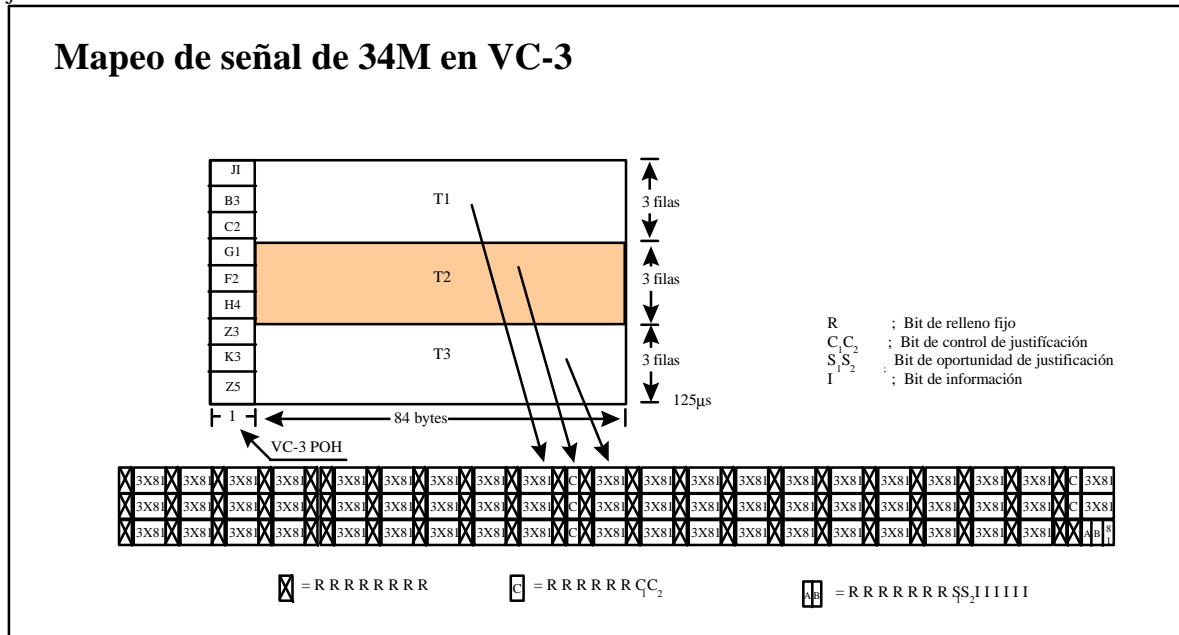




9.2 Mapeo de señales de 34 Mb/s y 140 Mb/s

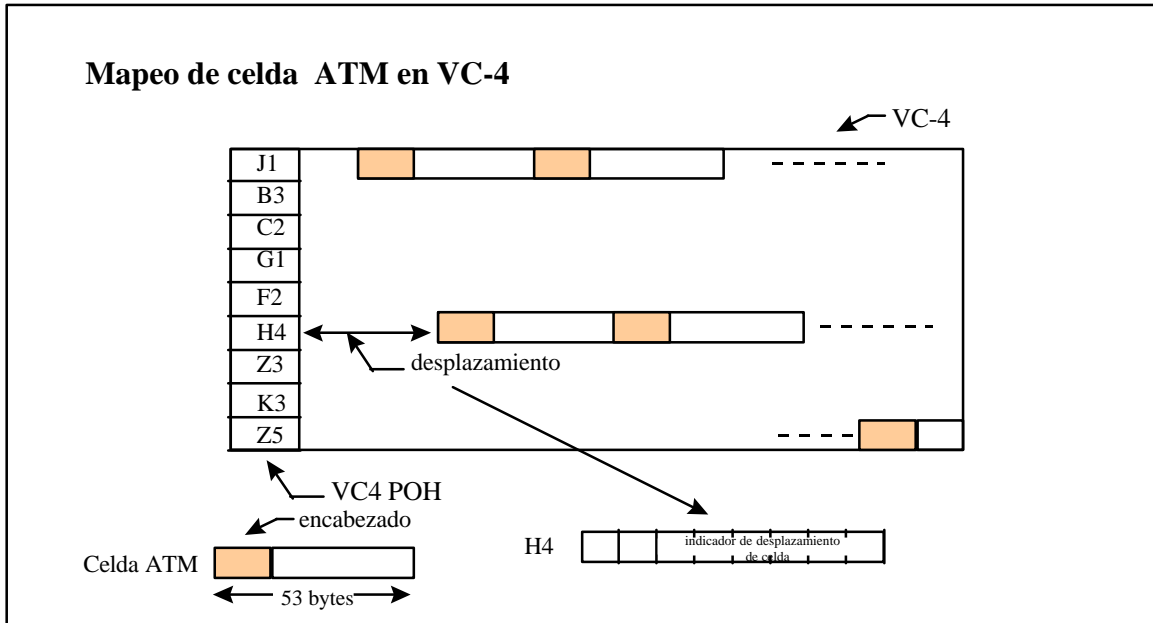
El mapeo de una señal de 34 Mb/s en VC-3 emplea también justificación de tipo positiva y negativa. La trama VC-3 se divide en tres subtramas de justificación que consisten en el siguiente número de filas: 1-3, 4-6 y 7-9. Como la señal norteamericana de 45 Mb/s también puede ser proyectada de esta misma manera y en el mismo tamaño de VC-3, el mapeo de 34 Mb/s resultará en una porción mayor de bits de relleno que la de 45 Mb/s.

El mapeo de 140 Mb/s en un VC-4, por otra parte, utiliza únicamente justificación negativa. Cada una de las nueve filas del VC-4 posee una oportunidad de justificación negativa y cinco bits de control para la justificación.

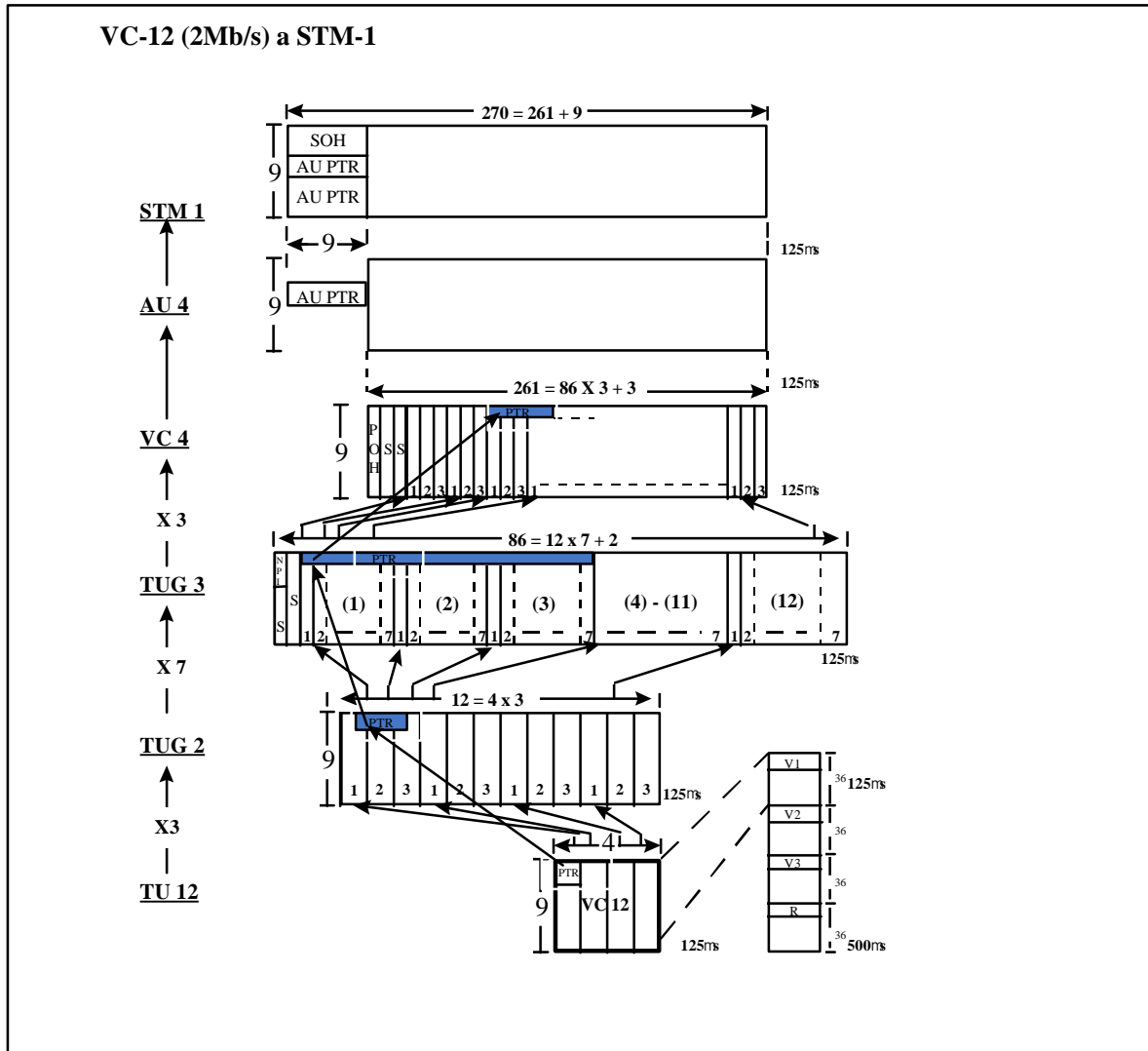


9.3 Mapeo de celda ATM

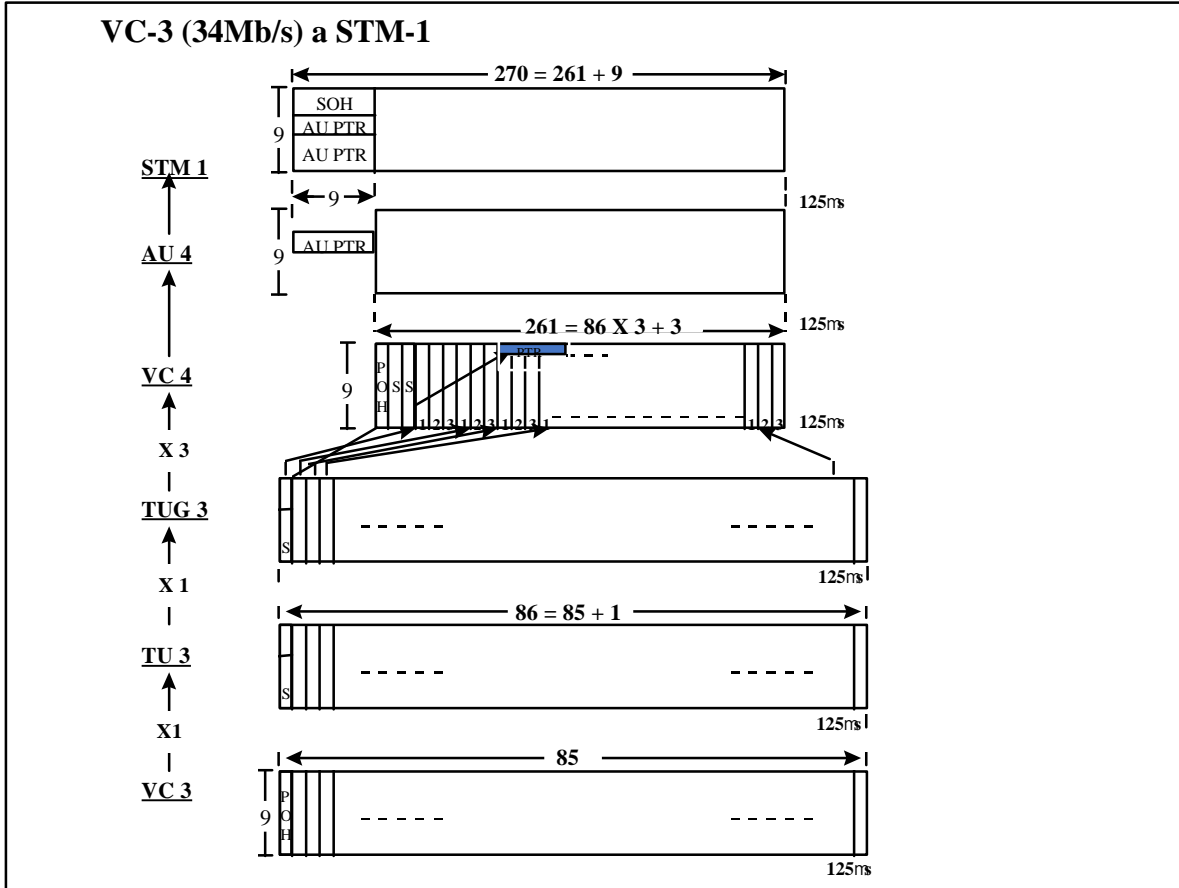
La celda ATM transporta información B-ISDN y su tamaño es de 53 bytes: cinco de cabecera y 48 de información. La celda ATM es mapeada en VC-4 de manera que queden alineados el byte de la celda y el del VC-4. La posición relativa en los límites de cada celda, junto a la trama VC-4, cambia en cada trama dado que la capacidad de la carga útil (2340) no es un múltiplo entero del tamaño total de la celda (53 bytes). El byte H4 del VC-4 muestra este desplazamiento de sí mismo en relación con el límite de la primera celda.



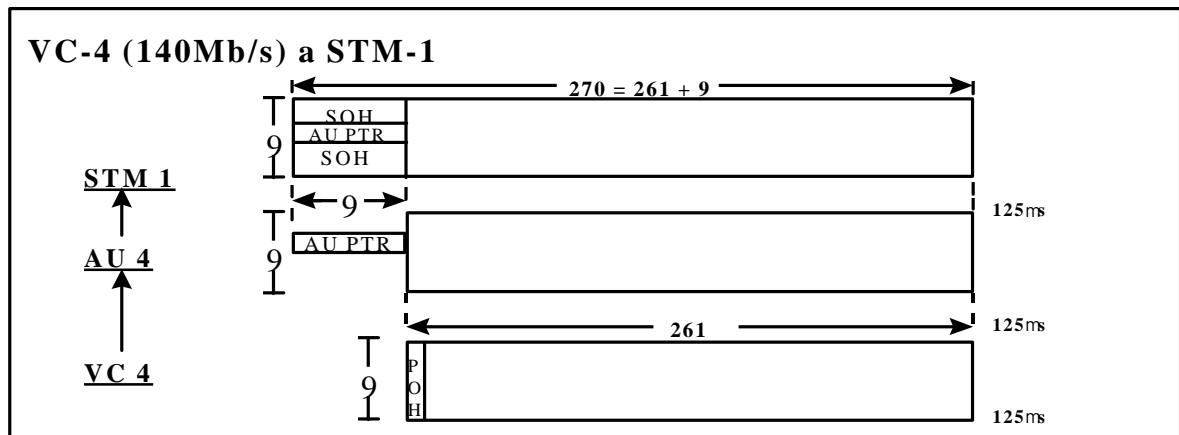
Ejemplo de Mapeo de VC-12 a STM-1



Ejemplo de Mapeo de VC-3 a STM-1



Ejemplo de Mapeo de VC-4 a STM-1



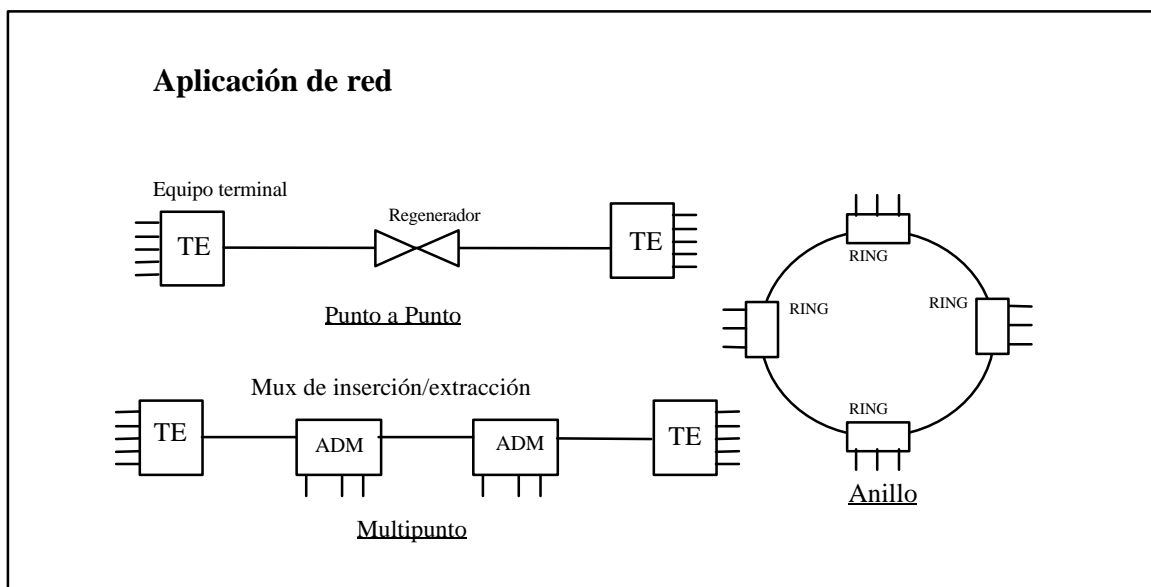
11. Aplicación en Redes SDH

A la aplicación de los elementos de red en operación terminal de "punto a punto" y de "multipunto" se le conoce como "Modo Lineal de Operación".

El multiplexor terminal permite a que las señales tributarias sean multiplexadas y crosconectadas para formar señales de agregado síncronas. Para mayores detalles referirse a la UIT-T Rec.G.782 Type IIa.

El multiplexor de Inserción-Extracción (Add-Drop) permite que las señales tributarias sean insertadas o extraídas desde la señal de agregado. Para mayores detalles referirse a la UIT-T Rec.G.782 Type IIIa.

A otro modo de operación de los elementos de red se le conoce como "Modo en Anillo". Para mayores detalles referirse a la UIT-T Rec.G782 Type IIIa y Type IIIb, Bellcore Spec.TR-TSY-000496. Issue2.



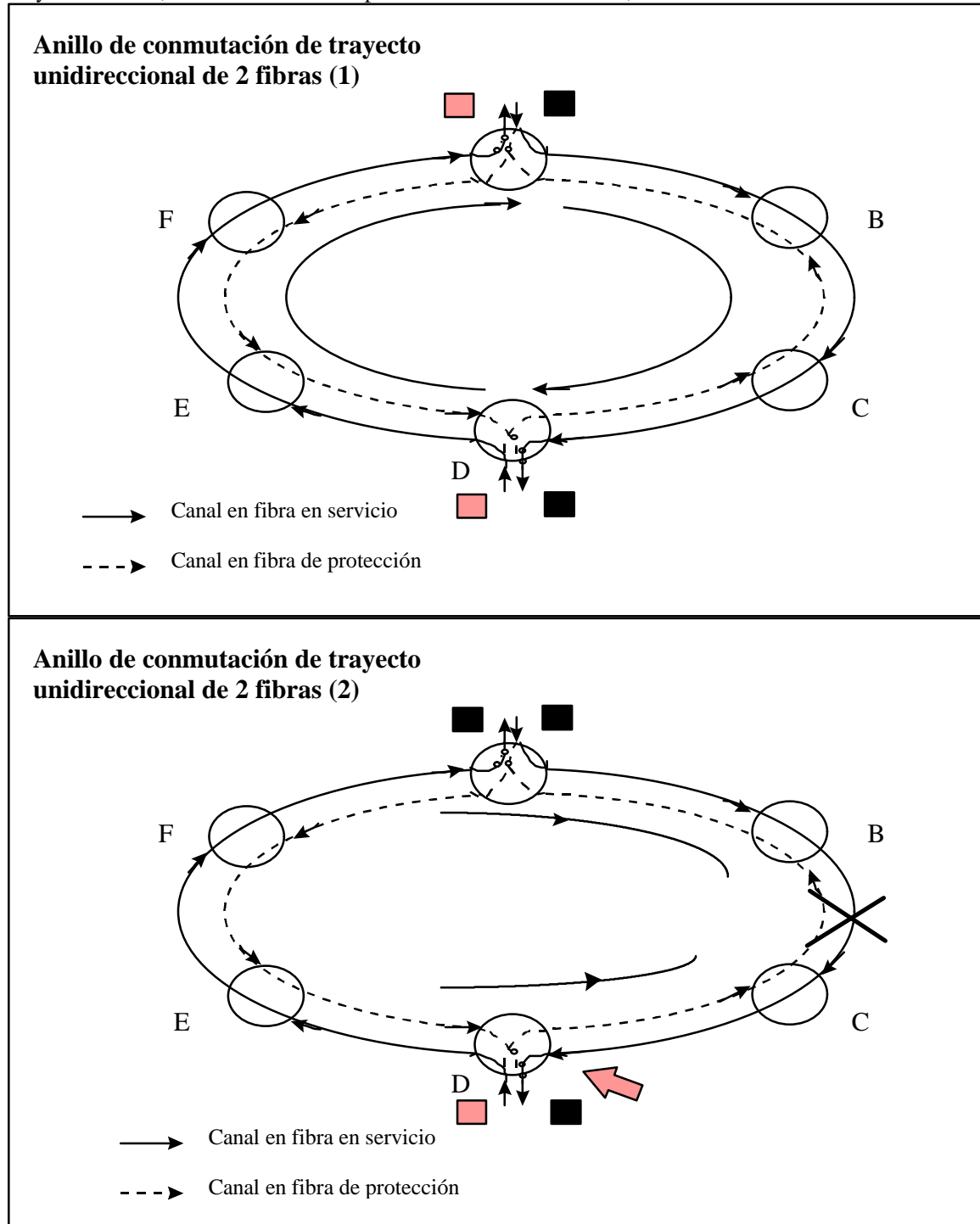
Productos desarrollados por NEC para las configuraciones Anillo en SDH

Configuración de anillo		<u>Capacidad</u>	<u>Control</u>	<u>Tiempo de conmutación</u>	<u>Costo</u>	<u>Aproximación de NEC</u>	
SHR	USHR	PPS—2FUSHR/PPS	pequeña	simple	más rápido	más bajo	STM-1,4
		LPS—2FUSHR/PPS	pequeña	complejo	más lento	más bajo	-
	BSHR	PPS—2FUSHR/PPS	pequeña	complejo	más lento	mediano	-
		2FBBSHR/LPS	mediana	complejo	más lento	mediano	STM-4,16
		4FBBSHR/LPS	grande	complejo	más lento	más alto	STM-4,16,64

<p>SHR : Anillo autorrecuperable</p> <p>USHR : SHR unidireccional</p> <p>BBSHR : SHR bidireccional</p> <p>PPS : Conmutación de protección de Trayecto</p> <p>LPS : Conmutación de protección de Línea</p>	<p>USHR/PPS=SNC/P (Protección de conexión de subred)</p> <p>BBSHR/LPS=MS-SP (Protección compartida de sección de multiplexor)</p>
---	---

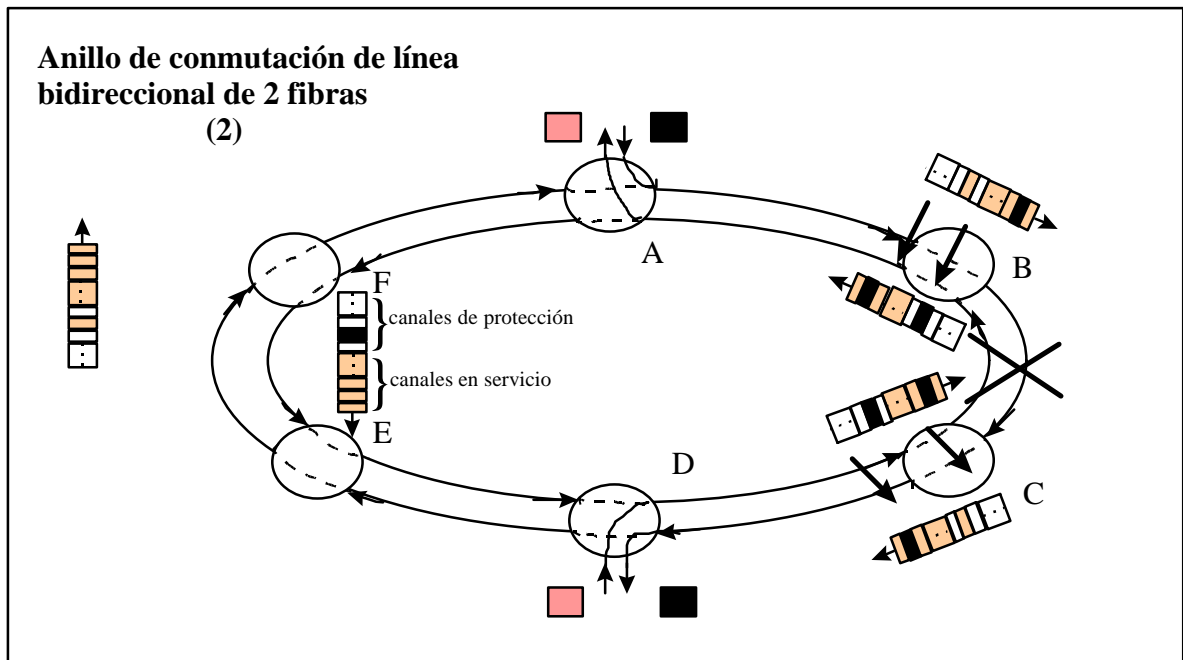
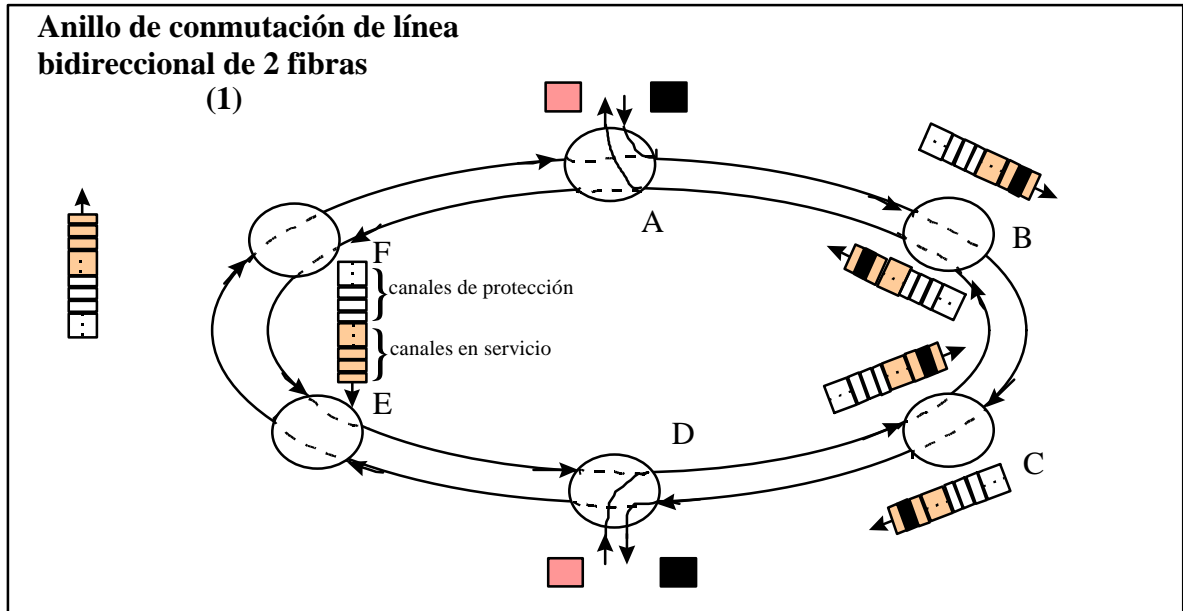
11.1 Sistema de anillo de conmutación de trayecto unidireccional de 2 fibras

En este tipo de configuración se utiliza la tecnología SNCP, en la cual el tráfico de tributario se envía en ambas direcciones (horaria y antihoraria) del anillo. El nodo de recepción compara ambas señales y selecciona la señal con mejor calidad para la recepción, a este nodo se llama "nodo de anillo con conmutación de trayecto unidireccional". SNCP soporta operaciones de anillo a nivel de STM-4. Para mayores detalles, referirse a Bellcore Spec.TR-TSY-000496 Issue 2, ITU-T.Rec.G-841.



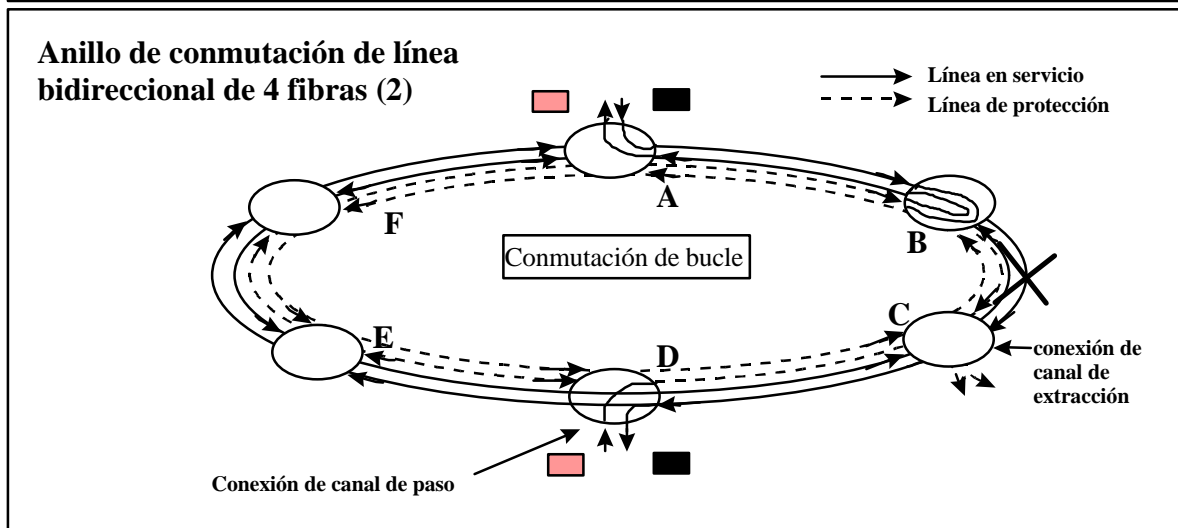
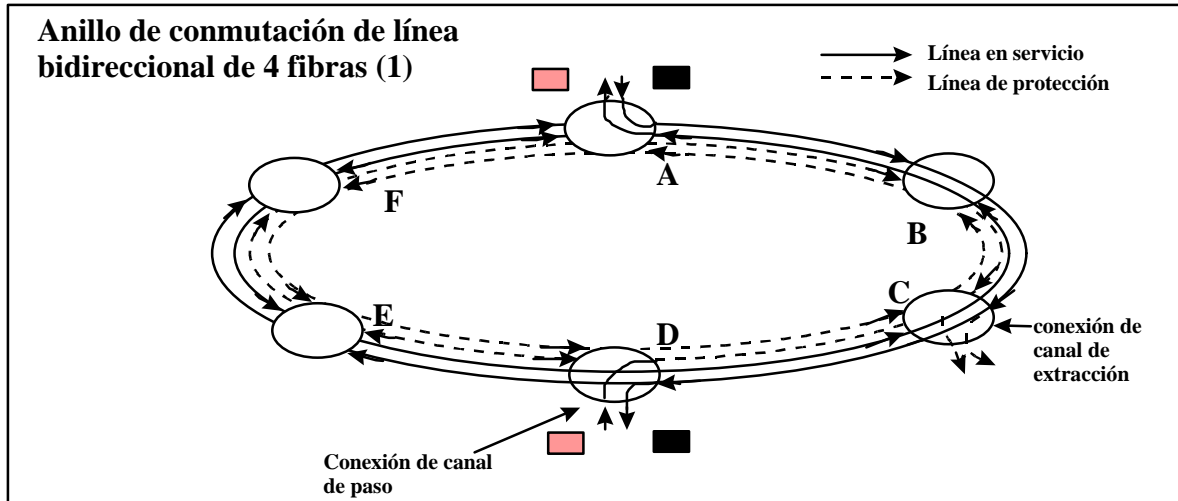
11.2 Sistema de anillo de conmutación de línea bidireccional de 2 fibras

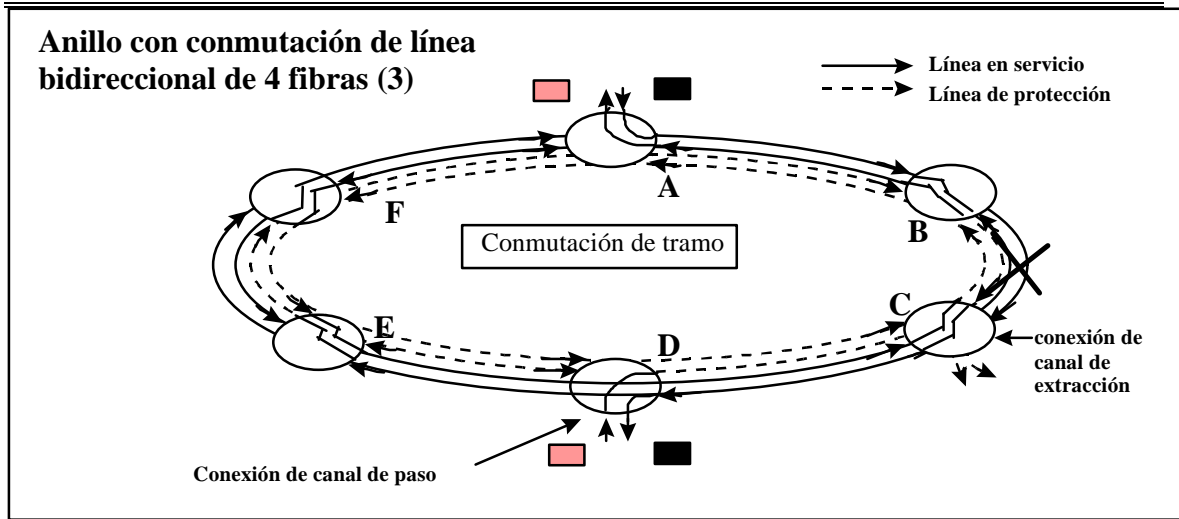
A este tipo de configuración de 2 fibras, se le llama anillo con protección de sección multiplexada compartida. Para mayores detalles referirse a UIT-T Rec.G.841 y a GR-1230-Core.



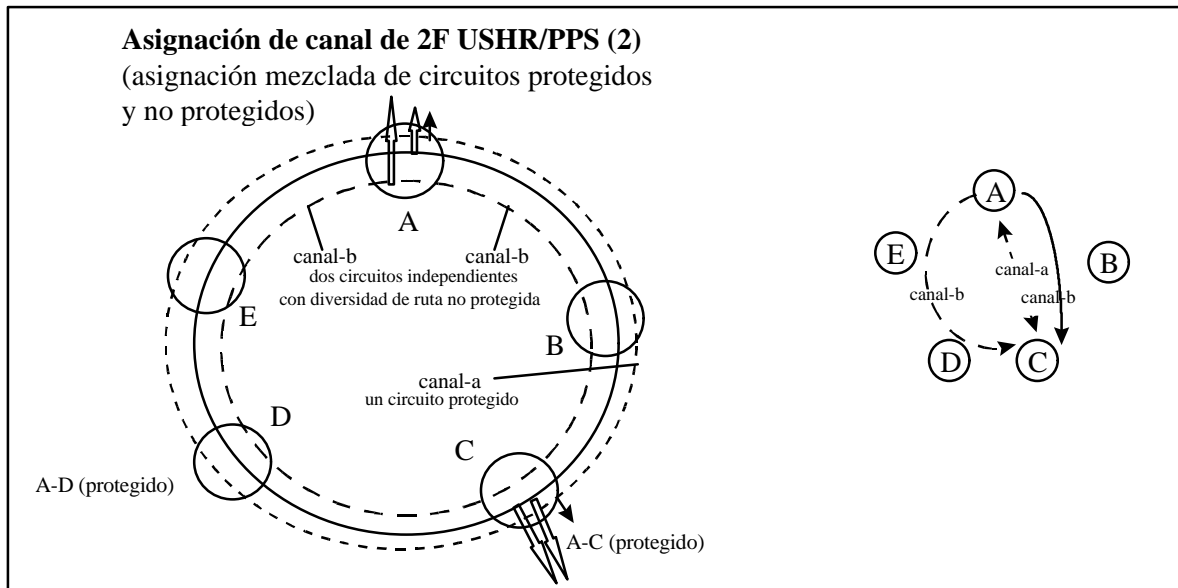
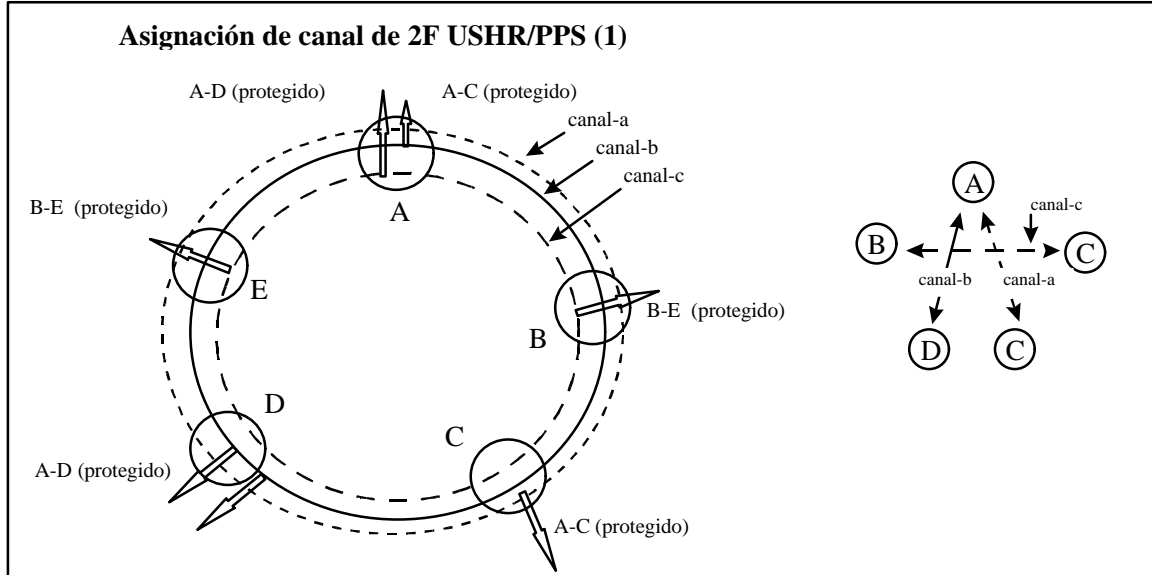
11.3 Sistema de anillo de conmutación de línea bidireccional de 4 fibras

A este tipo de configuración de 4 fibras, se le llama anillo con protección de sección multiplexada compartida entre la línea de trabajo(2 fibras) y la línea de protección (4 fibras). Para mayores detalles referirse a UIT-T Rec.G.841 y a GR-1230-Core.

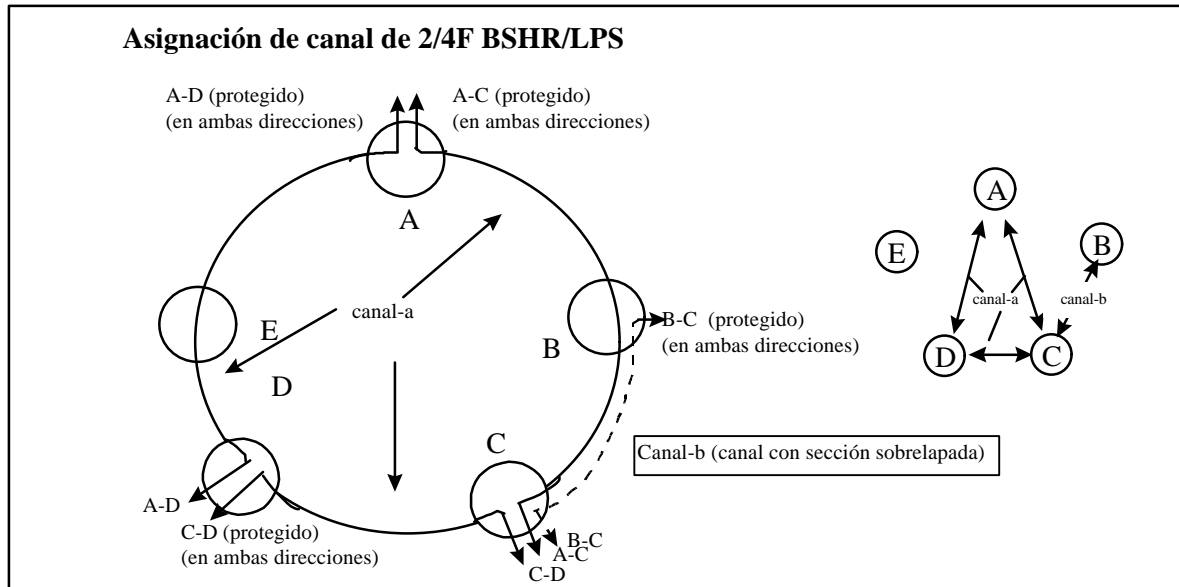




11.4 Ejemplo de asignación de canal de 2F USHR/PPS



11.5 Ejemplo de asignación de canal de 2/4F BSHR/LPS



12. Fundamentos de Sincronización en SDH

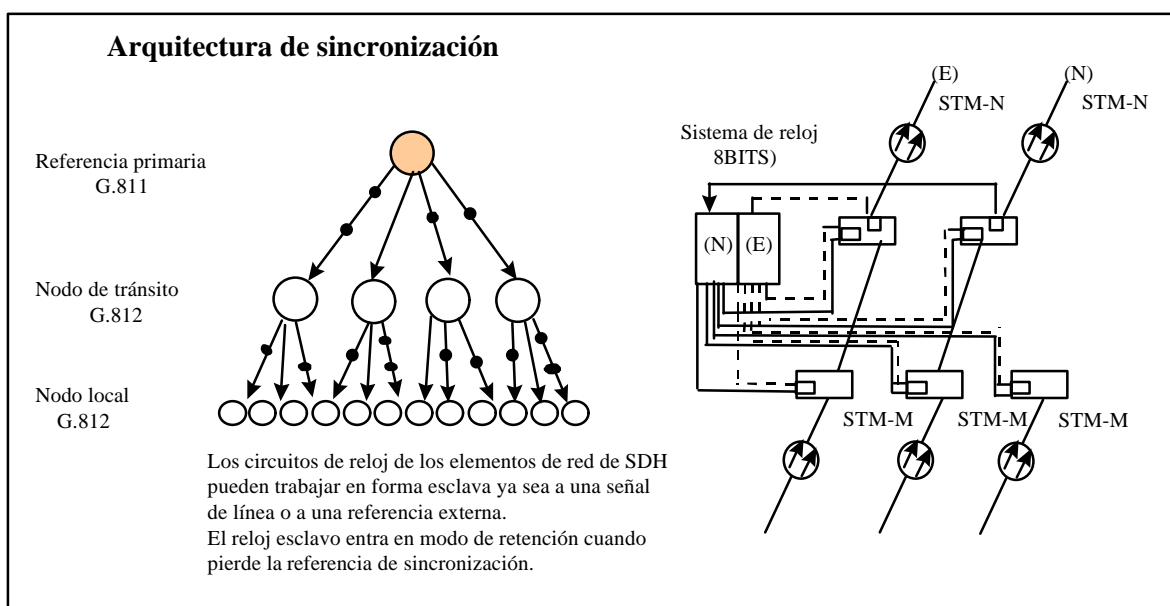
12.1 Arquitectura de sincronización

Todos los elementos de red (NE) en la red SDH se operan bajo un mismo reloj de frecuencia suministrado por una fuente de señal llamada reloj de referencia primario (PRC). En la recomendación ITU-T G.811, se encuentran las especificaciones de rendimiento del PRC, cuya estabilidad y exactitud en frecuencia se hallan en el orden de $\pm 10^{-11}$, posible gracias a un oscilador de cesio.

La distribución de la señal de reloj se manifiesta a través de líneas de transmisión ordinarias como, en este caso, un sistema de transmisión SDH. Los elementos de red "intermedios", tales como regeneradores, multiplexores de inserción y extracción, etc., son operados por medio de un "modo esclavo", el cual utiliza un componente de señal de reloj extraído de la señal STM-N recibida.

El deterioro en la señal de reloj, como la fluctuación acumulada durante la transmisión a través de una cadena de elementos de red y línea de transporte, se reduce con un equipo de reloj esclavo de alto rendimiento según especifica la recomendación G.812 para nodo de tránsito y para nodo local.

Un elemento de red SDH tiene la capacidad de enviar una señal de reloj externa dirigida hacia el BITS (fuente integrada de temporización de construcción) para reducir el deterioro en la señal de reloj. El elemento de red intermedio utiliza directamente la señal de reloj extraída por sí mismo.



12.2 Fuente de sincronización del elemento de red (NE)

Las señales de reloj necesarias para la operación del NE son producidas por un circuito de reloj que corre principalmente bajo el modo esclavo. Las fuentes de referencia disponibles son:

(1) Entrada externa

En este puerto normalmente se conecta o una señal de reloj externa proveniente de un reloj de referencia primario (G.811), o BITS (G.812 tránsito o local), o el reloj de un sistema de conmutación.

(2) Señal de línea STM-N

El componente de la señal de reloj extraída de una señal de línea puede ser utilizado como fuente de referencia, estando éste conectado hacia el este, hacia el oeste o hacia una dirección tributaria. Entonces, el byte S1 del SOH muestra el nivel de calidad del componente de reloj. Este, en cambio, muestra la señal de reloj que originalmente generó la señal de línea STM-N, siempre y cuando la señal STM-N pueda ser encontrada desde G.811 o G.812 T, L, u otro.

(3) Señal PDH de 2 Mb/s en el tributario

Dos de las señales tributarias de 2 Mb/s pueden ser seleccionadas como fuentes de referencia. Este sería el caso si, por ejemplo, el sistema SDH fuese instalado en un área aislada con el reloj síncrono comunicado a través de una señal de 2Mb/s generada por un PRC, o cuando el sistema SDH es sincronizado a un reloj ESS (sistema de conmutación) en vez de PRC.

Aparte de ser utilizado en modo de operación esclavo, el circuito de reloj del NE también puede funcionar como una fuente de reloj independiente, para la cual existen dos modos de operación:

(1) Modo de retención

Mientras el circuito de reloj opera en modo esclavo, todos los parámetros como frecuencia, fase, etc. son memorizados. Cuando el circuito pierde contacto con la fuente de referencia, por alguna falla en la línea por ejemplo, esta información almacenada facilita el flujo de operación continua ininterrumpidamente. De este modo, se pueden evitar perturbaciones de transmisión causadas por cambios abruptos de frecuencia y de fase.

(2) Modo de operación libre

El circuito de reloj que es básicamente un VCXO (oscilador controlado por voltaje), opera libremente sin fuente de referencia. Este es una excelente opción para un área donde no haya una fuente de referencia de reloj disponible, y donde el sistema SDH se utilice de manera semejante al PDH.

En cada elemento de red (NE), se establecen los órdenes por prioridad según la cantidad de fuentes de referencias disponibles. Para seleccionar una fuente de referencia entre varias candidatas, se utiliza este sistema de prioridad al igual que la calidad estimada de cada fuente. Este último método se explica más adelante.

Sincronización de SDH (1)

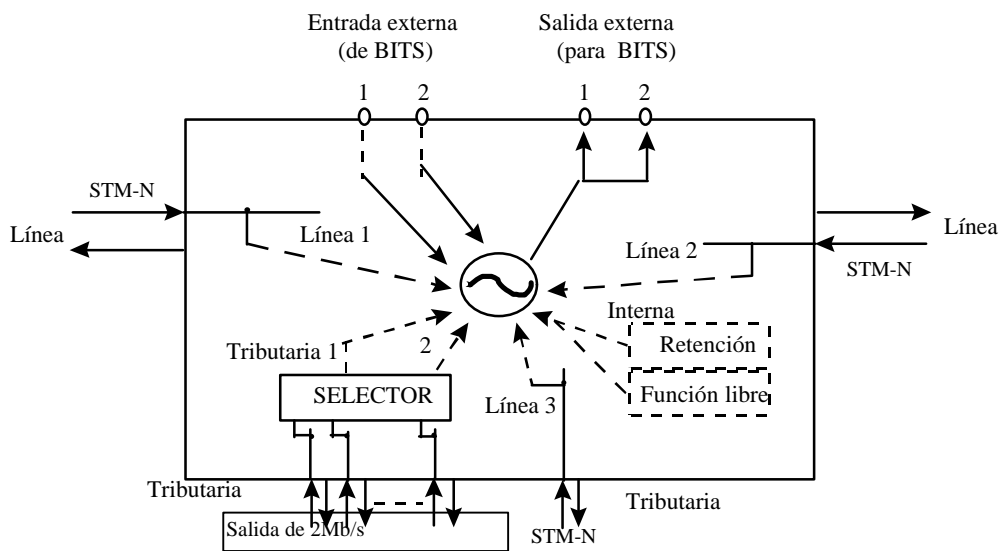
Fuente de reloj y prioridad

externa 1, externa 2
 línea 1, línea 2, línea 3
 tributaria 1, tributaria 2
 interna

Externa; de BITS
 Línea; de cualquier línea de STM-N o tributaria STM-N
 Tributaria; de cualquier tributaria de 2Mb/s
 Interna; retención o funcionamiento libre

El orden de prioridad puede disponerse para cada una de las fuentes de referencia de acuerdo con el plan del usuario.

Fuente de sincronización de elemento de red



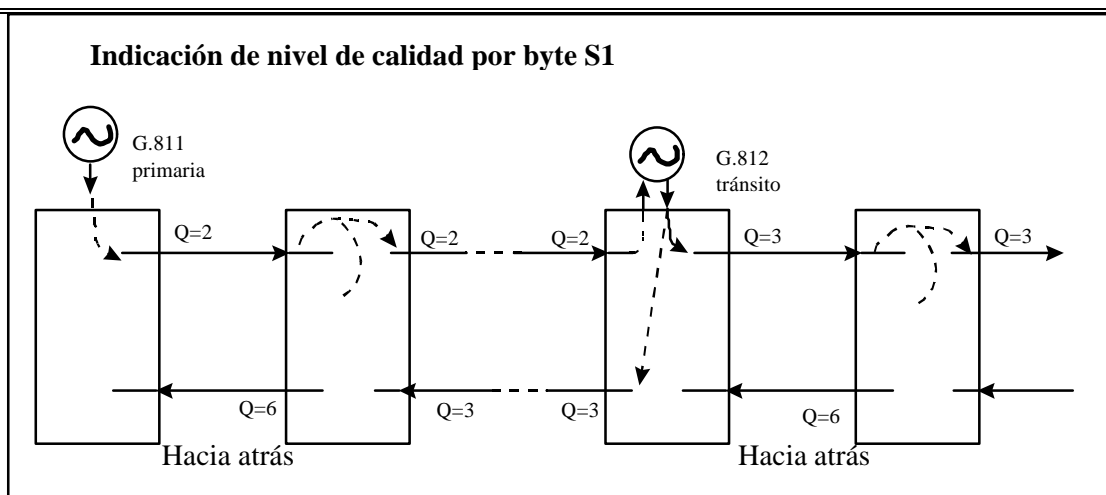
12.3 Nivel de calidad en la fuente de referencia

El byte S1 del SOH muestra el nivel de calidad de la señal de reloj utilizada para generar la señal de línea STM-N (la última recomendación se refiere a S1 como Z1). Las indicaciones S1 son definidas por las recomendaciones del ITU-T (vea la próxima figura) con la excepción de los números indicados por Q, que no son especificaciones sino que sirven para explicaciones más adelante.

Cuando se utilizan entradas externas, relojes internos (tanto en modo libre como en modo de retención) y señales tributarias PDH como fuentes disponibles, el NE necesita disponer el nivel de calidad para cada uno de estos durante el proceso de implementación. Si uno de estos se selecciona como fuente de referencia, entonces el NE le envía un asignador de nivel de calidad en dirección hacia adelante.

En las señales de línea STM-N, el NE otorga el nivel de calidad a cada uno de estos elementos tras el byte S1. Inmediatamente que uno de ellos se utilice, el mismo nivel de calidad que indica el byte S1 es enviado por el NE en dirección hacia adelante. El NE también envía intencionalmente el mensaje Q=6 automáticamente en dirección hacia atrás independientemente de cual sea el nivel de calidad de la fuente de referencia que se utilice. “Hacia adelante” es dirección descendente en la señal de línea desde donde se extrae el reloj y “hacia atrás” es dirección ascendente. Por ejemplo, cuando se utiliza la señal de línea que procede del oeste como referencia, entonces la señal procedente del este se considera en dirección hacia adelante y la del oeste, en dirección hacia atrás. Si la indicación S1 de la señal de línea recibida es Q=6, lo cual significa “no se use”, el NE no puede seleccionar la misma como fuente de referencia. La razón por la cual se mantiene Q activado en Q=6 automáticamente en dirección hacia atrás es para prevenir un bucle de temporización que puede causar conmutación continua e inestable entre varias fuentes.

Sincronización de SDH (2)		
Nivel de Calidad	S1	Rec. del ITU-T
Q	S1	significado (rastreado hacia atrás)
0	0000	calidad desconocida (red síncrona existente)
2	0010	G.811
3	0100	G.812 Tránsito
4	1000	G.812 Local
5	1011	SETS (fuente de tiempo de equipo síncrona)
6	1111	(significa “no se use para sincronización”)
	*	otros números son para uso futuro.
	*	el nivel de calidad se envía al siguiente nodo usando byte S1 del SOH.



12.4 Reglas para la conmutación en fuentes de referencia

Las siguientes reglas se aplican normalmente al seleccionar una fuente de referencia de entre varias que estén disponibles. El nivel de calidad en la fuente (Q) siempre precede el orden de prioridad (P). El orden de prioridad sólo se aplica cuando la selección se hace entre varias fuentes con el mismo nivel de calidad. Aun cuando el byte S1 muestra un valor de $Q \neq 6$, si existe alguna falla de condición; así como una tasa de error excesiva o un AIS, etc., el NE considerará que la calidad de la línea es Q=6 y no la utilizará.

Sincronización de SDH (3) Regla de conmutación de fuente de reloj

- (1) **Seleccione la fuente de reloj disponible con el nivel de más alta calidad (Q).**
- (2) **Para las mismas fuentes de calidad, seleccione la de más alta prioridad (P).**
- (3) **La fuente de una señal de línea de falla se considera Q=6, a pesar de la indicación S1.**
- (4) **S1 de una señal hacia atrás se dispone en Q=6.**

ANEXO

Multiplexación de 21 TU-12 en un TUG-3

Multiplexación de 7 TUG-2 en un TUG-3

Multiplexación de TU-3 en un TUG-3

Multiplexación de 3 TUG-3 en un VC-4

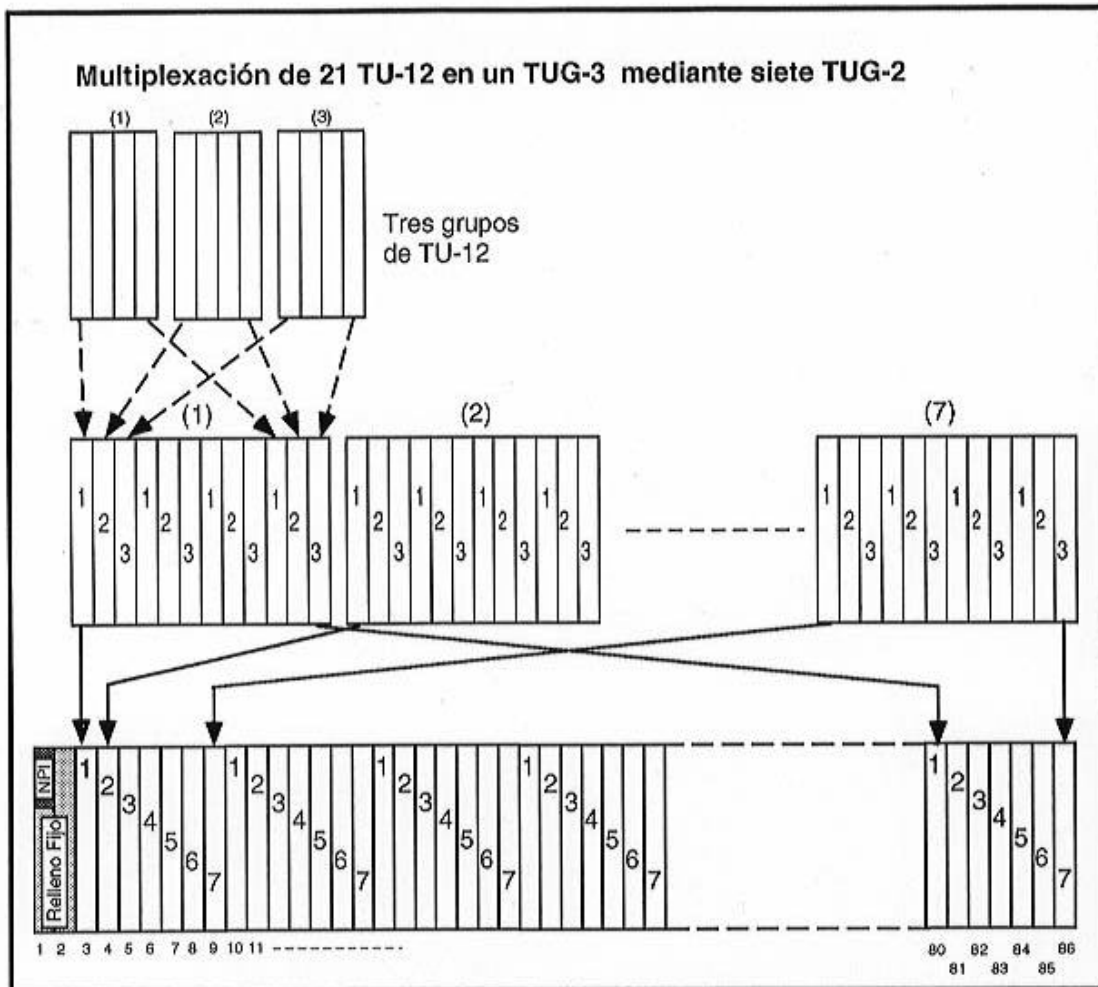
Correspondencia asíncrona de un tributario a 2048 kb/s

Relación de las velocidades binarias entre 2Mb/s y un STM-n

Diagrama en bloque del circuito de retención (Holdover)

Diagrama en bloque del PLL de 38Mb/s

Multiplexación de 21 TU-12 en un TUG-3

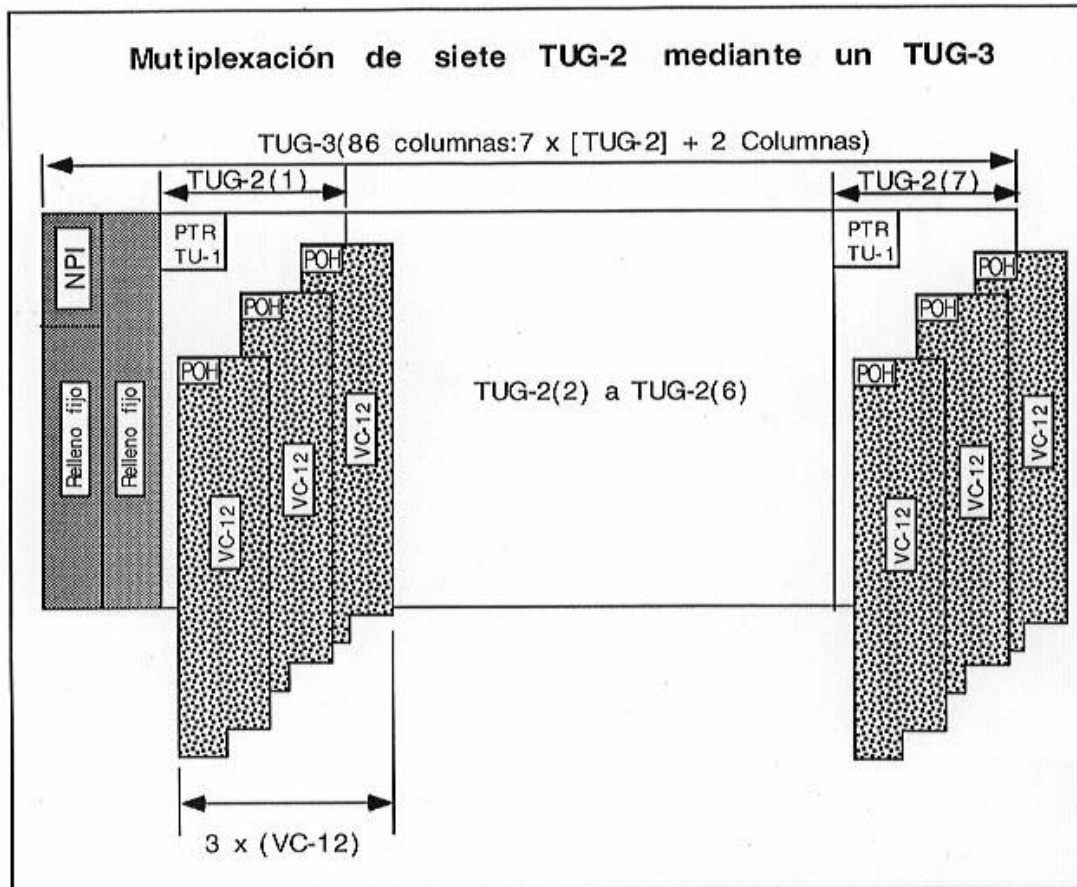


Un TUG-2 contiene tres TU-12 y consiste de nueve filas por 12 columnas. Siete TUG-2 configuran un TUG-3.

El TUG-3 es una estructura de nueve filas y 86 columnas cuyas dos primeras columnas incluye lo siguiente:

1. Una indicación de puntero nulo (NPI) contenida en los primeros tres octetos de la primera columna. Esta NPI puede utilizarse para distinguir entre los TUG-3 que contienen TU-3 y los TUG-3 que contienen TUG-2
2. Relleno en el resto de los octetos de estas dos columnas.

Multiplexación de 7 TUG-2 en un TUG-3



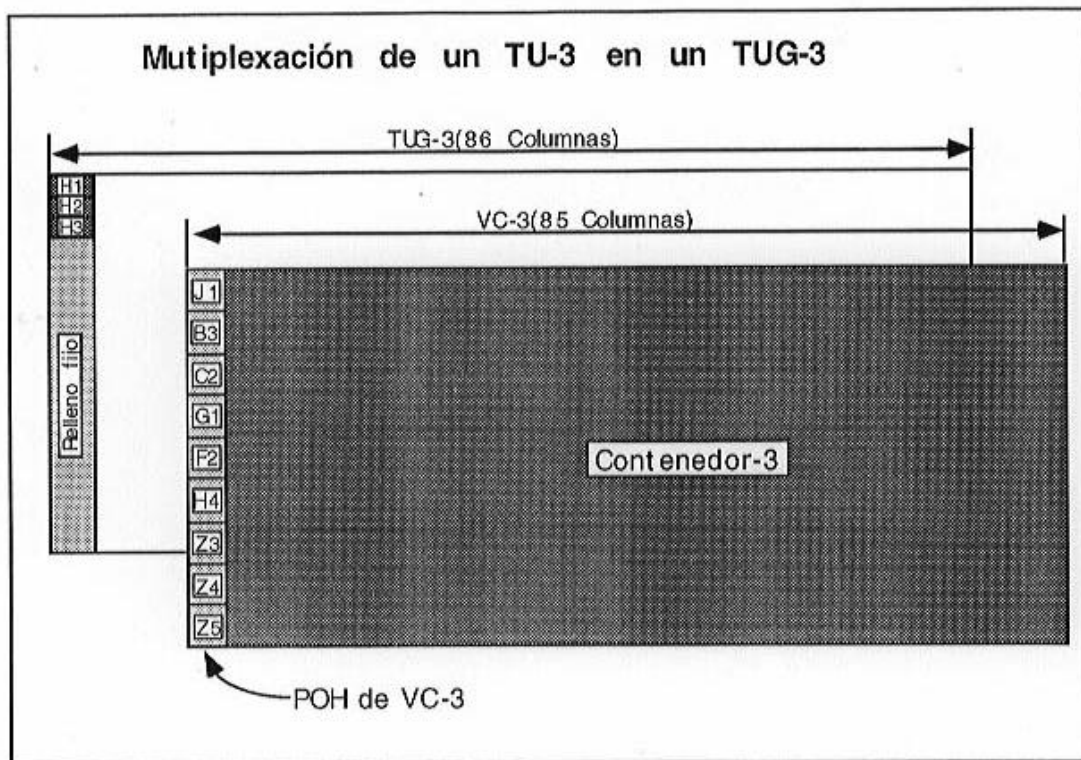
El TUG-3 es una estructura de 9 filas por 86 columnas cuyas dos primeras columnas incluyen lo siguiente:

- Una indicación de puntero nulo (NPI) contenida en los primeros octetos de la primera columna. Esta NPI puede utilizarse para distinguir entre los TUG-3 que contienen TU-3 y los TUG-3 que contienen TUG-2.
- Relleno en el resto de los octetos de estas dos columnas.

Mediante el TUG-3 puede multiplexarse un grupo de siete TUG-2.

La configuración de siete TUG-2 multiplexados mediante los TUG-3 se describe en la página Anexo-1. Los TUG-2 siempre están entrelazados en el TUG-3.

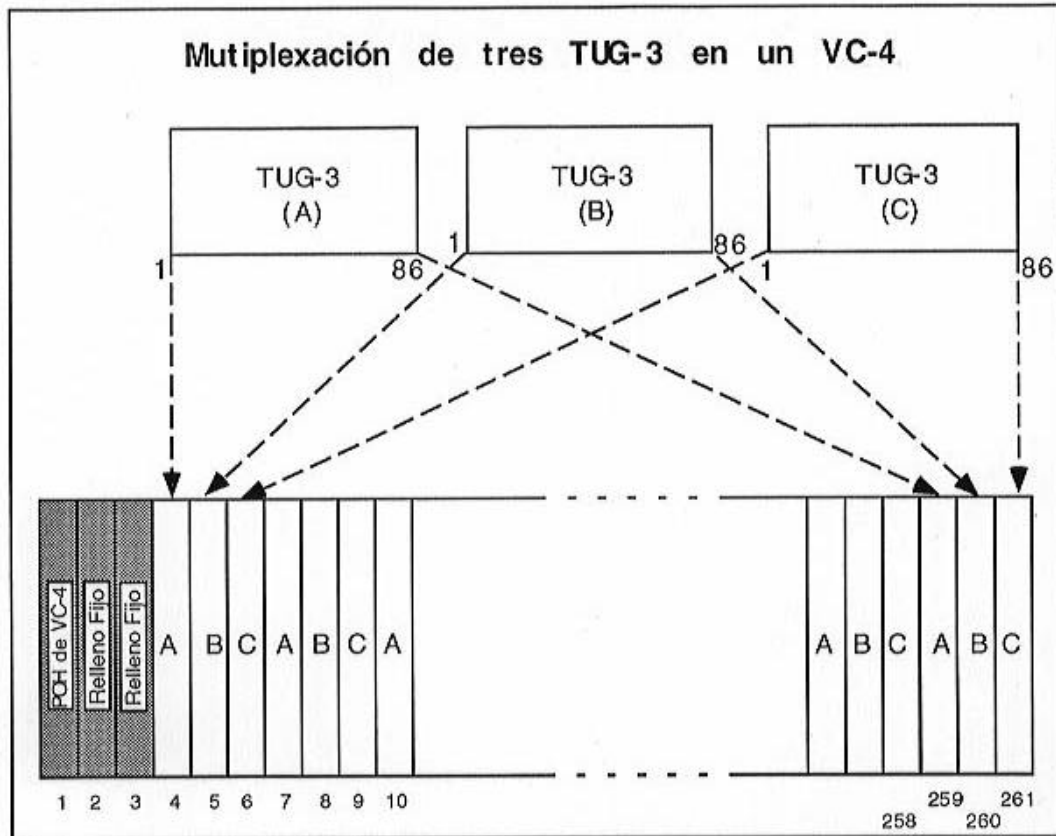
Multiplexación de TU-3 en un TUG-3



La TU-3 consta del VC-3 y del puntero de la TU-3. A la primera columna de nueve filas por 86 columnas se le asigna el puntero de la TU-3 (octetos H1, H2, H3) y un relleno fijo.

La fase del VC-3 con respecto a TUG-3 viene dada por el puntero de la TU-3.

Multiplexación de 3 TUG-3 en un VC-4

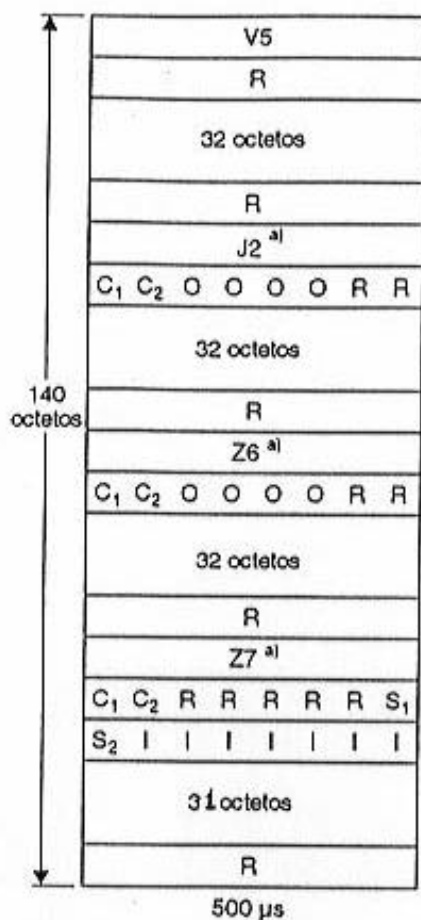


En la figura se muestra la configuración de tres TUG-3 multiplexados en un VC-4. El TUG-3 es una estructura de nueve filas por 86 columnas.

VC-4 consta de una columna de POH del VC-4, dos columnas de relleno fijo y una estructura de contenedor util de 258 columnas.

Los tres TUG-3 están entrelazados por octetos en la estructura del contenedor de nueve filas por 258 columnas y además tiene una fase fija con respecto al VC-4.

Correspondencia asíncrona de un tributario a 2048 kb/s



- a) Asignación provisional.
- I Bit de información
 - O Bit de tara
 - C Bit de control de justificación
 - S Bit de oportunidad de justificación
 - R Bit(s) de relleno fijo

FIGURA 5-8/G.709
Correspondencia asíncrona de un afluente a 2048 kbit/s

Relación de las velocidades binarias entre 2Mb/s y un STM-n

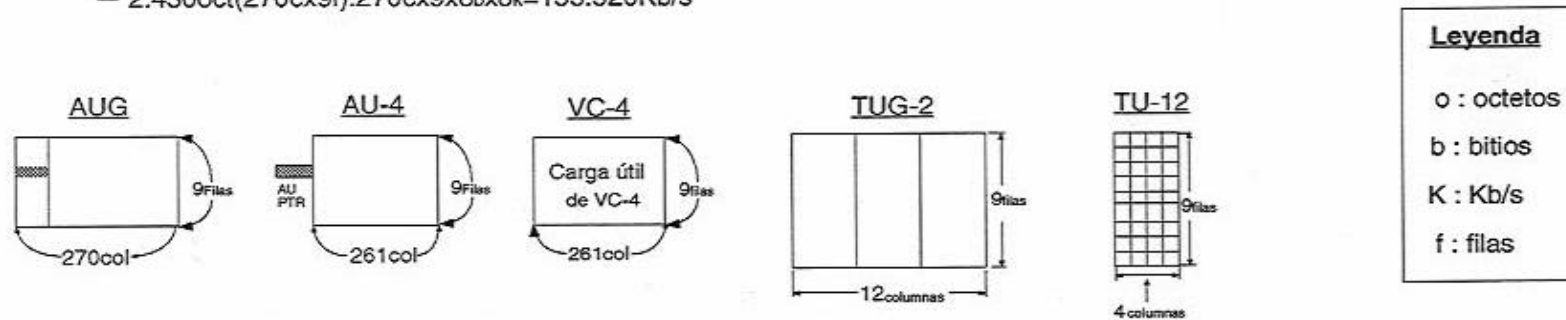
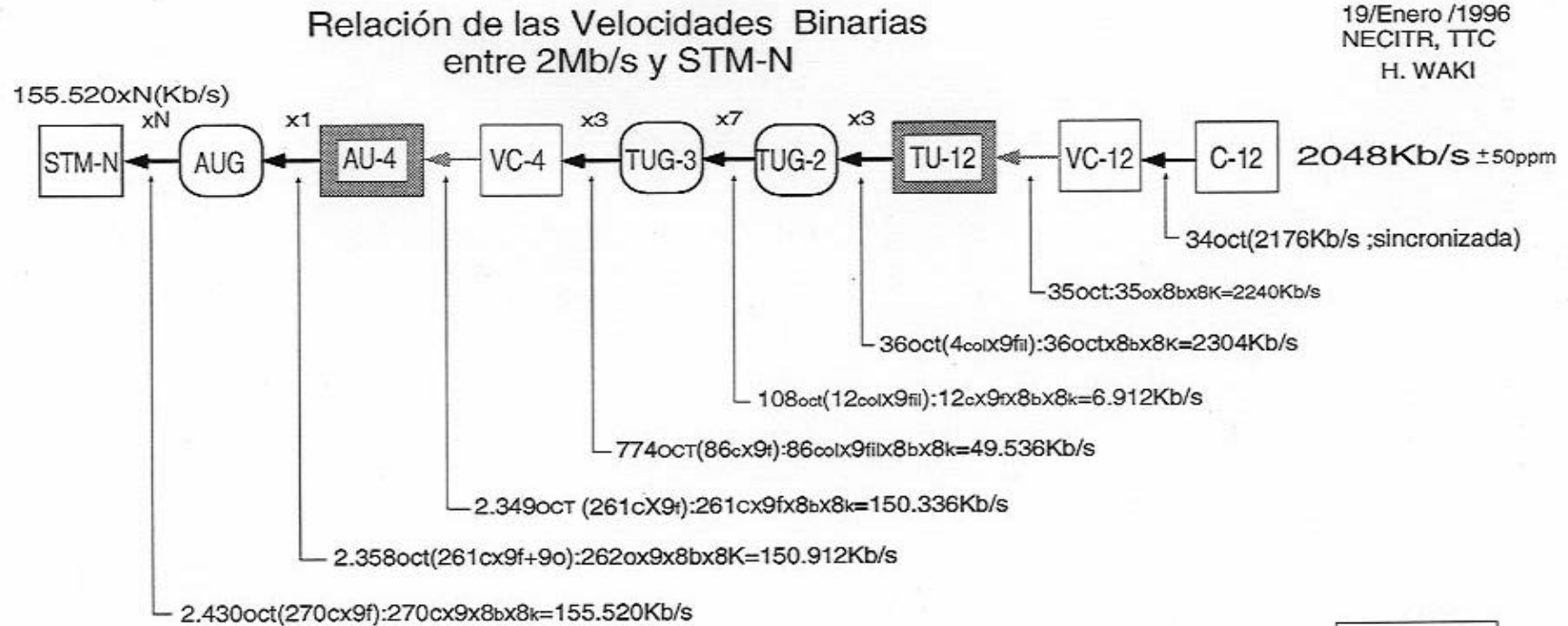


Diagrama en bloque del circuito de retención (Holdover)

Diagrama en Bloques del Circuito de Retención; Hold Over

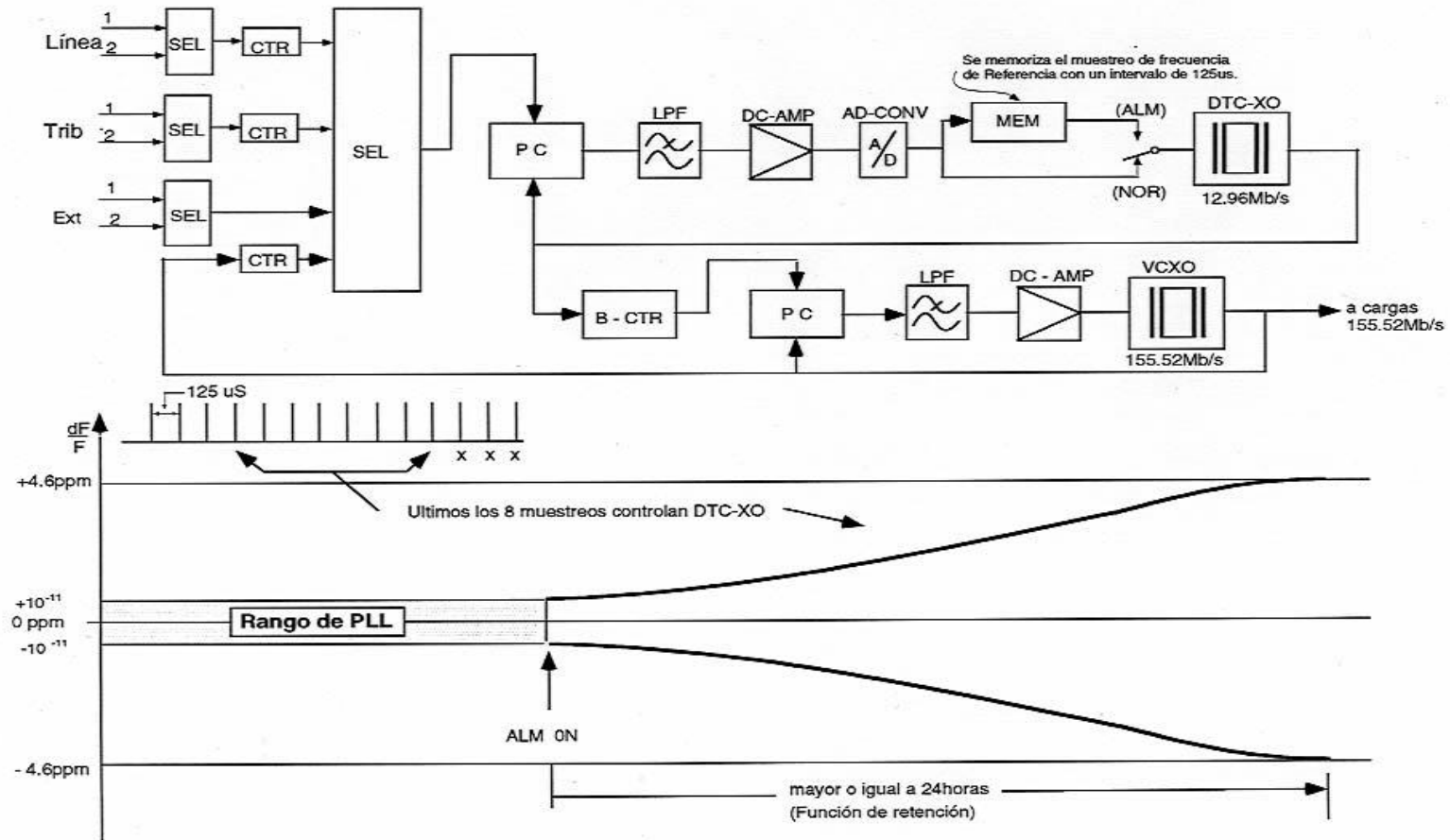


Diagrama en bloque del PLL de 38Mb/s

