

MONOGRAFÍA CIENTÍFICA

Jerarquía Digital Síncrona

*Sistemas de Transmisión
Inteligentes*

Autores: J. Portillo Meniz, D. Rodríguez Esparragón,
J. G. Viera Santana, y J. C. Hernández Haddad.

Profesores Titulares de Escuela Universitaria



Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

2006

MONOGRAFÍA CIENTÍFICA

JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

SISTEMAS DE TRANSMISIÓN INTELIGENTES

© Jorge Portillo Meniz, Dionisio Rodríguez Esparragón,
José G. Viera Santana y Juan C. Hernández Haddad, 2006.

ISBN: 84-68989-77-0

Depósito Legal: GC 457-2006

Impresión: Impreso en el Servicio de Reprografía
de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del <Copyright>, bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendido la reprografía y el tratamiento informático.

Índice

Introducción	5
Capítulo 1. Origen de la JDS	9
Introducción	11
1.1 Características Básicas de la JDS	12
1.2 Ventajas de la JDS frente a la JDP.	18
1.3 Conclusión	21
Capítulo 2. Conceptos y Definiciones de la JDS	23
Introducción	25
2.1 Contenedor (C)	25
2.2 Contenedor Virtual (CV)	26
2.3 Unidades (U)	27
2.4 Sección y Trayecto	31
2.5 Taras o encabezados (O.H. – Over Head)	31
2.6 Punteros	32
Capítulo 3. Estructuras Básicas de la JDS	33
Introducción	35
3.1 Estructura de Trama Básica (MTS_1)	35
3.2 El Área de Carga	38
3.3 Punteros	43
3.4 P.O.H. del CV4	50
3.5 Descripción funcional de elementos de red	52
3.6 Tipos de Protección en la JDS	54
Capítulo 4. Averías Típicas en la JDS	55
Introducción	57
4.1 Red JDS típica	57
4.2 Detección y localización de una avería	60
4.3 Redes multioperadora	66
Apéndices	67
Apéndice 1 Recomendaciones de la UIT-T	69
Apéndice 2 Dibujos y tablas.....	77
Glosario	83
Definiciones y Acrónimos más importantes	85
Bibliografía	89

Introducción

Introducción

Hasta hace dos décadas los sistemas de transporte de red han estado basados en la Jerarquía Digital Plesiócrona (*JDP*). La *JDP* utiliza las técnicas de Multiplexación por División en el Tiempo para aumentar la capacidad de transporte de los medios físicos. Sin embargo, para tener acceso a los canales de voz contenidos en las señales de alta velocidad, se hace necesaria la demultiplexación completa de la trama binaria en sucesivas etapas hasta llegar a las señales de baja velocidad. En la *JDP* las señales son eléctricas y los medios físicos son básicamente cables coaxiales y también medios no guiados.

El inconveniente del acceso a flujos binarios de baja velocidad en las tramas de alta velocidad y la falta de estandarización universal de la Jerarquía (existen tres Jerarquías Plesiócronas diferentes, la Europea, la Americana y la Japonesa), además de la standardización incompleta de la trama de mayor velocidad de la *JDP* Europea (en la trama de 565 Mbit/seg. no esta estandarizado el código de línea) ha propiciado el desarrollo de métodos de transmisión digital mas acorde con las tecnologías emergentes y con la demanda de ancho de banda actuales.

Para evitar los problemas derivados de las limitaciones de la Jerarquía Digital Plesiócrona antes comentada, en 1985 se comienza a desarrollar una *Red Síncrona* en EEUU. Este estudio dio como resultado la Red Óptica Síncrona (*SONET*), con una velocidad binaria para el primer nivel jerárquico de dicha red de 51.840 Kbit/seg., que da cabida al último nivel de la *JDP* Americana, cuya velocidad es de 44,736 Kbit/seg., lo que facilita la integración de la red eléctrica *JDP* Americana en la Óptica *SONET*.

La red *SONET*, utilizada en Estados Unidos, sirvió de plataforma de diseño para la actual red universal Jerarquía Digital Síncrona (*JDS*) de transmisión digital de gran capacidad y de cobertura global. Esta red parece que finalmente ha puesto de acuerdo a todos los implicados en la estandarización de *Jerarquías* y ha sido adoptada y aceptada universalmente. La *UIT-T* ha generado una serie de normas y recomendaciones para la *JDS* con estándares universales para su implementación, explotación y mantenimiento.

La *JDS* ha sido diseñada para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la transmisión digital, para ello se ha tenido en cuenta la diversidad de formatos digitales existentes de manera que sus “*Especificaciones Técnicas*” se han escrito para que los flujos binarios de la *JDP* existentes al igual que otros formatos digitales (*ATM*, nx64 Kbit/seg.) se puedan integrar fácilmente con la actual red *JDS*.

En este trabajo monográfico se hace un estudio riguroso de las características técnicas y operativas de las redes digitales implementadas según las especificaciones de la *JDS*. La bibliografía y documentación que hace referencia a la *JDS* es muy escasa y dispersa, lo que hace de este documento un texto práctico e interesante. También se hace un estudio de las causas que ocasionan la mayor parte de las averías en este tipo de red (más fiable y eficiente que la anterior *JDP*).

Este documento podría estar complementado con una exposición previa de los sistemas de transporte de red implementados con la *JDP* y con las técnicas de digitalización utilizadas en telefonía. Sin embargo, esto habría extendido innecesariamente el documento que pretende ser monográfico y por lo tanto, se supone al lector conocedor tanto de las técnicas de digitalización en telefonía como de las especificaciones técnicas de la *JDP*.

Capítulo 1

Origen de la J.D.S.

Introducción

Con objeto de evitar los problemas derivados de las limitaciones de la *JDP*, en 1985 en EEUU se llega a la definición de la red *SONET* (Red Óptica Síncrona). Las limitaciones de la *JDP* que solucionó la red *SONET* y posteriormente la actual red *JDS* son, la falta de estandarización universal, la necesidad de multiplexar y demultiplexar por completo las señales de alta velocidad para acceder a señales de baja velocidad contenidas en estas y la capacidad máxima de transporte de los medios, además de la falta de una gestión de los sistemas.

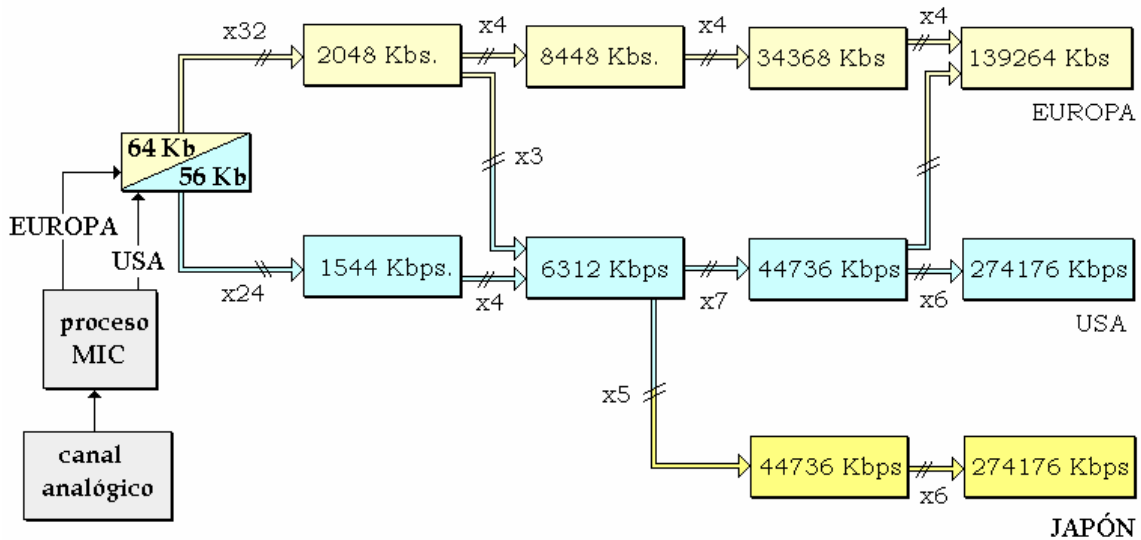


figura 1 Velocidades y vías de interconexión en los tres estándares de la Jerarquía Digital Plesiócrona.

En un principio esto condujo a una velocidad binaria para el primer nivel jerárquico de dicha red *SONET* de 51.840 Kbit/seg., que da cabida al último nivel de la *JDP* Americana, cuya velocidad es de 44,736 Kbit/seg.

VELOCIDADES BINARIAS DE LA RED SONET

STS = Señal de Transporte Síncrono.

PO = Portadora Óptica.

NIVEL	SEÑAL	VELOCIDAD BINARIA
STS-1	PO-1	51.840 Kbit/seg.
STS-3	PO-3	155.520 Kbit/seg.
STS-9	PO-9	466.560 Kbit/seg.
STS-12	PO-12	622.080 Kbit/seg.
STS-18	PO-18	933.120 Kbit/seg.
STS-24	PO-24	1.244.160 Kbit/seg.
STS-36	PO-36	1.866.240 Kbit/seg.
STS-48	PO-48	2.488.320 Kbit/seg.

Las velocidades de la red *SONET* en negrita coinciden con los niveles 1, 4 y 16 de la Jerarquía Digital Síncrona (MTS_1, MTS_4 y MTS_16).

1.1 Características Básicas de la Jerarquía Digital Síncrona

En general los criterios de implantación o despliegue de la red *JDS* siguen una estrategia de superposición, es decir se mantiene una convivencia con la red actual *JDP* congelada, cubriendo con los sistemas *JDS* los incrementos de demanda, así como los potenciales clientes de red de transporte síncrona.

Las tramas tributarias de la *JDS* están diseñadas para contener cargas útiles cuyo contenido puede ser: señales binarias de la *JDP*, flujos *ATM* y canales de $n \times 64$ Kbit/seg.

La Jerarquía Digital Síncrona *JDS* especifica una velocidad de transmisión básica normalizada, un formato de trama y una estructura de multiplexación que ha de

transportarse a través de un interfaz óptico normalizado (también de radio), denominado Interfaz de Nodo de Red (INR).

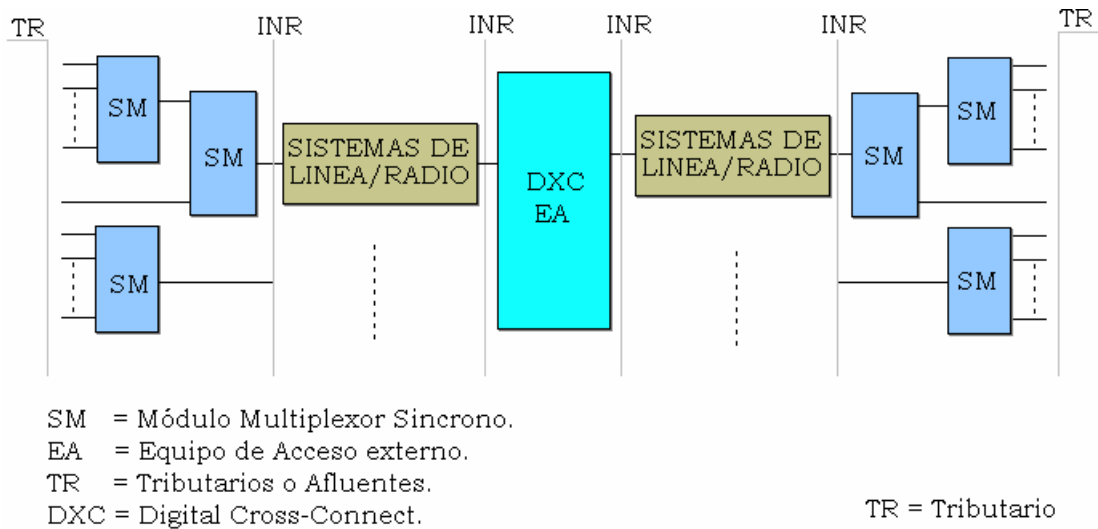


figura 2 Concepto de “Interfaz de Nodo de Red”.

Resumen de características funcionales de elementos de red en la JDS.

REGENERADOR

- Mantiene las características de la señal.*
- Atenuación debido a la dispersión y la resistencia.*
- Distorsión de los pulsos transmitidos.*
- Ruidos diversos dependiendo del medio.*

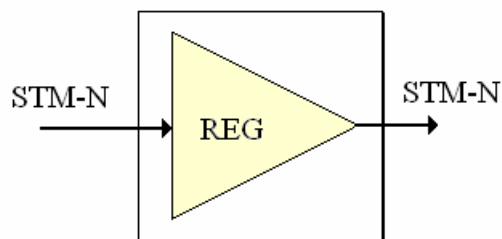


figura 3 Regenerador

MULTIPLEXOR TERMINAL DE LÍNEA

Multiplexa señales Plesiócronas en Tramas STM_N y a la inversa.

Los puntos de entrada y de salida de la red definen los Trayectos.

Son las interfaces entre la red JDS y el mundo exterior.

Realizan el mapeado / demapeado de las señales.

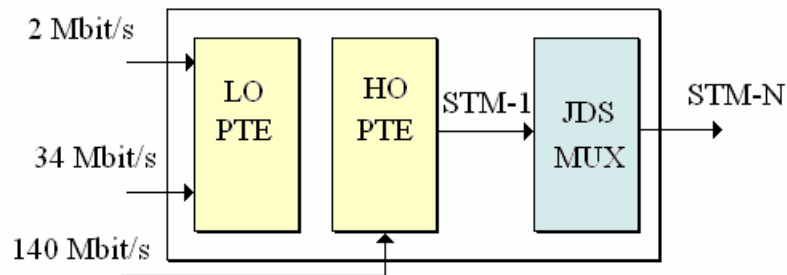


figura 4 Multiplexor Terminal de Línea.

MULTIPLEXOR DE EXTRACCIÓN E INSERCIÓN

Inserta y extrae señales plesiócronas y síncronas en tramas MTS_N.

Elemento básico de las redes con topología en anillo.

Adecuadas para configuraciones redundantes y tolerantes a fallos, flexibles y versátiles.

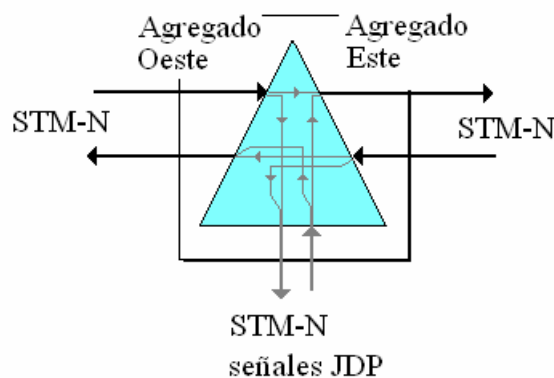


figura 5 Multiplexor de Extracción/Inserción

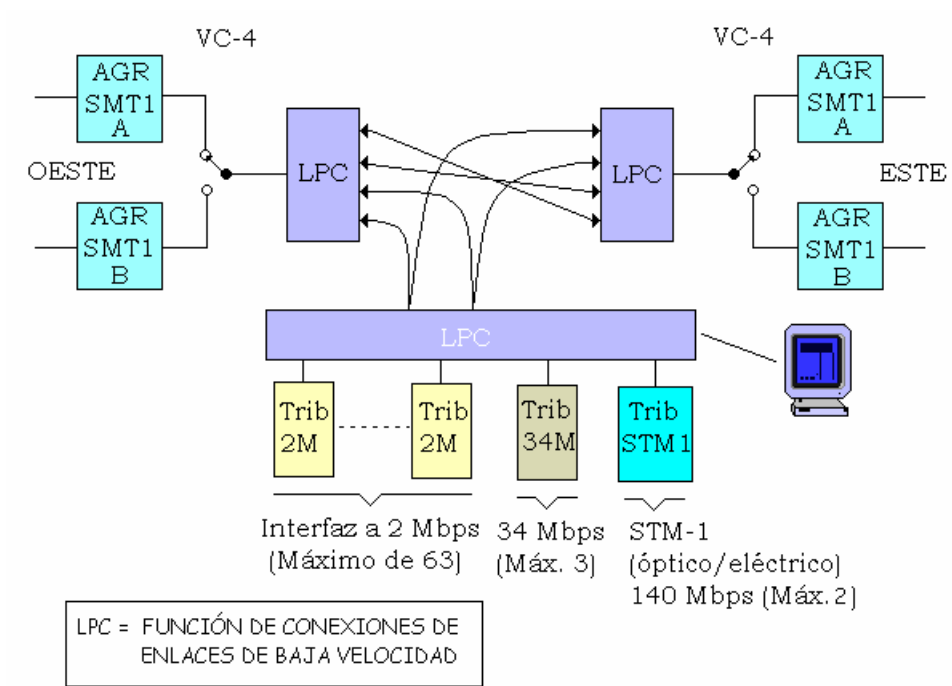


figura 6 Detalle de un multiplexor de Extracción / Inserción

MULTIPLEXOR DE LÍNEA

Multiplexa / Demultiplexa señales síncronas MTS_N en MTS_M

No altera el contenido de las señales transportadas y la señal resultante de la multiplexación consta de cuatro señales de nivel inferior.

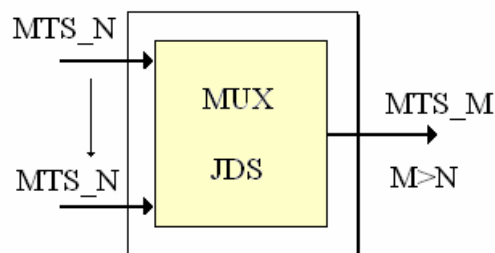


figura 7 Multiplexor de Línea

DIGITAL CROSS-CONNECT

Permite la conmutación de señales síncronas MTS_N.

Realiza todas las funciones de Red. Es totalmente versátil para la interconexión de subredes. Permite la interconexión de redes y la inserción/extracción de afluentes.

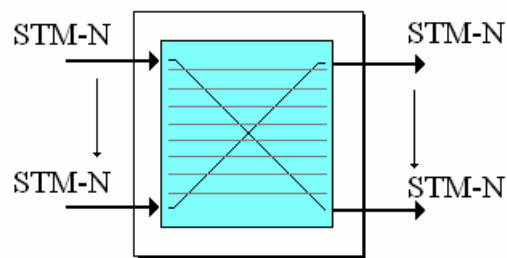


figura 8 Digital Cross-Connect

JDS / MÓDULO DE TRANSPORTE SÍNCRONO DE NIVEL 1 (MTS₁)

La Jerarquía Digital Síncrona tiene un primer nivel jerárquico básico que recibe el nombre de MTS₁ “Módulo de Transporte Síncrono de nivel 1” (Synchronous Transport Module-1), se repite cada 125 μsegundos y tiene una longitud de 2,430 octetos.

1. El MTS₁ se corresponde con la señal de nivel 3 de la red SONET y equivale a tres veces la señal primaria de ésta.
2. STS - 3 / PO3 / Velocidad $51,840 * 3 = 155,520$ Kbit/seg.
155,520 Kb = Primer nivel de la red JDS.

ESTRUCTURA DE TRAMA BÁSICA / MTS_1

En la trama MTS_1 se distinguen tres partes, que son:

1. Tara de Sección (Section Overhead - *SO*), campo de gestión dentro de la trama.
2. Punteros de Unidad Administrativa (*AU Pointer*), el puntero permite identificar y ajustar la carga útil en la trama.
3. Carga Útil (Pay Load), información de contenido útil de señal.

El MTS_1 está formado por 2430 octetos y tiene un período de 125 μ s, es decir, se repite 8000 veces por segundo. Por lo tanto la velocidad del flujo binario del MTS_1 es, $2430 * 8 * 8000$, dando una velocidad de 155,520 Kbit/seg.

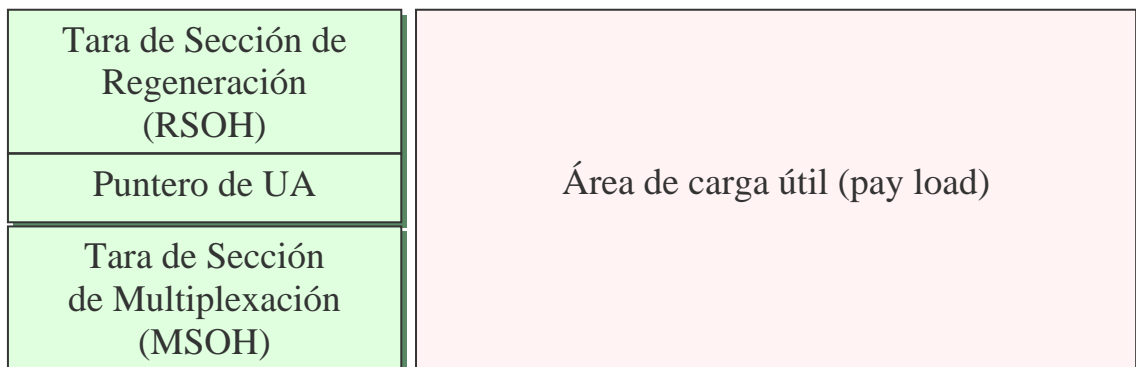


figura 9 Distribución de los octetos en el MTS_1.

VELOCIDADES BINARIAS DE LA JDS

Las velocidades binarias para los niveles más altos de la *JDS* van de acuerdo al nivel “N” del Módulo de Transporte Síncrono (MTS_N).

Según la recomendación G.707 de la UIT-T, estas velocidades son:

Nivel	Señal	Velocidad	Velocidad Real
1	MTS_1	155.520 x 1	155.520 Mbit/seg.
4	MTS_4	155.520 x 4	622.080 Mbit/seg.
16	MTS_16	155.520 x 16	2.488,320 Mbit/seg.
64	MTS_64	155.520 x 64	9.953,280 Mbit/seg.
256	MTS_256	155.520 x 256	Mbit/seg.

A diferencia de la Jerarquía Digital Plesiócrona, en la *JDS* la velocidad del “MTS_N” se obtiene multiplicando la velocidad del módulo básico MTS_1 por “N”, donde “N” es un entero.

La señal MTS_1, en un primer nivel representa un Interfaz de Nodo de Red que puede ser eléctrico, código de línea CMI, según se especifica en la recomendación G-703, u óptico, según la recomendación G-957. A velocidades superiores, MTS_N (N >1), el INR es siempre óptico.

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA J.D.S.

Las características mas importantes que definen los sistemas de transmisión digital implementados con la *JDS* son:

- 1- Tratamiento a nivel de byte (octeto)
- 2- Duración uniforme de la trama, 125 µseg. La trama se repite 8000 veces por segundo.
Cada byte tiene una capacidad de 64 Kbit/seg.
- 3- Utilización de punteros. El inicio de las tramas de las señales tributarias no es señalado por una palabra de alineamiento de Trama, sino por punteros.
- 4- Canales de servicio y supervisión de gran capacidad. Gestión muy eficaz del sistema.

1.2 Ventajas de la JDS frente a la JDP.

Haciendo un análisis comparativo, las ventajas de la *JDS* frente a la *JDP*, se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Simplificación de la RED.
2. Capacidad de gestión y control.
3. Interconexión.
4. Ancho de banda bajo demanda.
5. Flexibilidad y fácil adaptación a cambios.

1 SIMPLIFICACIÓN DE LA RED

La *JDS* proporciona el acceso a cualquiera de las señales tributarias que componen la trama principal sin necesidad de demultiplexar la trama completa. De la misma forma se puede incluir un nuevo tributario sin recurrir a equipos de demultiplexación intermedios. Este hecho dota a la red de una gran facilidad en las operaciones de inserción en puntos intermedios, y simplifica los nodos de transmisión

Además un mismo elemento de red puede ser utilizado para diferentes configuraciones de red como son: estrella, anillo, bus. También se le puede dar a un mismo elemento diferente funcionalidad; terminal de línea, regenerador intermedio o múltiplex de extracción e inserción, sin necesidad de cambiar de equipo.

Esto reduce el número de accesorios necesitados y reduce los trabajos de mantenimiento y configuración de nodos de la red.

2 CAPACIDAD DE GESTIÓN Y CONTROL

En la *JDP* no existe un canal de gestión normalizado, por lo que no es posible un entendimiento entre los canales de gestión de los distintos fabricantes.

En la JDS se define y normaliza un canal de gestión. Para ello, se define una reserva de capacidad en la “Tara de Sección” de los MTS_N para un canal de gestión a nivel de Sección.

Sección: Tramo de transmisión limitado por dos terminales. La señal que se transporta por una sección es un MTS_N. La Tara de Sección se extrae o inserta en los extremos de la sección.

3 INTERCONEXIÓN

La JDS facilita la interconexión a nivel internacional, entre las jerarquías Norteamericana y Europea.

Es posible la interconexión, en una misma línea, de equipos de distinto fabricante y permite el funcionamiento con los equipos actuales de la JDP.

4 ANCHO DE BANDA BAJO DEMANDA

La red síncrona permite ofrecer cualquier ancho de banda requerido por el usuario, lo que representa posibilidades de transporte para nuevos servicios tales como, conmutación de paquetes de alta velocidad, interconexión de redes de área local, televisión de alta definición, etc.

5 FLEXIBILIDAD Y FÁCIL ADAPTACIÓN A CAMBIOS

Una estructura de trama síncrona permite acomodar diferentes módulos de transporte, tanto flujos plesiócronicos, como síncronicos, así como servicios de banda ancha, etc.

Tiene capacidad para manejar, simultánea y flexiblemente distintos tipos de señales. Acceso a la red JDS a través de módulos ATM, flujos digitales de la JDP y flujos de velocidad inferior de la propia JDS.

FLEXIBILIDAD

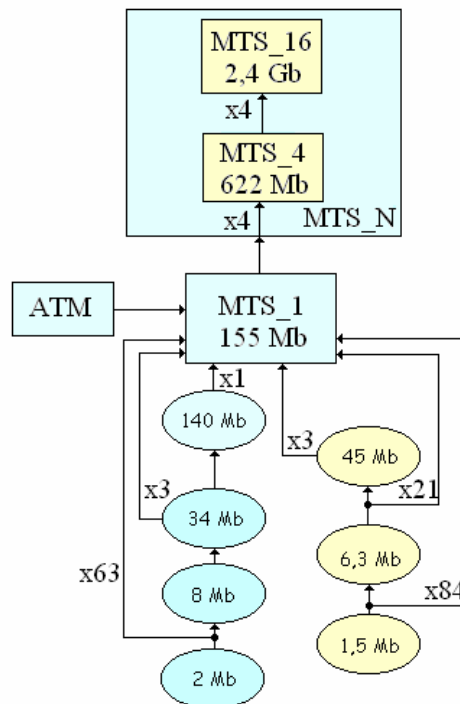


figura 10 Acceso a la red síncrona desde la JDP Europea y Americana y partiendo de flujos ATM

1.3 Conclusión

Los inconvenientes que presenta la *JDP* son la no estandarización universal (Europa, USA y Japón), necesidad de multiplexar/demultiplexar para inserción/extracción de señales de nivel inferior, no normalizados los interfaces de línea en el medio físico y falta de gestión propia de cada equipo.

Como solución a los problemas anteriores aparece la *JDS*. Inicialmente la *JDS* define 3 niveles jerárquicos: MTS_1 con interfaz eléctrico y óptico a 155 Mbit/seg., MTS_4 con interfaz óptico a 622 Mbit/seg. y MTS_16 con interfaz óptico a 2,5 Gbit/seg. (MTS_64 y MTS_256 en fase de implementación).

En la señal *JDS* se permite la identificación de cada tributario que transporta de modo que podemos extraerlo, monitorizarlo, gestionarlo, etc. Para ello la información de la señal se divide en carga útil (señales a transportar, tributarios), punteros (posiciones de las cargas útiles) y taras (información relativa a la gestión del sistema).

Para el transporte de las señales actuales plesiócronicas en la *JDS*, se han definido unos *Contenedores Virtuales (CV12, CV3 y CV4)*, para las velocidades de 2, 34 y 140 Mbit/seg. respectivamente. El *CV* se compone de la carga útil y la tara de trayecto. Asimismo se definen los conceptos de “*Sección de Multiplexación*” como el tramo de transmisión limitado por dos terminales y “*Trayecto*” como el tramo de transmisión comprendido entre los puntos de ensamblado y desensamblado de los Contenedores Virtuales (*CV*).

Los tipos de protección en la *JDS* más importantes serán del tipo de “Protección de Sección de Multiplexación” y los del tipo de “Protección de Trayecto”. En el primer tipo de protección habrá conmutación ante degradación de las secciones múltiplex *MTS_N*, mientras en el segundo se mandarían duplicados por dos vías distintas los Contenedores Virtuales. Estos dos niveles de protección pueden ser empleados simultáneamente.

Capítulo 2

Conceptos y Definiciones de la J.D.S.

Introducción

En este capítulo se describen conceptos y definiciones relacionados con la JDS. Igualmente se definen los diferentes procedimientos y técnicas que se utilizan para la implementación de los flujos binarios en la JDS. También se ilustra como se consigue la correcta ubicación dentro de las tramas binarias de la JDS de flujos binarios de otras características y tecnologías.

2.1 Contenedor (C)

Las tramas tributarias son diseñadas para contener "cargas útiles", (señales a velocidades binarias de la JDP, células ATM "Modo de Transferencia Asíncrono", flujos de "n x 64" Kbit/seg. directamente, etc.) por lo que se denominan "Contenedores" (C).

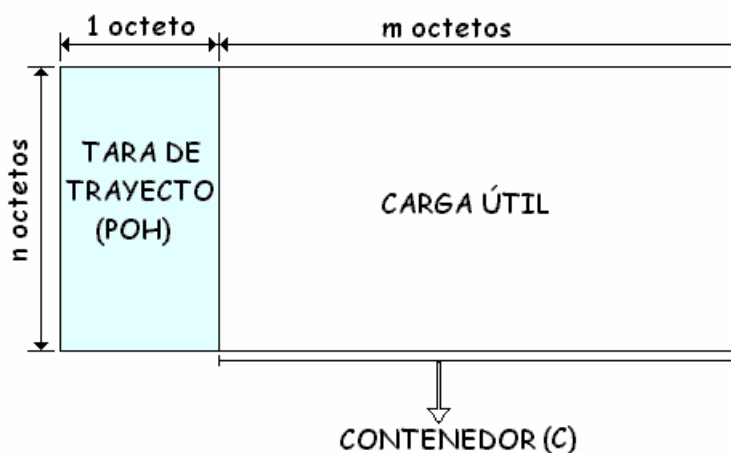


figura 11 Contenedor "Carga Útil" y Tara de Trayecto "POH".

Un "C" puede contener cualquiera de los niveles definidos en la Rec. de la UIT-T, G702. El primer proceso que se realiza es el mapeado del tributario, donde se acepta la información a transportar colocándola en el contenedor, justificando las variaciones de frecuencia y rellenando los espacios vacíos. El tipo de mapeado depende de la información a introducir en el contenedor (señales de la JDP, células ATM, etc.).

El *POH* que acompaña al contenedor a través del trayecto, hará que ningún elemento físico o lógico, pueda modificar su contenido durante su recorrido por la red *JDS*.

2.2 Contenedor Virtual (CV)

El contenedor virtual es el nombre con que se designa a un tributario *JDS* transportado en una señal *MTS_1*. El *CV* es la unidad resultante de completar un *C* contenedor con información de gestión de trayecto (Tara de trayecto = *POH*). La Tara de Trayecto (*POH*) contiene un Control de Errores y Origen y Destino del *CV*.

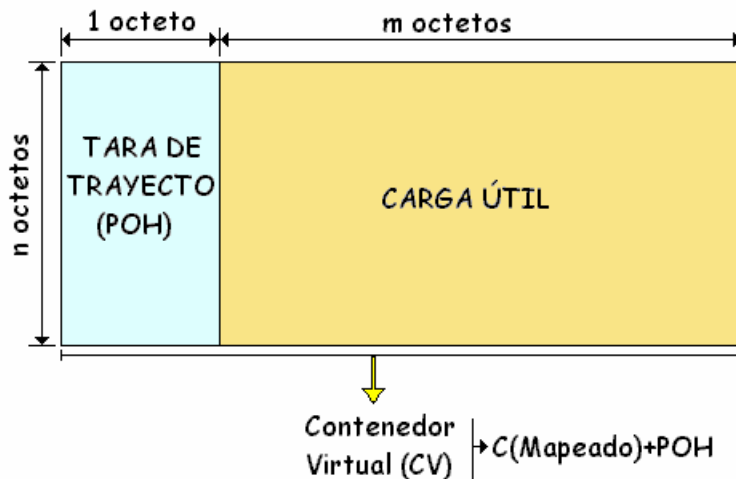


figura 12 Formación del Contenedor Virtual “ $CV = C + POH$ ”.

Hay definidos dos tipos de Contenedores Virtuales: Contenedor Virtual de orden inferior CV_n ($n = 1, 2$), está formado por un solo contenedor C_n ($n = 1$ y 2), mas la Tara de Trayecto correspondiente (*POH*).

Contenedor Virtual de orden superior: CV_n ($n = 3$ y 4), está formado por un solo contenedor C_n ($n = 3, 4$), o por Grupos de Unidades Tributarias (*GUT2* o *GUT3*), junto con la Tara de Trayecto correspondiente. El “*CV*” de nivel 3 (*CV_3*) está considerado de orden inferior cuando la opción de multiplexación es el *UA_4* y de orden superior cuando este sigue la opción del *UA_3*.

$$CV = C + \text{TARA DE TRAYECTO (POH)}$$

MAPEADO DE FLUJOS BINARIOS Y FORMACIÓN DE CV EN LA JDS

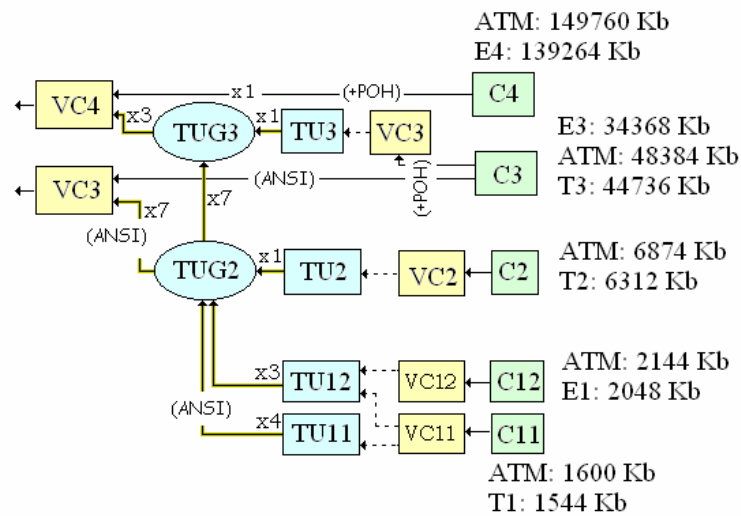


figura 13 Formación de los CV_{3y4} a partir de flujos JDP Americana (Tn) y Europea (En) y flujos binarios ATM.

2.3 Unidades (U)

En JDS, el nombre de Unidad (U), es utilizado para designar un área de carga para el transporte de un Contenedor Virtual.

Cada “Unidad” posee un puntero (Ptr) que se encuentra en una posición fija respecto de la trama o subtrama JDS ($U = CV + Ptr$).

Las posiciones dentro de la Unidad son marcadas por el puntero, indicando a qué distancia (en octetos) del inicio se encuentra el primer octeto del “CV”.

En consecuencia, el “CV” puede “flotar” dentro del área de carga que tiene asignada.

UNIDAD TRIBUTARIA (UT)

Una Unidad Tributaria (UT) es una subdivisión del espacio de carga de un contenedor virtual (CV) de orden superior.

Consta de un contenido útil de información (el CV de orden inferior) y un puntero de Unidad tributaria, que se encuentra en una posición fija de la trama o subtrama de orden superior donde reside y señala el desplazamiento del comienzo de la trama de contenido útil (CV de orden inferior), con relación al comienzo de la trama del CV de orden superior.

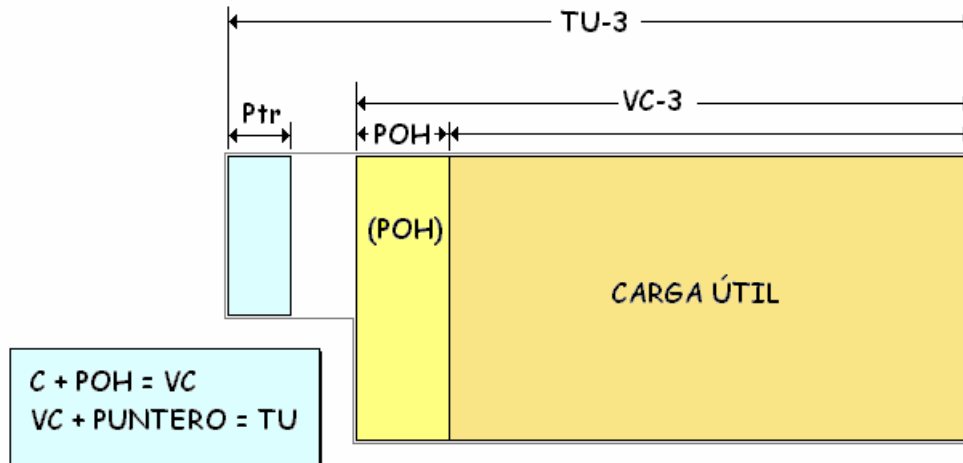


figura 14 Formación de la Unidad Tributaria “CV + Ptr”.

La Unidad Tributaria representa una asociación lógica entre un puntero (Ptr) y un Contenedor Virtual (CV).

La UT_n ($n=1,2,3$) consta de un CV y un puntero de UT.

El "Ptr" señala el desplazamiento del comienzo de CV_n con respecto del comienzo de CV_{n+1} .

GRUPO DE UNIDADES TRIBUTARIAS (GUT)

Una o mas UT que ocupen posiciones fijas y definidas en un contenido útil de CV de orden superior, se denomina Grupo de Unidades Tributarias (GUT).

Un GUT es por tanto un Grupo de UT iguales.

Un GUT2 consta de un ensamblado homogéneo de UT1 idénticas o de una sola UT2. Un GUT3 consta de un ensamblado homogéneo de GUT2 o de una sola UT3.

GRUPO DE UNIDADES TRIBUTARIAS “GUT”

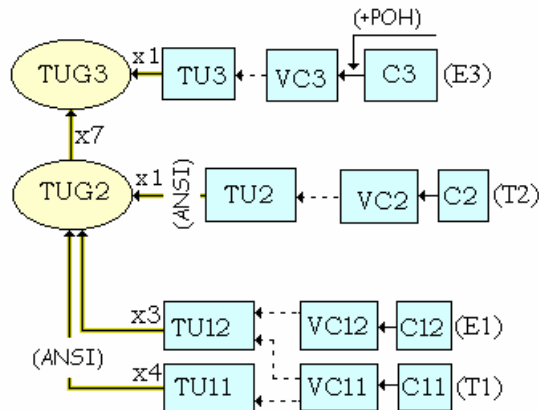


figura 15 Formación de los GUT en la JDS

UNIDADES ADMINISTRATIVAS (UA)

Una Unidad Administrativa “UA” es una subdivisión del espacio de carga de la trama de línea. Consta de un contenido útil de información (el CV de orden superior) y un puntero de UA que señala el desplazamiento del comienzo de la trama de contenido útil, con relación al comienzo de la Trama MTS_N.

Se han definido dos tipos de Unidad Administrativa, la UA4 y la UA3, aunque solamente la UA4 será la que se utilice en la jerarquía Europea.

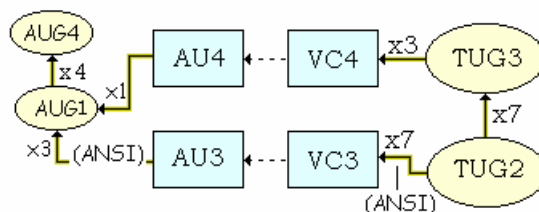


figura 16 Formación de las UA en la JDS

La UA4 consta de un CV4 mas un puntero de UA que indica el alineamiento de fase del VC4 con respecto a la trama del Módulo de Transporte Síncrono MTS_N.

La UA3 consta de un CV3 más un puntero de UA.

En ambos casos la ubicación del puntero es fija con respecto de la trama MTS_N. Una o mas UA que ocupan posiciones fijas y definidas en una cabida útil de MTS, se denomina Grupo de Unidades Administrativas (GUA).

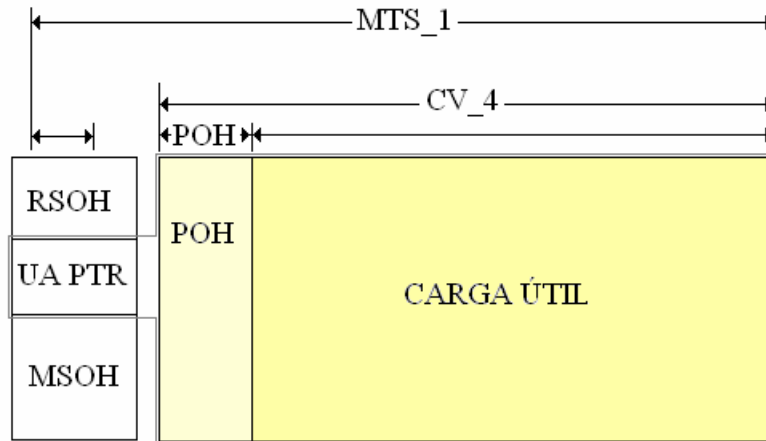


figura 17 Formación de la UA en la JDS, CV + Ptr de UA.

Una trama MTS_N contiene un GUA de igual orden. Por ejemplo; una trama MTS_1 posee un GUA que puede ser de una sola UA4 o de tres UA3.

La configuración con UA4 es utilizada por la Jerarquía Europea (ETSI) para transporte de un CV4. La opción con tres UA3 es utilizada por la Jerarquía Americana (ANSI), para el transporte de CV3, sin utilizar nunca el CV4.

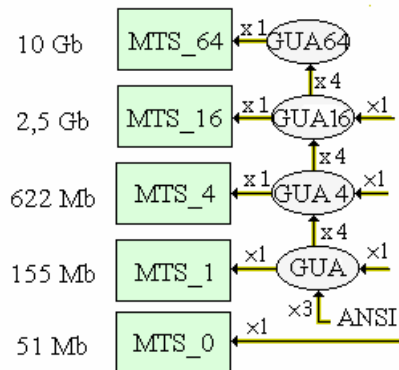


figura 18 Formación de los GUA en la JDS.

2.4 Sección y Trayecto

Una *SECCIÓN* se define como aquella parte del Trayecto en la que se mantiene la integridad de la señal MTS_N. La multiplexación / demultiplexación se efectúa solamente en los extremos.

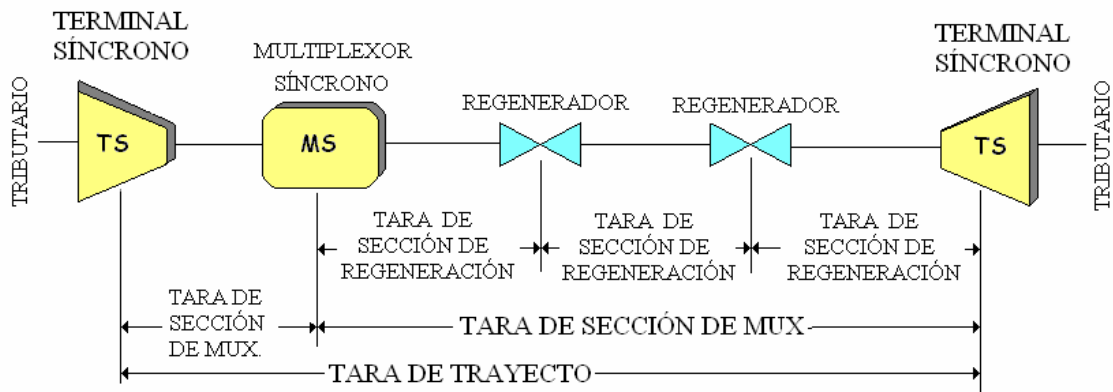


figura 19 Definición de Trayecto y Sección en la JDS

El *TRAYECTO* es el tramo de la red de transmisión entre los puntos de ensamblado (mapeado) y desensamblado de los contenedores virtuales. Puede discurrir a través de más de una Sección.

2.5 Taras o encabezados

Son octetos reservados para la información del propio sistema. Parte de ellos se asignan a los contenedores virtuales y otros son asignados a la propia señal MTS.

La información contenida en las Taras se utiliza básicamente para:

1. Monitorización de la calidad
2. Detección de fallos
3. Gestión de alarmas
4. Canales de comunicaciones
5. Canales de datos y
6. Protección automática

Las Taras, según se asigne a los CV o a la señal MTS, se denominan:

Tara de Trayecto (POH). Se asigna al contenido útil al multiplexarse en el contenedor, permaneciendo ese contenedor hasta que sea demultiplexada la carga útil. Esto define el significado de TRAYECTO en la *JDS*.

Tara de Sección (SOH) Forma parte de la trama MTS. Una sección de multiplexación puede estar formada por varias secciones de regeneración.

2.6 Punteros, definición (ptr)

El puntero es un número binario, situado en posiciones fijas, que indica a que distancia del inicio del área de carga se encuentra el primer octeto del *CV*.

LOS PUNTEROS EN LA JDS REALIZAN DOS FUNCIONES:

1 - Identifican la posición de los CV en la trama o subtrama correspondiente, que será una *UA* o una *UT*. Esto permite asignar de forma flexible y dinámica la carga útil (CV) dentro de la trama *UA* o *UT*.

2 - Adaptan la velocidad binaria de los CV a la velocidad binaria del canal de transmisión (*UA* o *UT*). O sea, mediante un mecanismo de justificación (positiva/nula/negativa) permiten compensar las diferencias de frecuencia entre las diferentes señales que forman un *MTS_N*.

Las ventajas que aporta la utilización de los Punteros son que no se necesitan grandes memorias tampón y que facilitan las operaciones de multiplexación y demultiplexación, ya que la posición de cada octeto de la carga útil (CV) en una señal *MTS_N*, puede determinarse fácilmente a partir de los valores de los punteros.

Capítulo 3

Estructuras Básicas de la J.D.S.

Introducción

En este capítulo se analizan las estructuras y formación de elementos de la *JDS*, de los que se ha descrito su concepto en el tema anterior y se pretende dar una visión global mas rigurosa de la *JDS* y los elementos que la componen.

3.1 Estructura De Trama Básica

La trama básica de la *JDS* se denomina Módulo de Transporte Síncrono de nivel 1 (MTS_1). Tiene una longitud de 2430 octetos y una duración de 125 µseg. (se repite 8000 veces por segundo).

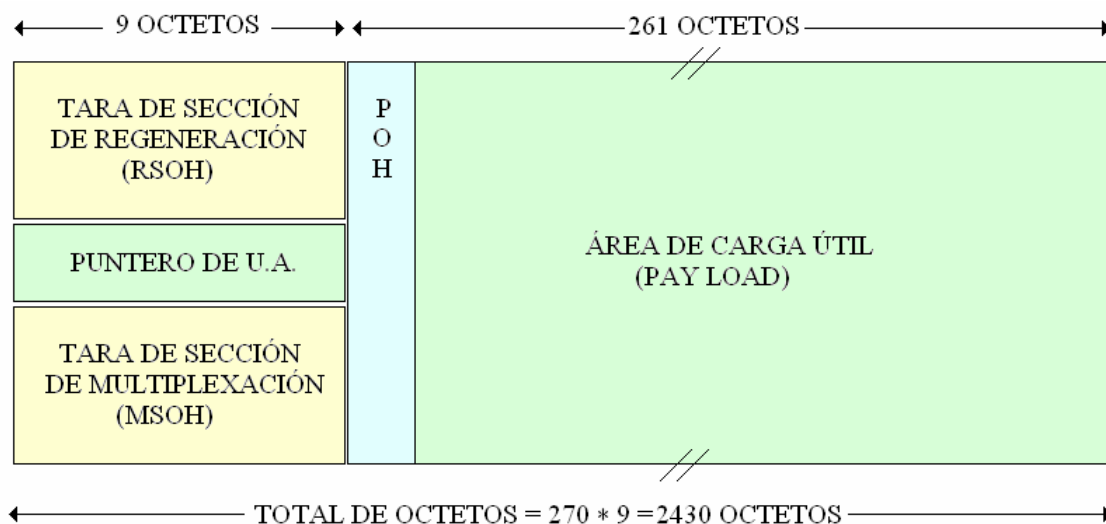


figura 20 Trama básica MTS_1, de la *JDS*.

Su velocidad binaria es por tanto: $V_{STM_1} = (2430 \times 8) / (125 \times 10^{-6}) = 155.520 \text{ Kbit/seg.}$

Cualquier octeto de la señal MTS_1 tiene una capacidad de transporte de 64 Kbit/seg.

$$V_{OCTETO} = 8 / (125 \times 10^{-6}) = 64 \text{ Kbit/seg.}$$

La forma matricial de representar la trama básica es solamente un medio de representar la trama MTS_1 de forma compacta y ordenada. Sin embargo los octetos son transmitidos secuencialmente, uno tras otro, desde el primer octeto de la primera línea, hasta el último,

siguiéndole el primer octeto de la segunda línea, y así sucesivamente, hasta el último octeto de la novena línea, en una secuencia que dura 125 µseg.

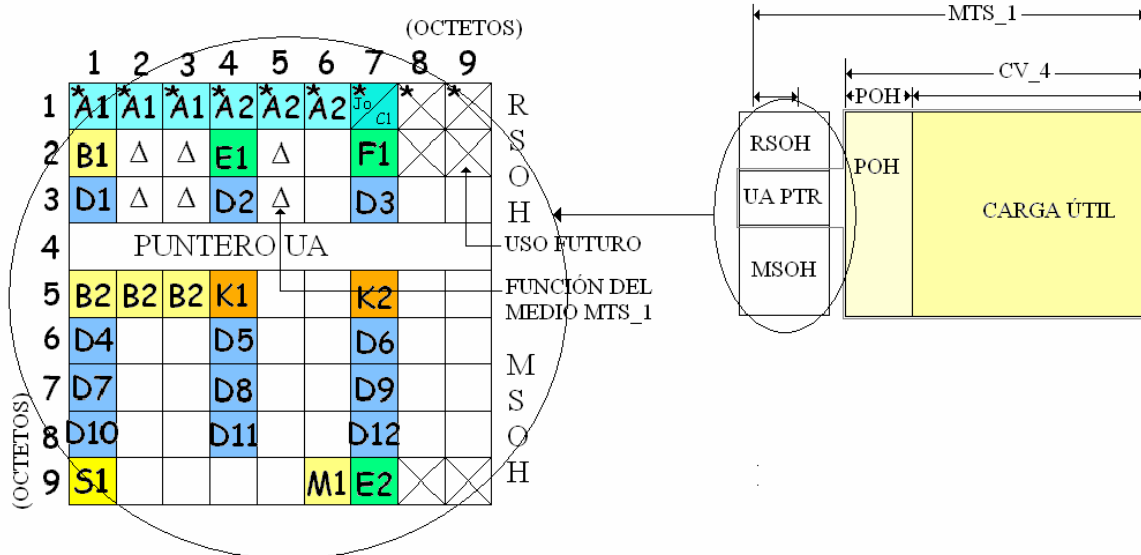


figura 21 SOH: MSOH, RSOH y PUNTERO DE UA.

La SOH (Tara de Sección – *Section Overhead*) esta formada por la RSOH mas la MSOH (SOH = RSOH + MSOH).

RSOH: El contenido de la RSOH es examinado y puede ser modificado, no solo por las estaciones terminales de una sección múltiplex, sino también por los regeneradores de línea.

Parte de su contenido es:

1. Señal de alineamiento de trama, etiquetas, 2. Información de gestión, supervisión de errores de la señal de línea (RSOH) y 3. Canales de servicio.

MSOH: Los 9 primeros octetos de las líneas 5 a 9, solo pueden ser accedidos en los nodos de red terminales de la sección múltiplex. Forman la Tara de sección de Multiplexación (MSOH).

Parte de su contenido es:

1. Supervisión de errores de la Sección Múltiplex, 2. Canales de control, para la conmutación de protección y 3. Canales de servicio.

OCTETOS DE LA SOH

OCTETOS A1 Y A2.

Los octetos A1 y A2 corresponden a la Tara de Sección de Regeneración y se utilizan para el “*ALINEAMIENTO DE TRAMA*”. A1 = 11110110 y A2 = 00101000. Están definidos para cada señal MTS_1 del MTS_N.

OCTETO B1.

Corresponde a la RSOH y se utiliza para el transporte de un checksum de paridad entrelazada a 8 bits de la previa trama de MTS_N, antes de su codificación. Definido para la primera señal MTS_1 dentro de un MTS_N.

OCTETO J0/C1 (UNA TRAMA VALE J0 Y LA SIGUIENTE C1).

J0: Transmite repetidamente un molde fijo. Se usa por el equipo de recepción para verificar la continuidad de su conexión al transmisor.

C1: Utiliza el contenido del byte como identificador de la trama MTS_1 dentro de un MTS_N.

OCTETOS E1 Y E2.

El octeto E1 corresponde a la Tara de Sección de Regeneración “RSOH” y el octeto E2 corresponde a la “MSOH”, ambos se utilizan como canales vocales de órdenes para operaciones de mantenimiento en Sección de Regeneración y de Multiplexación respectivamente.

OCTETO F1.

El octeto F1 se utiliza como canal de usuario para operaciones de mantenimiento de regeneradores. Definido para la primera señal MTS_1 dentro de un MTS_N.

OCTETOS (12) D1..D12.

Los octetos D1..D3 se encuentran en la RSOH y los octetos D4..D12 en la MSOH, ambos grupos de octetos se utilizan como canales de datos a 192 Kbit/seg. y 576 Kbit/seg. respectivamente, para la operación de gestión de los regeneradores/multiplexores en una red JDS. Definidos para la primera señal MTS_1 dentro de un MTS_N.

OCTETOS S1 Y M1.

El byte S1 indica el estado (calidad) de la sincronización del enlace.

El Octeto M1 indica el número de errores B2 detectados en el extremo lejano.

OCTETOS K1 Y K2.

Octetos para el control de la función de protección “Automatic Protection Section” de la Sección de Multiplexación.

OCTETOS (3) B2.

Checksum de paridad entrelazada de 24 bits (BPP-24) calculado sobre la trama MTS_1, excepto la RSOH. Permite el control de errores de la Sección de Multiplexación.

3.2 El Área de Carga

Como ya se ha visto la Tara de Trayecto (POH), se asigna al contenido útil al multiplexarse en el contenedor, permaneciendo con ese contenedor hasta que sea demultiplexada la carga útil. Esta operación define el significado de Trayecto en la *JDS*.

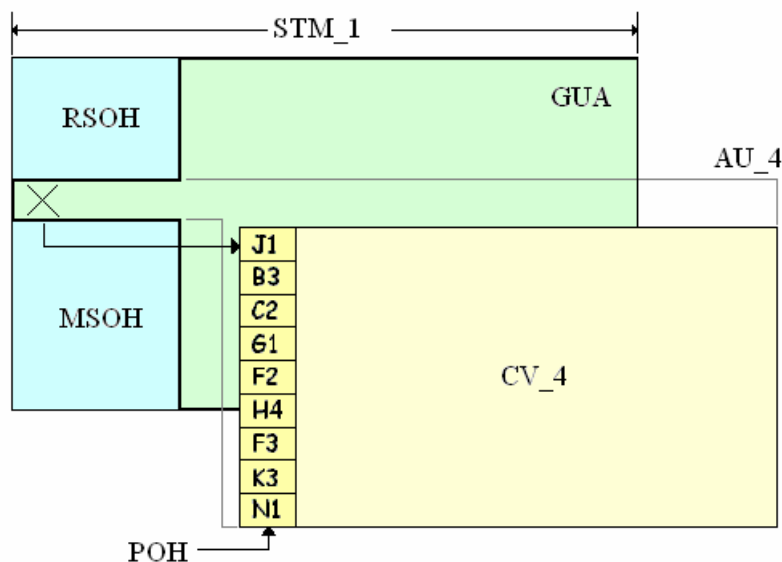


figura 22 MTS_1 con una UA4

Como se puede observar en la figura 21, el puntero ocupa una posición fija e invariable con respecto al comienzo de la trama (los 9 primeros octetos de la cuarta línea del encabezado) o alineamiento de trama y en consecuencia permite, desde su posición fija, designar el comienzo de la carga útil, que puede estar ubicado en cualquier posición de área de carga.

El comienzo de la carga útil “CV_4” solo puede ser identificado después de la lectura del puntero. El puntero de UA_4 identifica, como se ha visto, el comienzo del contenedor virtual de orden 4 (CV_4).

La trama MTS_1 de la jerarquía *ETSI*, siempre contiene un CV_4, figura 22, el cual se subdivide o no, de acuerdo con la arquitectura de red y a la velocidad útil de los trayectos que se desean manejar en esa red.

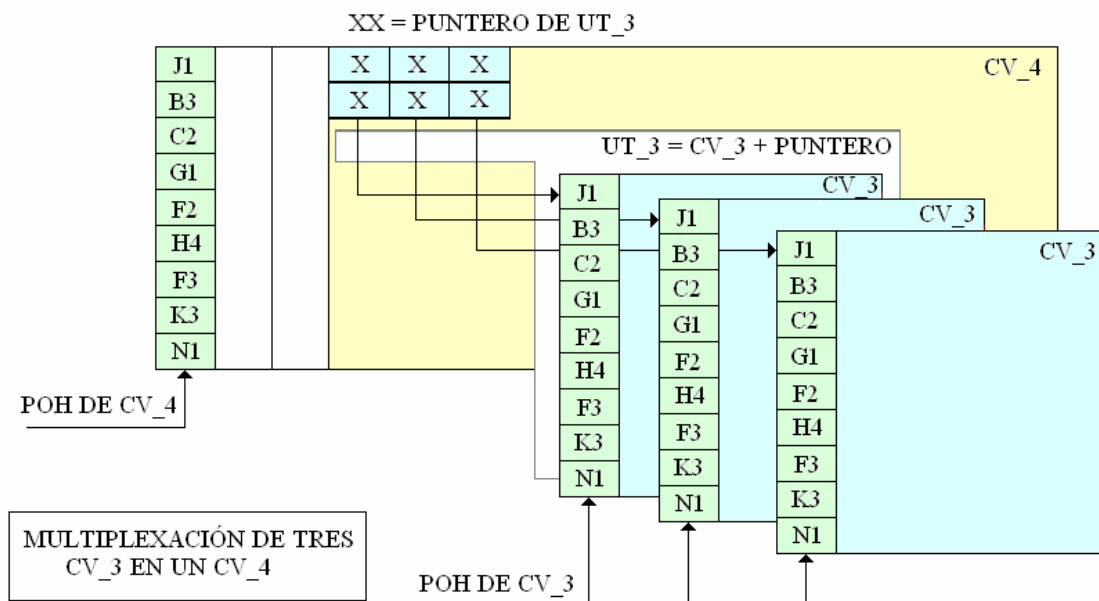


figura 23 MTS_1 con tres CV_3

El CV_3 se utiliza para transportar tanto la señal Europea a 34 Mbit/seg., como la señal Americana a 45 Mbit/seg. Esto implica que en una señal MTS_1, pueden ser multiplexados como máximo 3 grupos a 34 Mbit/seg. Mientras que en la señal plesiócrona equivalente pueden ser multiplexados 4 tributarios a 34 Mbit/seg.

El MTS_1 no está optimizado para el transporte de tributarios a 34 Mbit/seg., por lo que su empleo deberá restringirse en la medida de lo posible.

El proceso de multiplexación de 63 flujos de 2Mbit/seg. En un único CV_4 es el siguiente:

$$CV_{12} + \text{Ptr} \rightarrow UT_{12} \times 3 \rightarrow GUT_2 \times 7 \rightarrow GUT_3 \times 3 \rightarrow CV_4$$

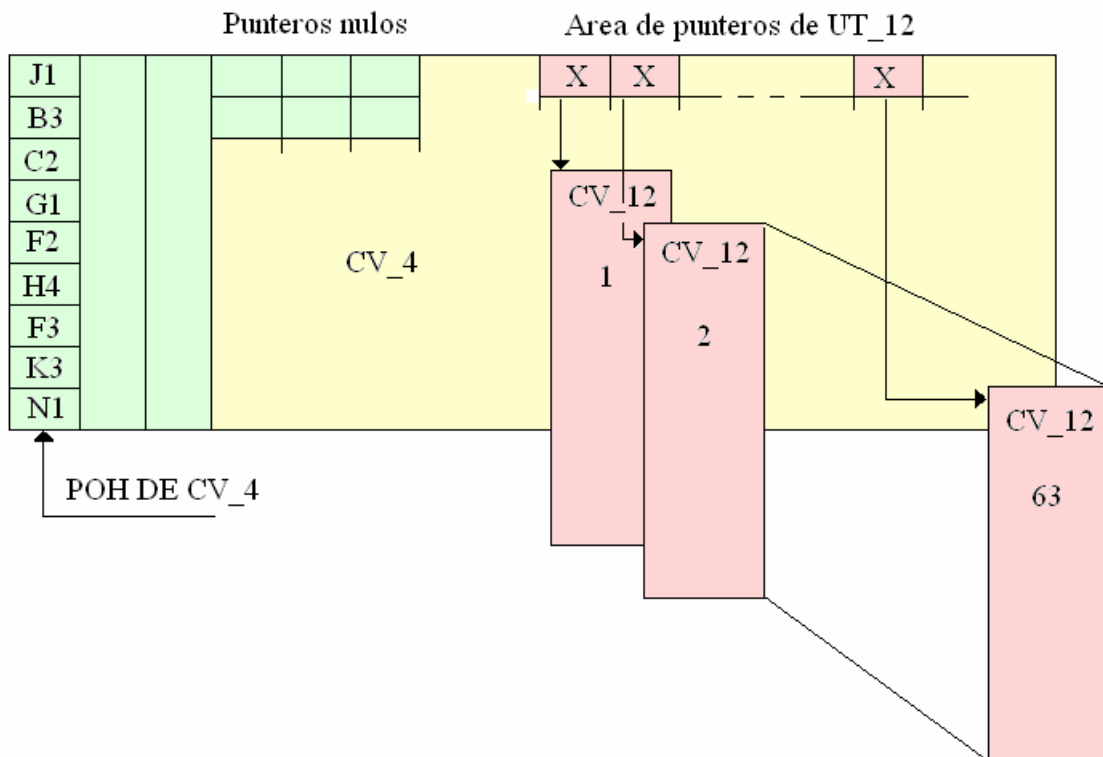


figura 24 Multiplexación de 63 flujos de 2 Mbit/seg. de la JDP en un CV_4.

OPCIONES DE CONFIGURACIÓN DEL MTS_1

Opción	2 Mbit / seg.	34 Mbit / seg.	140 Mbit / seg.	Grupos de 2 Mbit / seg.
1	0	0	1	64
2	0	3	0	48
3	21	2	0	53
4	42	1	0	58
5	63	0	0	63

La opción 1 de la tabla anterior ofrece la máxima capacidad de transporte, pero pierde la flexibilidad de conexión a niveles inferiores, el procesamiento de la señal debe hacerse a nivel de CV_4, en cualquier punto de la red.

La opción 5, sin embargo, ofrece casi la misma capacidad y el procesamiento de la señal se extiende a CV_12, lo que proporciona la máxima flexibilidad, al facilitar la extracción e inserción de tributarios a nivel de 2Mbit/seg., en cualquier punto de la red.

MODO DE TRANSFERENCIA ASINCRONO (ATM)

El Modo de Transferencia Asíncrono (ATM) es el recomendado por la UIT-T como la tecnología base para la futura red de banda ancha.

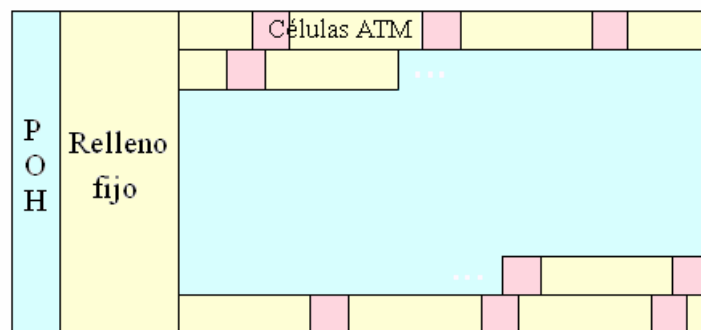


figura 25 Entramado de células ATM en el espacio de un CV_4

La célula ATM se compone de paquetes de 53 octetos (48 de información y 5 de cabecera). Está previsto el entramado de estas células en CV4, pero está en estudio la posibilidad de utilizar otros Contenedores Virtuales, lo que permitiría mezclar en el mismo MTS-N células ATM y señales plesiócronicas.

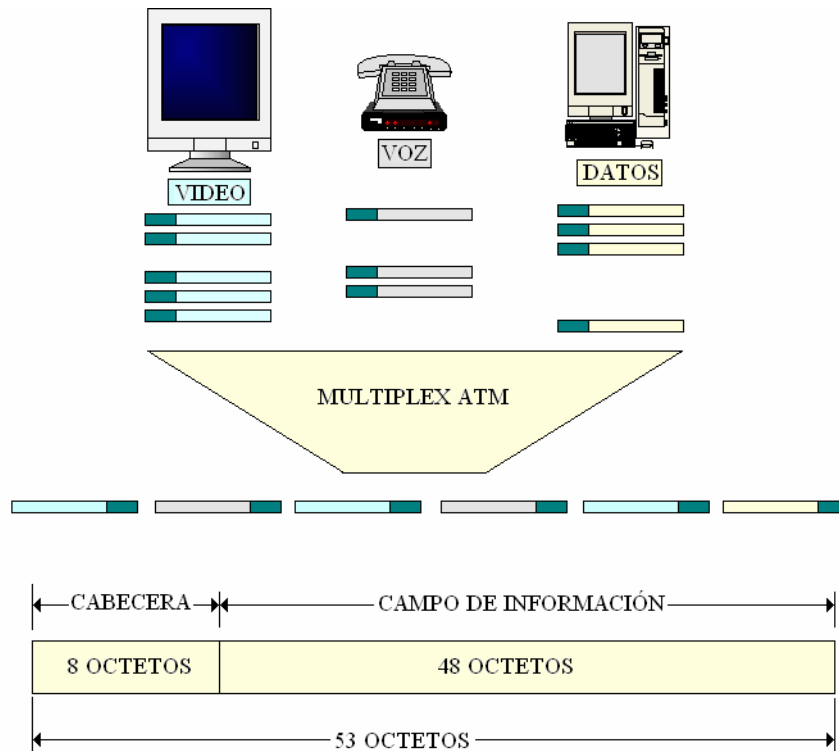


figura 26 Origen y formación de células ATM.

El entramado de células ATM se realiza alineando la estructura de octeto de cada célula con la estructura de octeto del CV utilizado. Como la capacidad de carga útil del CV puede no ser múltiplo entero de la longitud de 53 octetos de la célula ATM, las células pueden superar el límite de trama del Contenedor, es decir, en caso de que resten, por ejemplo, 15 octetos libres al final del CV, la célula será incluida parcialmente en ese CV y los 38 octetos restantes irán en el siguiente CV.

3.3 Punteros

Todos los elementos de una red *JDS* deben estar sincronizados a un único reloj maestro.

En la operación de los sistemas se dan las siguientes circunstancias:

- 1) Es difícil evitar variaciones de las señales de reloj,
- 2) Se han de interconectar redes entre operadores con diferente reloj y
- 3) Los buffer de ajuste no son suficiente e introducen retardo.

La solución adoptada es la de utilizar un puntero con capacidad de movimiento, que no elimina el uso de búferes de entrada pero reduce su tamaño y por lo tanto el retardo aplicado al afluente.

El puntero señala el comienzo de la información de control **POH**, asociada a cada canal de tráfico.

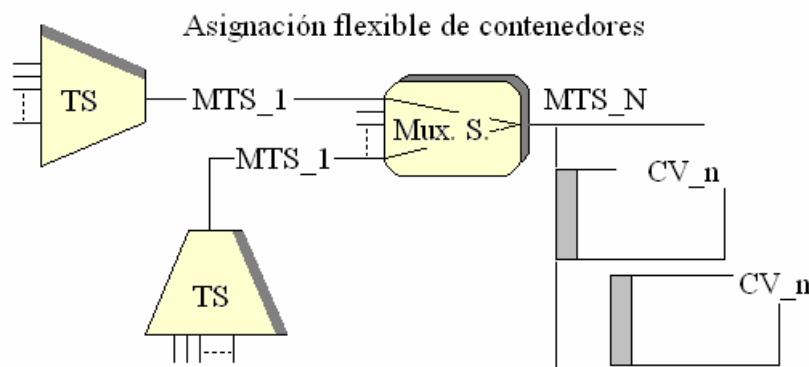


figura 27 Multiplexación síncrona y asignación flexible de contenedores.

El puntero permite asignar de forma flexible y dinámica los distintos CV's dentro del área de carga de las unidades. Esto significa que los CV's pueden flotar dentro de la trama.

El puntero permite absorber mediante un mecanismo de justificación positiva/nula/negativa, las diferencias de frecuencia entre las diferentes señales que van a constituir el MTS-N.

Pueden existir islas *JDS* (la red de cada país puede constituir una isla, diferentes operadores de red, etc.), cada una de las cuales funciona con su propia fuente de reloj.

PUNTERO DE UA_4

Esta contenido en los nueve primeros octetos de la cuarta línea de la trama MTS1.
 Los últimos diez bits de los octetos *H1-H2* forman un número binario que designa la posición en el área de carga del UA4, donde se encuentra el inicio del CV4.

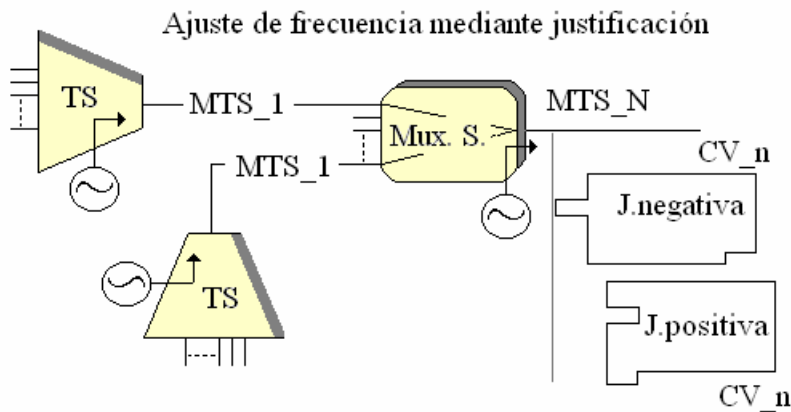


figura 28 Proceso de ajuste de frecuencia con los punteros.

Las posiciones donde se encuentra el CV4 se cuentan cada tres octetos (la posición 0 es el primer octeto que le sigue al puntero, la posición 1 el cuarto, etc.)

Como el área de carga tiene,

$$261 \times 9 = 2349 \text{ octetos} \Rightarrow 2349/3 = 783 \text{ posiciones}$$

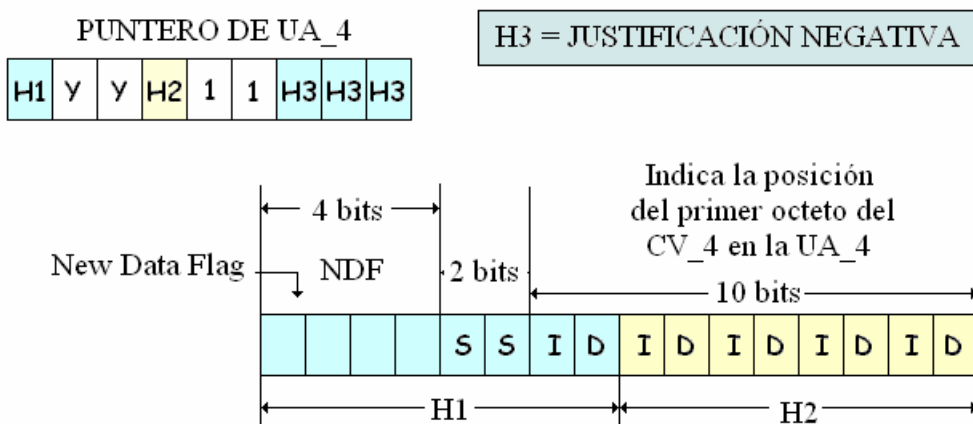


figura 29 Control de cambio de punteros

La gama del puntero del UA4 es un número binario de 0 a 782.

Los octetos **H3** constituyen un área de carga extra, utilizada de forma eventual cuando hay necesidad de justificación negativa.

La justificación positiva, por su parte, se efectúa dejando de enviar información en el área de carga de la posición 0 (los tres octetos siguientes al octeto H3).

$$\text{Bits NDF} \left\{ \begin{array}{l} 0110 \Rightarrow \text{Desactivada (normal)} \\ 1001 \Rightarrow \text{Activada (solo para validar nuevo valor de puntero).} \end{array} \right.$$

$$\text{Bits SS} \left\{ \begin{array}{l} 00 \Rightarrow \text{UT12} \\ 10 \Rightarrow \text{UA4, UA3 y UT3.} \end{array} \right.$$

- 1) 1111100000 = Puntero nulo.
- 2) 1111111111 = Concatenación.

JUSTIFICACIÓN DE FRECUENCIA

Si hay diferencia entre relojes de los nodos de una red síncrona, lo que implica una diferencia entre la velocidad de la trama de CV4 y la de la UA4 en la que tiene que copiarse, el valor del puntero aumentará o disminuirá, según la necesidad, acompañado por uno o mas octetos de justificación, positiva o negativa, según corresponda.

Las operaciones de puntero consecutivas deben separarse por tres tramas, por lo menos. Es decir, en una trama de cada cuatro, en las cuales, el valor del puntero permanece constante.

JUSTIFICACIÓN NEGATIVA DEL PUNTERO

Cuando el CV4 que tiene que copiarse hacia la UA4 es mas rápido que la UA4, la memoria elástica tenderá a llenarse y la alineación del CV4 debe adelantarse en el tiempo de forma periódica, llenando los octetos H3 con carga útil.

Por tanto el valor del puntero debe disminuirse en una posición, indicando al extremo distante que los octetos H3 contienen carga útil.

La operación de \downarrow Ptr, se denomina justificación negativa y se indica con la inversión de los bits "D" de la palabra del puntero, siendo aceptada la inversión por mayoría, para corregir errores binarios.

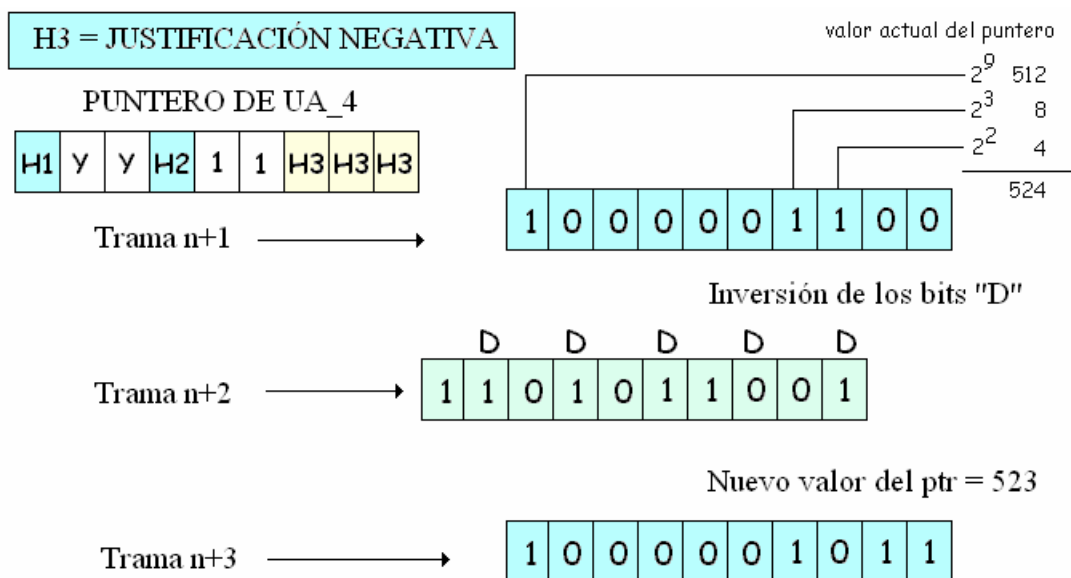


figura 30 Justificación negativa del contenido del puntero.

La inversión de los bits para codificar variaciones de una posición de puntero, se utiliza para:

- Transmitir la información de la forma más rápida posible.
- No dejar sin puntero el espacio de carga siguiente.
- No perder una justificación. Aún en caso de errores binarios.

En la Trama siguiente el puntero presenta el valor igual al anterior menos una unidad.

JUSTIFICACIÓN POSITIVA DEL PUNTERO

De forma similar a la justificación negativa, cuando la velocidad de la trama del CV4 es demasiado lenta, con respecto a la del UA4, la memoria elástica tenderá a vaciarse y la alineación del CV4 debe retroceder en el tiempo de forma periódica, para lo cual el transmisor dejará de enviar información en los octetos de la posición 0 del UA4, indicando al extremo distante que dichos octetos no contienen carga útil.

Esta operación, denominada justificación positiva, se indica con la inversión de los bits ‘I’ de la palabra del puntero, siendo aceptada por mayoría.

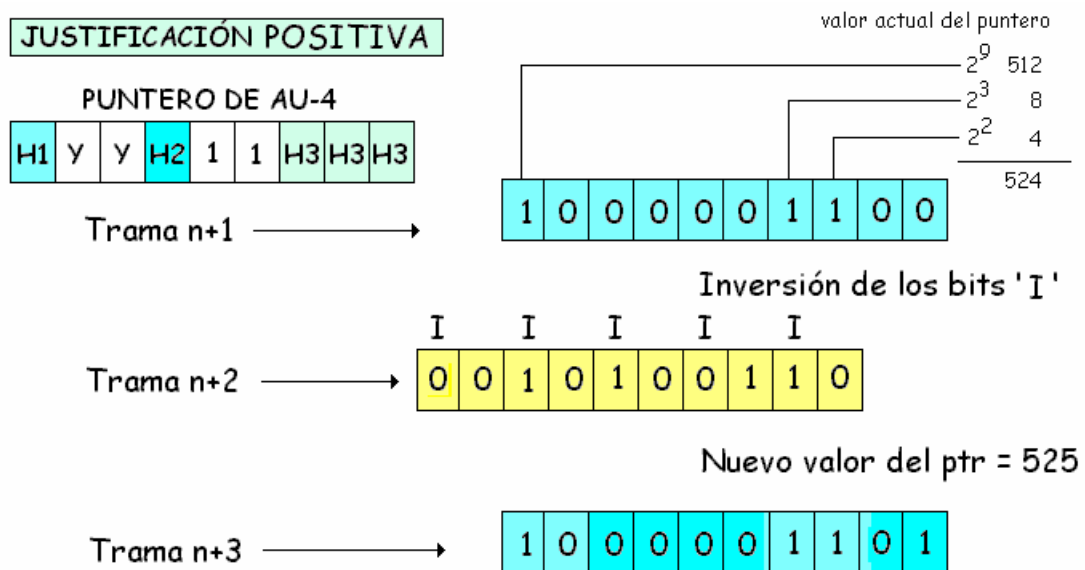


figura 31 Justificación positiva del puntero.

AJUSTE DE FRECUENCIA Y ALINEAMIENTO DE FASE

Mediante el proceso de justificación se varía la velocidad binaria informativa del CV_4 en la nueva UA_4, sin variar la velocidad de ésta.

Mediante la justificación negativa, se ha aumentado la velocidad binaria y, a la vez, se ha adelantado una posición el inicio del CV_4, en el área de carga.

Mediante la justificación positiva se ha disminuido la velocidad binaria de tributario y, a la vez, se ha retrasado una posición el inicio del CV4, en el área de carga.

GENERACIÓN DEL PUNTERO (REC. G70X DE LA UIT-T)

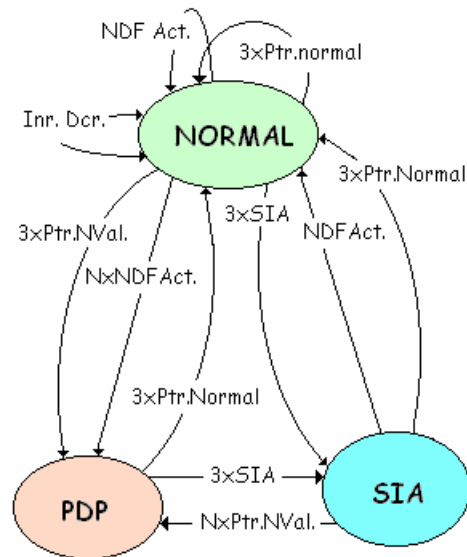
REGLAS PARA LA GENERACIÓN DEL PUNTERO:

- 1) Durante la operación normal el puntero localiza el inicio del CV4, dentro de la trama de la UA4. La "NDF" está puesta en 0110, desactivada.
- 2) Si se requiere J+, el valor actual del puntero se envía con los bits "T" invertidos, y los octetos de oportunidad de j+, se llenan con información ficticia. Su contenido debe ser ignorado por el receptor. Los punteros subsiguientes contienen el valor previo, aumentado en uno. No se permite ninguna operación de aumento o disminución, hasta pasadas, por lo menos tres tramas después de esta operación.
- 3) Si se requiere una J-, el valor actual del puntero, se envía con los bits "D" invertidos, y los octetos de oportunidad de justificación negativa se llenan con contenido útil de información. Los punteros subsiguientes, contienen el valor previo, disminuido en uno. Tampoco se permiten nuevas operaciones hasta pasadas tres tramas por lo menos.
- 4) Si el alineamiento cambia por cualquier razón distinta de las reglas 2 o 3, se envía el nuevo valor del puntero, acompañado de la NDF activada, esto es, codificada como 1001. La NDF activada aparece solo en la trama que contiene los nuevos valores. No se admite ninguna operación subsiguiente hasta pasadas, por lo menos, tres tramas.
- 5) El valor del puntero solamente puede ser modificado por las operaciones indicadas en las reglas 2, 3 y 4.

REGLAS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL PUNTERO:

- 1) Durante la operación normal, el puntero localiza en comienzo del CV4 dentro de la trama del UA_4, por el valor del puntero.

- 2) Cualquier variación del valor del puntero actual se ignora, a no ser que se reciba tres veces consecutivas un mismo valor nuevo, o que vaya precedido por una de las reglas 3, 4 o 5. Cualquier valor nuevo, recibido tres veces consecutivas tiene prioridad sobre las reglas 3 o 4.
- 3) Si la mayoría de los bits “T”, de la palabra del puntero están invertidos, se indica una operación de J+, los valores subsiguientes del puntero se aumentan en uno.
- 4) Si la mayoría de los bits “D”, de la palabra del puntero están invertidos, se indica una operación de justificación negativa. Los valores subsiguientes del puntero disminuirán en uno.
- 5) Si la NDF está puesta a 1001, el valor del puntero coincidente reemplazara el valor actual, a no ser que el receptor esté en un estado de pérdida de puntero.



INTERPRETACIÓN DE PUNTEROS
DIAGRAMA DE ESTADOS

figura 32 Diagrama de estados para la Interpretación del Puntero.

PTR Normal = NDF Normal + SS + Valor de desplazamiento dentro de gama.

NDF ACT. = NDF Activada + SS + Valor de desplazamiento dentro de gama.

SIA = 11111111 - 11111111.

PDP = Pérdida de Puntero.

3.4 POH del CV_4

El CV de 4º orden, CV4, contiene un encabezado denominado Tara de Trayecto (POH) con canales de gestión extremo a extremo. Los demás octetos del CV4, que representa su propia área de carga, pueden estar configurados de 2 formas:

- 1) Un gran espacio de carga definido como contenedor de orden 4 (C4).
- 2) Tres espacios iguales de carga (intercalados octeto a octeto) denominados Grupos de Unidades Tributarias de orden 3 (GUT3).

1. CONTENEDOR VIRTUAL CV_4

Un gran espacio de carga definido como contenedor de orden 4 (**C4**) en el cual se transporta, de forma transparente, una señal de la JDP de 140 Mbit/seg.

2. TRES GUT_3

Cada GUT_3 a su vez, puede configurarse de 2 formas:

- I. Una UT_3.
- II. Siete GUT_2.

Cada GUT_2 a su vez esta formado por 3 UT_12

OCTETOS DE LA TARA DE TRAYECTO (POH)

- J1. Identificador de ruta CV_n. Típicamente el emisor rellena este byte (canal 64 Kbit/seg.) con una secuencia de bits que le identifican, lo que permite comprobar la continuidad de la transmisión. El octeto J1 puede ocupar cualquier posición dentro del área de carga, desde la posición 0 a la 782 (puntero).
- B3. El byte B3 transporta un *checksum* de paridad entrelazada (BIP-8) sobre todo el CV_n y se monta sobre el siguiente CVn a transmitir.
- C2. Etiqueta que especifica la información y el mapeo utilizado en el contenedor: 34 Mbit/seg., estructura GUT, ATM, 140 Mbit/seg.,.....

G1: Byte que especifica el estado de la ruta, reportando el número de errores B3 (FEBE: Far End Block Error) y la alarma FERF (Far End Reception Failure).

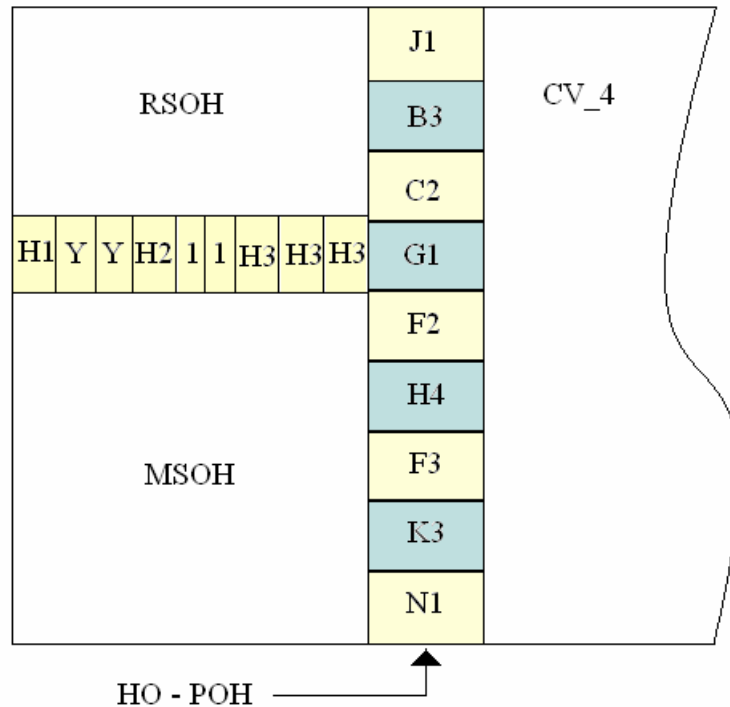


figura 33 Tara de Trayecto HO - POH.

F2 y F3. Canal de usuario (análogo al F1) de 128 Kbit/seg. para la intercomunicación entre los elementos de red del trayecto.

H4. Indicador de multitrama.

N1. Byte para la función de supervisión de la conexión en cascada (TCM).

K3. Permite la señalización de la función APS a nivel de CV4 y CV3.

3.5 Descripción funcional de elementos de red

Funciones

IF. Función Interfaz Físico, se encarga de proporcionar la conexión del equipo a los medios físicos de transmisión. Los interfaces de las señales tributarias JDP son eléctricos, los correspondientes al MTS1 pueden ser eléctricos u ópticos y las del MTS4, 16 y 64, siempre ópticas.

ATI. Función Adaptación de Trayecto de Orden Inferior, se encarga de adaptar las señales JDP dentro de los contenedores.

TTI. Función Terminación de Trayecto de Orden Inferior, se encarga en transmisión/recepción de añadir/leer y procesar la tara de trayecto de los contenedores virtuales.

CTI. Función Conexión de Trayecto de Orden Inferior, asigna flexiblemente los contenedores virtuales CV12 y CV3 dentro de la capacidad disponible en el trayecto de orden superior (CV4), y al contrario en el lado de recepción.

ATS. Función Adaptación de Trayecto de Orden Superior, en el lado de transmisión ensambla el contenedor CV4 a partir de los contenedores virtuales de orden inferior, generando los punteros del CV3, de los CV12 para formar UT12 y combinando estas, octeto a octeto para formar los CV4. En Rx. desensambla del CV4 y realiza la interpretación de los punteros.

TTS. Función Terminación de Trayecto de Orden Superior, en el lado de transmisión escribe los octetos de la tara de trayecto del CV4 y en el de recepción lee y procesa estos datos.

CTS. Función Conexión de Trayecto de Orden Superior, asigna flexiblemente los contenedores virtuales CV4 dentro de la capacidad disponible en la señal compuesta MTS-N.

AS. Función Adaptación de Sección, genera y procesa los punteros de UA4 para poder localizar la Tara de Trayecto de CV4 con relación al MTS-N. Multiplexa octeto a octeto las cuatro UA4 para formar los MTS-N.

PSM. Función Protección de Sección de Multiplexación, facilita la posibilidad de derivar la señal hacia otro interfaz de salida MTS-N a efectos de protección. Las órdenes para la conmutación las dará la función MTS-N, utilizándose los octetos **K1** y **K2** para la comunicación con el extremo distante.

TSM. Función Terminación de la Sección de Multiplexación, se encarga de escribir los octetos de la tara de sección de multiplexación y en recepción de leerlos y procesarlos.

TSR Función Terminación de la Sección de Regeneración, escribe/lee y procesa los octetos de la tara de sección de regeneración.

FTM Función Fuente de Temporizadora del Múltiplex, proporciona las temporizaciones necesarias para realizar las funciones anteriormente mencionadas. Además de un oscilador interno dispondrá de referencias externas de sincronización, la función interfaz físico de temporización del multiplexor (IFTM) se encarga de recibir y adaptar estas referencias externas.

FGES. Función Gestión del Equipo Síncrono, recoge información de los distintos bloques funcionales y los pone a disposición del gestor de la red, a través de la función de comunicación de mensajes (FCM) mediante un interfaz tipo “Q” o mediante el canal de comunicaciones de datos CCD.

Capítulo 4

Averías Típicas en la J.D.S.

Introducción

Aunque la fiabilidad de un enlace JDS es muy alta y la suspensión del servicio por avería es bastante menos probable que en los sistemas precedentes de la JDP, un estudio estadístico revela que las averías que se producen son por 1) Rotura del Enlace, 2) Calidad Degradada por motivos varios, 3) Fallo de un Elemento Físico de Red y 4) Error en la Tara de Trayecto.

En este capítulo se analizan las causas de estas averías y la información que el *Sistema* tiene disponible para evaluar y diagnosticar el tipo de avería y donde se ha producido y posteriormente sus causas.

4.1 Red JDS típica

Utilizando como ejemplo una red de tres elementos podremos identificar las diferentes jerarquías de información de que disponemos en una Red JDS para la monitorización de la transmisión de un 2 Mbit/seg.

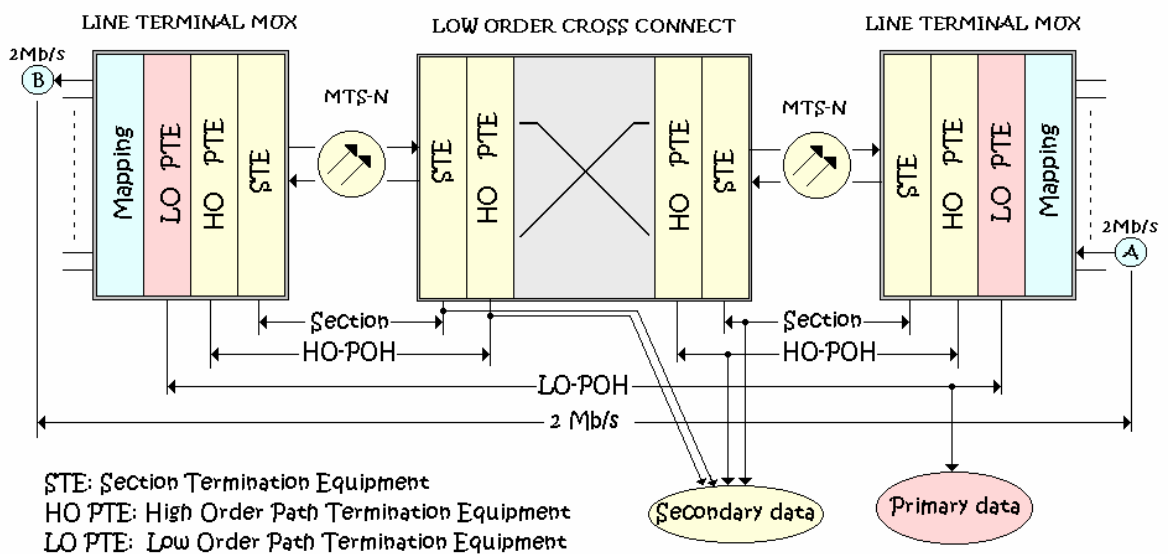


figura 35 Red teórica JDS de tres elementos

PRIMARY DATA

Es específica al CV_12 que contiene el 2 Mbit/seg. básico.

Está disponible solamente en los puntos terminales del LO_Path (a la salida de la red JDS).

Incluye detección de errores de Trayecto (LO_Path) y alarmas (paridad BIP2 de CV_12 y alarmas de CV_12).

Suministra monitorización “End-To-End” continua de la calidad del Trayecto. Es ideal para detectar la existencia de un fallo de la red que afecte a un Trayecto (LO_P) específico, aunque no su localización.

SECONDARY DATA

Se le llama secundaria porque no es específica al CV_12 que contiene el 2Mbit/s.

Esta disponible en cada Sección y en cada “HO_PTE” a lo largo del enlace de transmisión.

Incluye detección de Alarmas de Sección y de HO_PTE y detección de errores basado en paridad. Suministra monitorización continua de la calidad “End-To-End” de cada sección y HO_PTE.

Detecta:

1. Problemas en los datos de la sección que ocurran en el enlace óptico o en hardware de terminación de Sección, pero no un CV_12 específico que de errores o fallos de hardware.
2. Problemas en hardware de HO-PTE (CV_4), también problemas en Trayecto de CV_4.

ENLACE JDS REAL

Podemos extender el concepto de una red simple de tres elementos a lo que sería una configuración de red real.

En esta supuesta red el cliente accede con un servicio de 2 Mbit/seg. a la red *JDS* a través de un anillo local y pasa a través de un anillo nacional de larga distancia para terminar en otro anillo local donde concluye el circuito.

Un LO_P (con un servicio de 2 Mbit/s) típicamente pasa por un gran número de elementos de red JDS incluyendo:

CONEXIÓN Y TRAYECTO EN UNA RED JDS REAL

En una conexión como la de la figura 36 podrían intervenir varios LO ADM's, uno o mas 4/1 DXC's (CV_12 Path switch), varios HO ADM's (STM_1 o STM_16) y típicamente uno o mas 4/4 DXC's (C_4 Path switch).

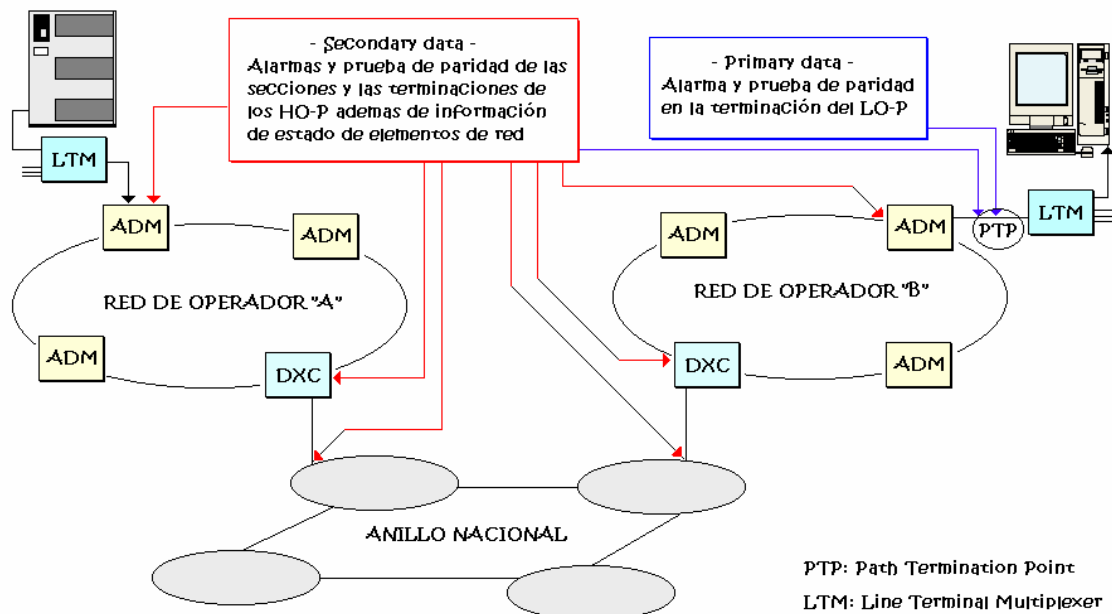


figura 36 Conexión típica de dos terminales a una red JDS

Utilizando la Red Real vemos que aún tenemos un lugar que nos suministra “primary data” para monitorización específica del CV_12 que contiene el 2 Mbit/seg. (en el *PTP). La “secondary data” ayudara en la localización de fallos en cada Sección y en HO_PTE a lo largo del enlace de transmisión del CV_12. La “secondary data” podría, o no, ayudar en la localización de fallos de la Red que afecten al LO_P.

* PTP: Path Termination Point.

4.2 Detección y localización de una avería

Debemos considerar los datos de monitorización que suministran los elementos en una red JDS, y comprobar si son adecuados para que el “Sistema de Gestión” detecte y localice las averías.

De particular interés serán los 4 problemas más comunes en una red JDS, que son:

1. Rotura del Enlace físico, 2. Calidad Degradada, 3. Fallos de Hardware y 4. Problemas de Trayecto.

Estos problemas no están en orden de importancia, de todas formas si tenemos en cuenta las estadísticas de los operadores los problemas derivados del “LO-Path” son los mas comunes en una red JDS.

DATOS DISPONIBLES PARA LA LOCALIZACION DE FALLOS

Entidad	Tipo de dato	Procedencia
LO_Path	Paridad (BIP2) Alarmas (SIA, continuidad)	Solo en LO_PTE
Sección	Paridad (B1, B2) Alarmas (LOS, LOF, AU_LOP, etc.) Rx. Power.	STE en el canal de LO_P.
HO_Path	Paridad (B3) Alarmas (SIA, continuidad, UT_- LOP).	En cada HO_PTE en el Trayecto de Tx.
Elemento de Red	Diagnostico interno (Fallo Hardw., errores internos)	Todos los NE en el Trayecto de Tx.

ROTURA DEL ENLACE

Las causas típicas son la rotura accidental por maquinas excavadoras, movimientos de tierra o terremotos.

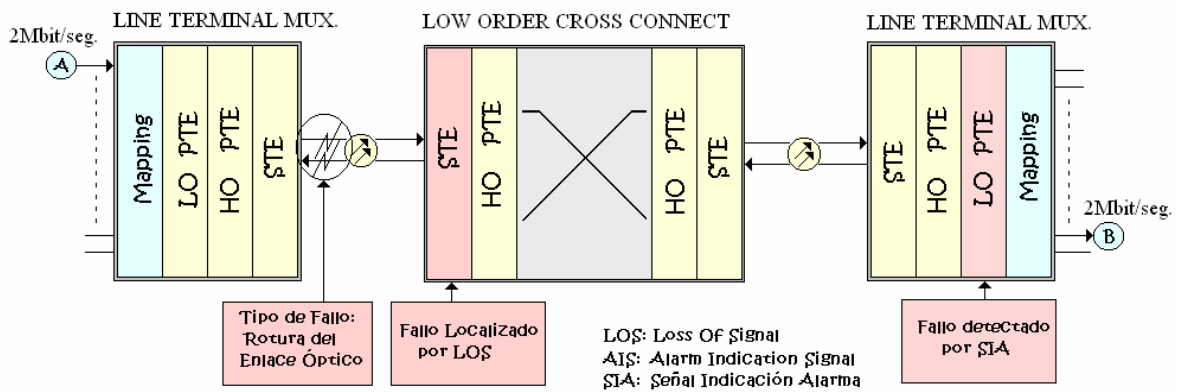


figura 37 Rotura del enlace

En una red JDS este es el fallo más simple de detectar. Cada “LO-Path” que transitaba por el enlace interrumpido porta una señal “SIA” en el “PTE” y traslada este fallo de “LO-P” al “Sistema de Gestión”. Además el “NE” en el punto de Rx del enlace roto introduce una señal de “LOS” e igualmente traslada esta información al “S. de G.”.

Existe un detecte un fallo de “LO-P” causado por una rotura de fibra, el “S. de G.” lanza una alarma “SIA” de UT. Igualmente si el “S. de G.” tiene acceso a todos los NE, localizará la causa del problema en el “LO-Path”. El sistema lanzará una Alarma de “LOS”.

CALIDAD DEGRADADA

Las causas típicas son; 1. acumulación de *JITTER* 2. baja potencia en recepción 3. reflexiones ópticas por malas conexiones y 4. torsión exagerada de fibras.

En el ejemplo (con tres NE) suponemos que Errores en el primer tramo óptico causan la activación de BIP 2. El “LO-PT” detecta estos errores de paridad, pero no lo comunicara de forma inmediata al “Sistema de Gestión”, a no ser que:

1. El operador haya habilitado un umbral de alarma para el LO-PT y
2. Que el BIP-2 exceda el umbral definido por el operador.

La localización de la Alarma requiere que el enlace de recepción detecte “secondary data”, en este caso errores de paridad B1 y B2.

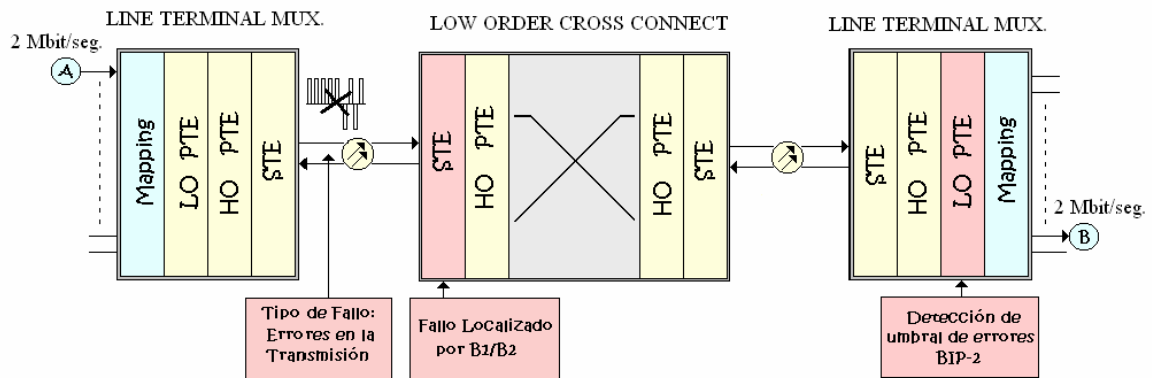


figura 38 Calidad degradada, BER inaceptable.

Hay un 100% de probabilidad de que la red detecte un problema de LO_P como resultado de la degradación de un enlace óptico si el operador tiene habilitado el umbral de error opcional de BIP2 y los errores han superado dicho umbral.

Hay un 100% de probabilidad de que la red localice automáticamente la causa del problema si:

1. El operador tiene habilitado un umbral de error B-2 asociado con este enlace y haya sido excedido y
2. Que el “Sistema de Gestión” tenga acceso a todos los NE usados para transportar el LO_P.

FALLO DE UN ELEMENTO FÍSICO DE RED

Las causas típicas son: Aunque la fiabilidad de los elementos de red es muy alta, como en cualquier dispositivo electrónico complejo, existe la posibilidad de fallo durante su vida operativa.

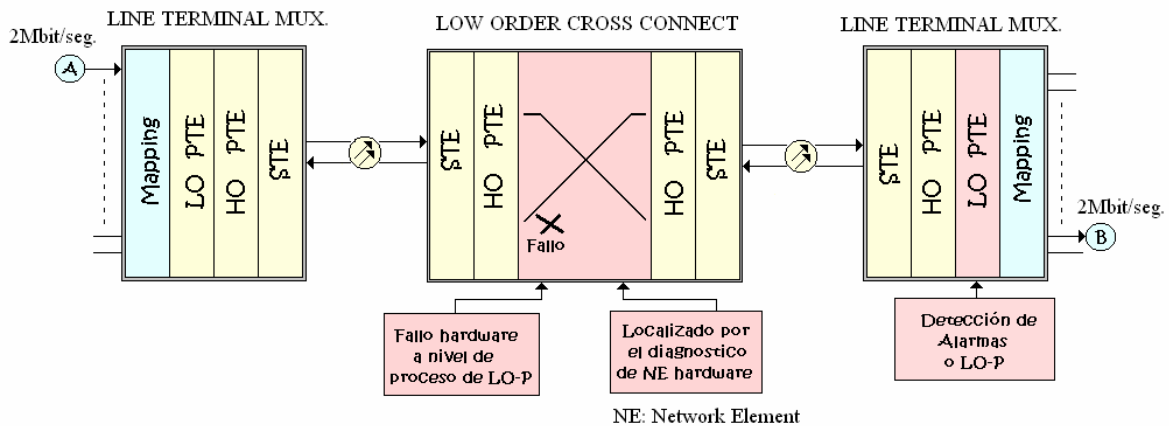


figura 39 Fallo de un elemento físico de red.

En el ejemplo, asumimos que un fallo en el Hardware del DXC o probablemente en un LO_ADM que procesa el LO_P, ha resultado en un error BIP-2 detectado en el LO_PT. La red no comunica este evento de forma inmediata al “Sistema de Gestión”, a no ser que:

1. El operador tenga habilitado un umbral de alarma opcional en el LO-PT y 2. Que el BIP2 exceda el umbral establecido por el operador.

Localizar el problema requiere tener acceso a “secondary data”. La única fuente es el diagnostico interno de los NE, en el caso de que este disponible.

Si el “NE” averiado no tiene diagnostico interno detallado, no podrá detectar sus problemas internos, por lo tanto el “Sistema de Gestión” no recibe “secondary data”. En este caso el ingeniero de mantenimiento necesita equipo externo para localizar el problema.

Hay un 100% de probabilidad de que el “Sistema de Gestión” detectar un problema de “LO_P” causado por un problema de hardware si el operador tiene habilitado el umbral de error “BIP2” de alarma, y excede de este.

En la localización (100%) si el NE tiene diagnostico interno y el Sistema de Gestión tiene acceso a todos los NE.

ERROR EN LA TARA DE TRAYECTO

Las causas típicas son: Enrutamiento incorrecto de un Trayecto en un “ADM” o en un “DXC” (probablemente causado por el operador al configurar el Trayecto de la Red, cuando se usa un “Sistema de Gestión” múltiple, o un virus en el software de configuración).

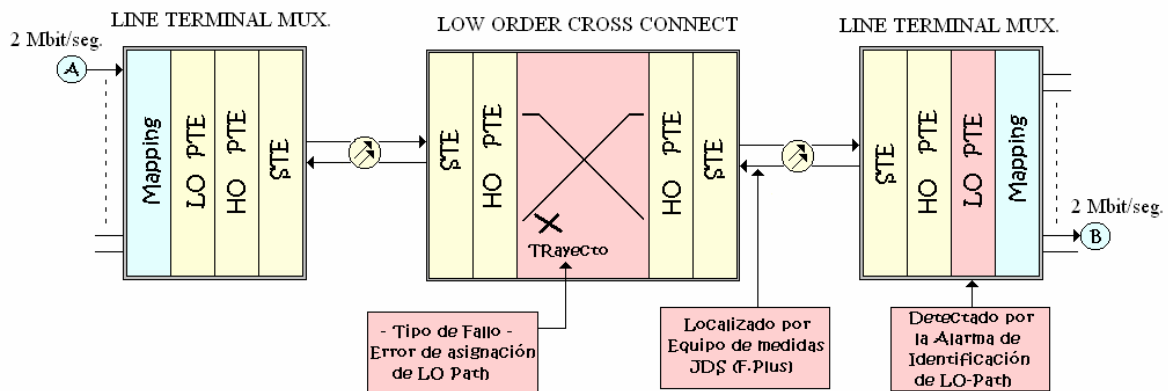


figura 40 Error de enrutamiento, “LO_PH”.

En este ejemplo asumimos un error introducido por un “DXC” o un “ADM” en el LO-P. Detección de error de ruta (trayecto) del LO-P se hará si:

1. El PT-NE tiene habilitada la supervisión de ruta “J2”, y
2. Si el operador ha habilitado la identificación de alarma de ruta de LO-P en la terminación.

En estas condiciones el hardware de LO_P comunica al “Sistema de Gestión” de la detección y localización de la Alarma. Localizar la causa de un error de Routing es más difícil ya que no disponemos de “secondary data”.

Hay un 100% de probabilidad de que el sistema detecte automáticamente un error de routing si:

El PT_NE tiene habilitado una alarma de identificación de LO_P routing (J1, J2) y si el operador tiene habilitada una alarma de identificación de LO_PTE.

Equipo de prueba externo es necesario para localizar este problema.

DETECCIÓN DE AVERIAS

Para optimizar los recursos que ofrece una red JDS a la hora de detectar y localizar una avería, es necesario:

1. Satisfacer las últimas recomendaciones de la UIT-TS para la JDS.
2. Tener habilitada todas las funciones de monitorización incluyendo las de LO-P y seguimiento de routing.
3. Estar programado para informar automáticamente de problemas en la red al “Sistema de Gestión”.
4. Trabajar en un entorno que utiliza un único “Sistema de Gestión”.

Una vez se ha detectado una avería, es necesario localizar la causa y rectificar el problema. Para asegurar al “equipo de mantenimiento” de una red JDS esta labor es necesario equiparles con:

1. Un interfaz de mantenimiento con el Sistema de Gestión, desde donde se tenga acceso al análisis de toda la información de Errores y Alarmas del Sistema.
2. Equipos de medidas portátiles para obtener datos en puntos de la red donde no se suministra al sistema.

4.3 Redes Multioperadora

En una red real la información del Sistema no es tan fluida al tratarse de redes con “Sistemas de Gestión” diferentes.

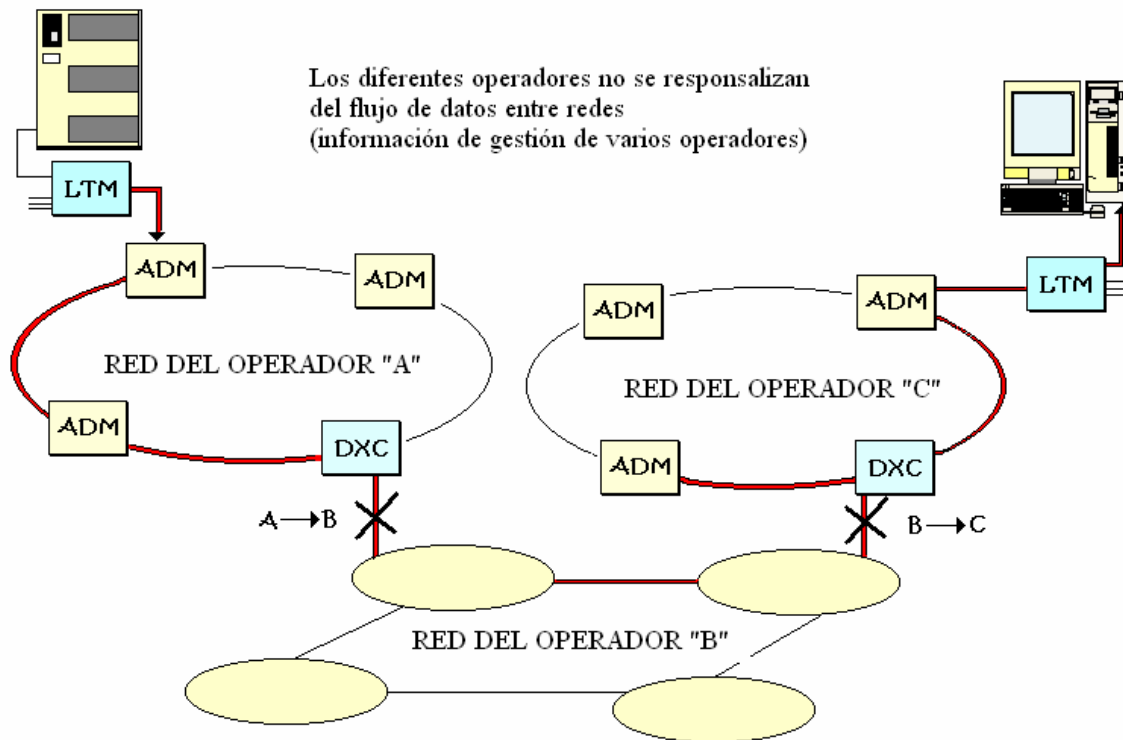


figura 41 Redes multioperadora

Apéndices

Apéndice 1: Recomendaciones de la UIT-T relativas a Transmisión Síncrona

La UIT-T crea y modifica recomendaciones existentes para reflejar el desarrollo en la tecnología y la práctica en las redes síncronas.

SERIES G, MEDIOS Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES EQUIPOS TERMINALES “GENÉRICO”

- G.702 Velocidades binarias de Jerarquías Digitales.
- G.703 Características físicas / eléctricas de los interfaces normalizados.
- G.704 Estructura de trama utilizada para los flujos binarios de 1544, 6312, 2048, 8448 y 44736 Kbit/seg.
- G.706 Alineamiento de trama y procedimientos de CRC relativos a tramas básicas definidas en la Recomendación G.704.
- G.707 Interfaz de Nodo de Red para la Jerarquía Digital Síncrona.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE EQUIPOS MÚLTIPLEX DE ORDEN INFERIOR

- G.732 Características de equipos multiplexores MIC de frecuencia 2048 Kbit / seg.
- G.742 Equipos múltiplex digital de segundo orden de frecuencia 8448 Kbit / seg. con utilización de justificación positiva.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE EQUIPOS MÚLTIPLEX DE ORDEN SUPERIOR

- G.751 Equipo múltiplex digital de tercer orden de frecuencia 34 Mbit/seg. y de cuarto orden y frecuencia 140 Mbit/seg. con utilización de justificación positiva (Libro azul, fascículo III.4).
- G.772 Puntos de monitorización protegidos en sistemas de transmisión digital.
- G.781 Recomendaciones para equipos de la Jerarquía Digital Síncrona.
- G.782 Características generales de la Jerarquía Digital Síncrona.
- G.783 (ETS 300 417-1) Características de bloques en equipos de la JDS. Se especifica Jitter y Wander para todos los interfaces JDS/JDP presentes en elementos de red JDS - Generación de Jitter/Wander y tolerancia de entrada, también define prueba de secuencias de puntero para probar la falta de sincronismo.
- G.784 Gestión de la JDS.
- G.810 (ETS 300 462-1) Terminología y definiciones para sincronización de redes. En este documento no hay especificaciones definidas, se trata de un diccionario de términos, acrónimos y referencias matemáticas relacionados con la temporización y la sincronización.
- G.811 (ETS 300 462-6) Características dinámicas de los relojes primarios de referencia. Referido a equipos con autonomía de reloj y para equipos con relojes de referencia externos.
- G.812 (ETS 300 462-4) Características dinámicas de relojes esclavos utilizados en sincronización de equipos JDP y JDS. Define un reloj que supera las funciones dinámicas de una SSUD – Synchronization Supply Unit.
- G.813 (ETS 300 462-5) Características dinámicas de relojes esclavos utilizados en La operación de equipos JDS.

- G.821 Tasa de error de un de un enlace digital internacional con una velocidad binaria inferior a la velocidad básica y que forma parte de una red digital integrada.

RECOMENDACIONES PARA PRUEBAS DE REDES JDS

- G.823 Control de Jitter y Wander en redes digitales basadas en jerarquía de 2048 Kbit/seg. Especifica los límites de Jitter y Wander, para cualquier interfaz JDP. Recomendación apta para cualquier red de transmisión JDP excepto la Americana.
- G.825 Control del Jitter y Wander de redes digitales basadas en la JDS. Especifica límites de la red para Jitter y Wander para cualquier interfaz STM_N de la JDS.
- G.826 Parámetros de resultados de Error y objetivos para elementos de ruta de canales internacionales a velocidad constante por encima de la velocidad primaria.
- G.832 Transporte de elementos JDS en redes JDP – Tramas y estructuras de multiplexación.
- G.841 Características y tipos de protección de las redes JDS.
- G.957 Interfaces ópticos para equipos y sistemas de la Jerarquía Digital Síncrona.
- G.958 Sistemas de línea digital basados en la JDS y para cables de fibra óptica. Especifica las características de Jitter para regeneradores ópticos en redes JDS.

RECOMENDACIONES DE LA SERIE M

- M.2100 Límites de operación para pruebas de aceptación y de mantenimiento para enlaces JDP internacionales, secciones y sistemas de transmisión.
- M.2110 Puesta en servicio de enlaces digitales internacionales, secciones y sistemas de transmisión.
- M.2120 Enlace digital, sección y procedimiento de detección de fallo de transmisión y su localización.
- M.3010 Principios de gestión de redes de telecomunicaciones.

SERIES O, ESPECIFICACIONES PARA INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

- O.150 Requisitos generales para la instrumentación de medidas de evaluación en equipos de transmisión digital
- O.151 Equipos de medida de medidas de “Tasa de Error” operando a velocidades primarias y superiores.
- O.152 Medidas de Tasa de Error en equipos con velocidades binarias de 64 Kbit/s y N x 64 Kbit/s.
- O.172 Equipos para medidas de Jitter y Wander en sistemas digitales basados en la Jerarquía Digital Síncrona (esta recomendación reemplaza a la O.171)
- O.181 Equipos para determinar “Tasa de Error” en interfaces STM-N.

Tabla de referencia cruzada de pruebas de Jitter/Wander por tipo de equipo y de interfaz de red.

EQUIPO	OUTPUT JITTER	INPUT JITTER TOLER.	JITTER TRANSFER FUNCTION	Pointer / Mapping Jitter	OUTPUT WANDER	INPUT WANDER TOLER.	WANDER NOISE TRANSFER	TRANSIENT RESPONSE
SDH, DXC ADM, etc.	G.813	G.813 G.825		G.783	G.813	G.813 G.825	G.813	G.813
SDH Regenerator or	G.958	G.958	G.958					
PDH 2Mbit/s	G.735	G.823	G.735			G.823		
PDH 8 Mbit/s	G.742	G.823	G.742			G.823		
PDH 34 Mbit/s	G.751	G.823	G.751			G.823		
PDH 140 Mbit/s	G.751	G.823				G.823		
PRH Clock	G.811	G.823			G.811			
SSU clock	ETS 300 462.4				ETS 300 462-4	ETS 300 462-4	ETS 300 462-4	ETS 300 462-4
Network	Interfaz							
PDH Transport	G.823	G.823				G.823		
SDH Transport	G.825	G.825				G.825		
Synchronization	ETS 300 462-3				ETS 300 462-3			

Recomendación G.826

PARÁMETROS Y OBJETIVOS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ERROR PARA TRAYECTOS DIGITALES INTERNACIONALES DE VELOCIDAD BINARIA CONSTANTE QUE FUNCIONAN A LA VELOCIDAD PRIMARIA O A VELOCIDADES SUPERIORES

(revisada en 1999)

1 Alcance

Esta Recomendación especifica eventos, parámetros y objetivos de característica de error para trayectos digitales que funcionan a la velocidad primaria o a velocidades superiores. En 1.1 a 1.3 se dan más detalles.

1.1 Aplicación de esta Recomendación

Esta Recomendación es aplicable a trayectos digitales internacionales de velocidad binaria constante que funcionan a velocidad primaria o a velocidades superiores. Estos trayectos se pueden basar en una jerarquía digital plesiócrona (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*), una jerarquía digital síncrona (SDH, *synchronous digital hierarchy*) o alguna otra red de transporte como las basadas en células. La Recomendación es genérica porque define los parámetros y objetivos para trayectos independientemente de la red de transporte física que proporciona los trayectos. La conformidad con la especificación de calidad de funcionamiento de esta Recomendación garantizará, en la mayoría de los casos, que una conexión a 64 kbit/seg cumplirá los requisitos establecidos en la Recomendación G.821 [14]. Por consiguiente, la presente Recomendación es actualmente la única Recomendación requerida para diseñar la característica de error de trayectos digitales a la velocidad primaria o a velocidades superiores¹. Los parámetros y definiciones de la calidad de funcionamiento aplicados a trayectos proporcionados utilizando la capa modo transferencia asíncrono (ATM, *asynchronous transfer mode*) y la capa de adaptación del modo transferencia asíncrono (AAL, *ATM adaptation layer*) para servicios de velocidad binaria constante (clase A, Recomendación I.362 [17]) quedan en estudio. De acuerdo con la definición de un trayecto digital, los puntos extremos del trayecto pueden estar situados en las instalaciones del usuario.

Dado que los objetivos de calidad de funcionamiento tienen por objeto satisfacer las necesidades de la red digital, debe admitirse que no todos los equipos y sistemas digitales actuales pueden cumplirlos de inmediato. No obstante, la intención es alentar diseños de equipos tales que los trayectos digitales satisfagan los objetivos de la presente Recomendación.

Se utilizan trayectos que soportan servicios tales como los de conmutación de circuitos, conmutación de paquetes y circuitos arrendados. La calidad de dichos servicios, así como la calidad de funcionamiento de los elementos de red pertenecientes a la capa de servicio, están fuera del alcance de la presente Recomendación.

Los objetivos de calidad de funcionamiento son aplicables a un solo sentido del trayecto. Estos valores se aplican de extremo a extremo a un trayecto ficticio de referencia (HRP, *hypothetical reference path*) de 27 500 km (véase la figura 3) que puede incluir sistemas de transmisión por fibra óptica, de radioenlaces digitales, cables metálicos y satélite. La

¹ Se está elaborando una nueva Recomendación que se refiere concretamente a la calidad de funcionamiento de los trayectos SDH.

calidad de funcionamiento de las funciones de multiplexación y transconexión que emplean técnicas ATM no se incluye en estos valores.

Las definiciones de parámetros se hacen por bloques, por lo cual conviene las mediciones en servicio. En algunos casos, la estructura de red no puede proporcionar los eventos básicos necesarios para obtener directamente los parámetros de calidad de funcionamiento. En estos casos, la conformidad con esta Recomendación puede determinarse utilizando mediciones fuera de servicio o estimarse por mediciones compatibles con la presente Recomendación, como las especificadas en los anexos B, C y D.

1.2 Capas de red de transporte

En la presente Recomendación se especifica la característica de error de trayectos en una determinada capa de red de transporte. Deben considerarse dos casos:

Redes de transporte PDH y SDH

La figura 1 indica el ámbito previsto en el que el ATM no forma parte del trayecto de extremo a extremo. Cabe indicar que la supervisión de la calidad de funcionamiento extremo a extremo sólo es posible si los bloques supervisados junto con la tara acompañante se transmiten transparentemente a los puntos extremos del trayecto (PEP, *path end point*).

Eventos⁴ de característica de error

- **bloque con errores (EB, *errored block*)**: Bloque en el cual uno o más bits tienen errores.
- **segundo con errores (ES, *errored second*)**: Periodo de un segundo con uno o más bloques con errores o por lo menos con un defecto.
- **segundo con muchos errores (SES, *severely errored second*)**: Periodo de un segundo que contiene $\geq 30\%$ de bloques con errores o por lo menos un defecto. SES es un subconjunto de ES.

Los segundos con muchos errores consecutivos pueden ser precursores de periodos de indisponibilidad, especialmente cuando no se utilizan procedimientos de restablecimiento/protección. Los periodos de segundos con muchos errores consecutivos que persisten durante T segundos, donde $2 \leq T < 10$ (algunas entidades operadoras de red denominan estos eventos "fallos") pueden tener una repercusión importante sobre el servicio, por ejemplo, la desconexión de servicios conmutados. La única manera en que la presente Recomendación limita la frecuencia de estos eventos es mediante el límite de la SESR. (Véanse las notas 1 y 2.)

NOTA 1 – Los defectos y los criterios de calidad de funcionamiento conexos se enumeran en los anexos pertinentes (B, C o D) para las diferentes redes PDH, SDH o basadas en células

NOTA 2 – Para simplificar los procedimientos de medición, en la definición de SES se utiliza el defecto en vez de definir el SES directamente desde el punto de errores

⁴ Véase el apéndice I que contiene un flujograma del reconocimiento de anomalías, defectos, bloques con errores, ES y SES.

graves que afectan al trayecto. A la vez que se simplifica la medición de SES, se debe señalar que puede haber secuencias de errores de intensidad grave que no activarán un defecto según se define en los anexos B, C y D. Por consiguiente, esto no se consideraría como un SES en el marco de esta definición. Si en el futuro se encontrasen estos eventos que afectan gravemente al usuario, habrá que examinar de nuevo esta definición.

- **error de bloque de fondo (BBE, *background block error*):** Bloque con error que no se produce como parte de un SES.

Parámetros de característica de error

La característica de error sólo se debe evaluar mientras el trayecto está en el estado de disponibilidad. Para una definición de los criterios de entrada al/salida del estado de indisponibilidad, véase el anexo A.

- **tasa de segundos con errores (ESR, *errored second ratio*):** Relación entre ES y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo.
- **tasa de segundos con muchos errores (SESR, *severely errored second ratio*):** Relación entre SES y el total de segundos de tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo.
- **tasa de errores de bloque de fondo (BBER, *background block error ratio*):** Relación entre bloques con errores de fondo (BBE) y el total de bloques en el tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo. El cómputo total de bloques excluye todos los bloques durante los SES.

Medición de bloque

Supervisión en servicio de los bloques

Cada bloque es supervisado por medio de un código de detección de error inherente (EDC, *error detection code*), por ejemplo, paridad de entrelazado de bits o verificación por redundancia cíclica. Los bits EDC están separados físicamente del bloque al cual se aplica. Normalmente no es posible determinar si un bloque o sus bits EDC de control son erróneos. Si hay una discrepancia entre el EDC y su bloque controlado, se supone siempre que el bloque controlado es erróneo.

En esta definición genérica no se indica ningún EDC específico pero se recomienda que para la supervisión en servicio los diseños futuros estén equipados con una capacidad EDC, de modo que la probabilidad de detectar un evento erróneo sea $< 90\%$, suponiendo una distribución de errores de *Poisson*. CRC-4 y BIP-8 son ejemplos de EDC actualmente utilizados que cumplen este requisito.

La estimación de los bloques con errores en servicio depende de la estructura de la red empleada y del tipo de EDC disponible. Los anexos B, C, y D a la presente Recomendación ofrecen orientación sobre cómo se pueden obtener estimaciones en servicio de bloques con errores a partir de las facilidades ISM de redes basadas en PDH, SDH y células, respectivamente.

Recomendación M.2100

LÍMITES DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO PARA LA PUESTA EN SERVICIO Y EL MANTENIMIENTO DE TRAYECTOS, SECCIONES Y SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE JERARQUÍA DIGITAL PLESIÓCRONA INTERNACIONALES

(Primera publicación 1988; revisada en 1992, 1995)

Resumen: Esta Recomendación proporciona los límites para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales internacionales en cada nivel de la jerarquía digital plesiócrona, a partir de 64 kbit/s. Se consideran las características de error, temporización y la disponibilidad. Se da un método para obtener los segundos con error y los segundos con muchos errores a partir de mediciones en servicio para todos los niveles jerárquicos.

Generalidades

La presente Recomendación tiene por objeto proporcionar límites para la puesta en servicio y el mantenimiento de trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales a fin de alcanzar los objetivos de calidad de funcionamiento establecidos para un entorno multiservicio. Estos objetivos incluyen los de característica de error (Recomendaciones G.821 [1] y G.826 [41]), temporización (Recomendación G.822 [2]) y disponibilidad. Esta Recomendación describe los parámetros y sus objetivos asociados con el fin de respetar los principios enunciados en las Recomendaciones M.20 [34], M.32 [35] y M.34 [36].

Los métodos y procedimientos para aplicar estos límites se describen en la Recomendación M.2110 en lo que se refiere a los procedimientos de puesta en servicio y en la Recomendación M.2120 en lo referente a los procedimientos de mantenimiento.

En la presente Recomendación se siguen ciertos principios que constituyen la base del mantenimiento de una red digital, a saber:

- es conveniente realizar mediciones continuas en servicio. En algunos casos (por ejemplo para la puesta en servicio), puede que sean necesarias mediciones fuera de servicio;
- debe emplearse un solo juego de parámetros para el mantenimiento de cada nivel de la jerarquía (este principio no se aplica a los límites);
- los límites de característica de error de los sistemas de transmisión dependen del medio de transmisión utilizado; sin embargo, debido a las muchas posibles estructuras de red, los límites de característica de error para los trayectos son independientes del medio de transmisión.

Como los límites de calidad de funcionamiento tienen por objeto satisfacer las necesidades de la red digital, que se encuentra en evolución, hay que reconocer que no todos los equipos y sistemas digitales existentes pueden respetar dichos límites.

En el futuro esta Recomendación o Recomendaciones asociadas abarcarán todos los trayectos, secciones y sistemas de transmisión digitales que funcionan a 64 kbit/s y a cualquier nivel superior de la jerarquía PDH, incluido el acceso de abonado a la RDSI descrito en la Recomendación I.412 [3]. Actualmente esta Recomendación se refiere a los límites de característica de error de los trayectos a cada nivel de la jerarquía PDH y a los criterios de evaluación de parámetros en servicio hasta la capa de cuarto orden.

RECOMENDACIONES DE LA UIT-T

- | | |
|--|--|
| <p>A Organización del trabajo de la UIT-T</p> <p>B Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación</p> <p>C Estadísticas generales de telecomunicaciones</p> <p>D Principios generales de tarificación</p> <p>E Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos</p> <p>F Servicios de telecomunicación no telefónicos</p> <p>G Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales</p> <p>H Sistemas audiovisuales y multimedia</p> <p>I Red digital de servicios integrados</p> <p>J Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia</p> <p>K Protección contra las interferencias</p> <p>L Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior</p> <p>M RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales</p> | <p>N Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión</p> <p>O Especificaciones de los aparatos de medida</p> <p>P Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales</p> <p>Q Conmutación y señalización</p> <p>R Transmisión telegráfica</p> <p>S Equipos terminales para servicios de telegrafía</p> <p>T Terminales para servicios de telemática</p> <p>U Conmutación telegráfica</p> <p>V Comunicación de datos por la red telefónica</p> <p>X Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad</p> <p>Y Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación</p> <p>Z Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación</p> |
|--|--|

Apéndice 2: Tablas y Dibujos

JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA / TABLA DE MULTIPLEXACIÓN

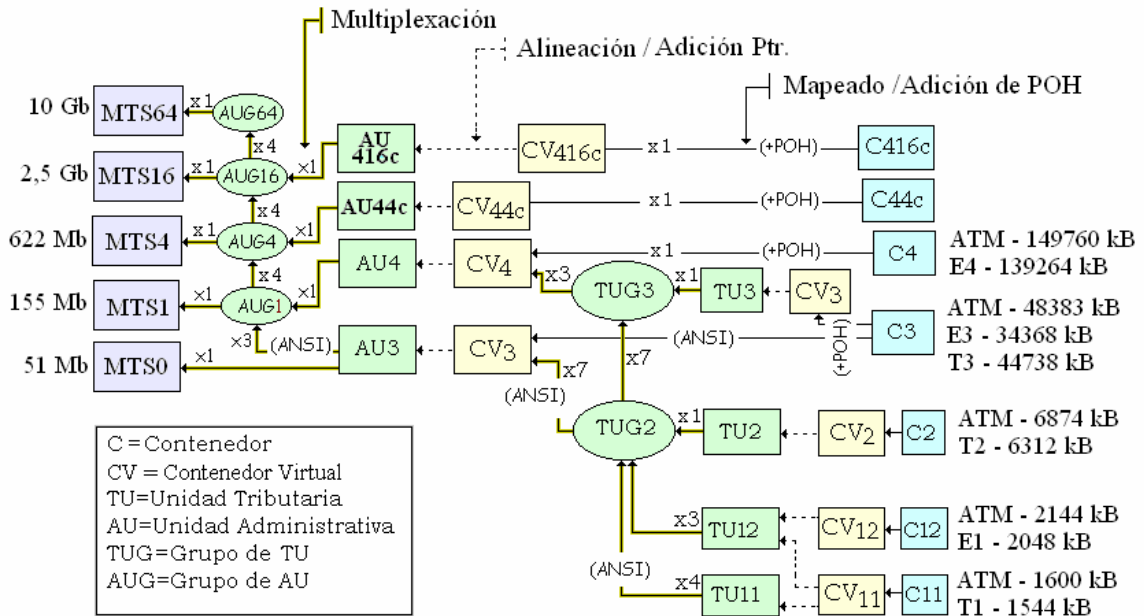


figura ap2.1 Accesos a la JDS desde la JDP y ATM

	Velocidad	Recomendación		
		Características físicas	Trama	Jitter/Wander
Interfaz Óptico	STM-1 (155M)	G.957	G.707	G.825
	STM-4 (622M)	G.957	G.707	G.825
	STM-16 (2.5G)	G.957	G.707	G.825
	STM-64 (10G)	G.691, G.962	G.707	G.825
Interfaz Eléctrico	2M	G.703	G.704, G.732	G.823
	34M	G.703	G.751	G.823
	140M	G.703	G.751	G.823
	STM-1 (155M)	G.703	G.751	G.825

tabla ap2.1 Recomendaciones de la UIT-T

PROCESAMIENTO DE EVENTOS EN LA RSOH Y LA MSOH

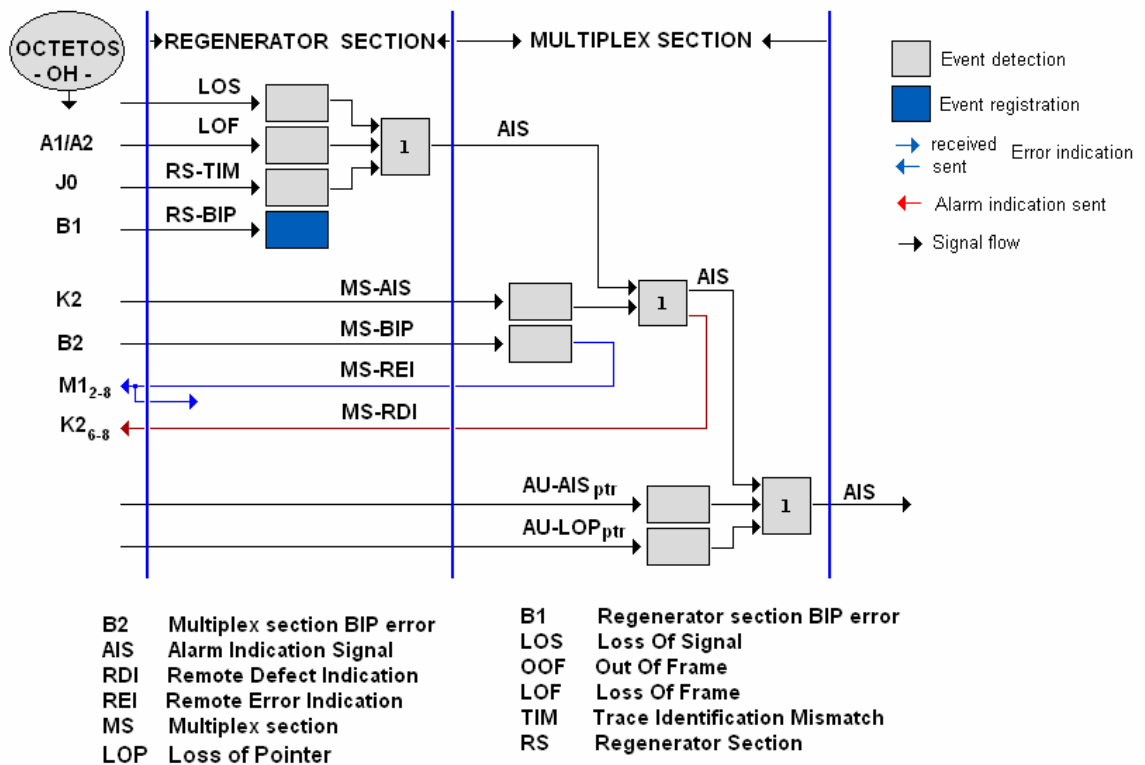


figura ap2.2 Procesamiento de los eventos en la SOH

EVENTOS EN LA SECCIÓN DE REGENERACIÓN (RSOH)

A1, A2: Palabra de alineamiento (A1 = F6 H, A2 = 28 H).

J0: Rastreo de la Sección de Regenerador. Provee continuidad de prueba entre los equipos transmisor y receptor en cada sección de regeneración.

Z0: Reserva. Reservado para uso futuro de estándares internacionales.

B1: Provee monitorización de la sección de regeneración.

E1: Provee circuito local para comunicación vocal.

F1: Asignado para uso local.

D1-D3: Canal de comunicaciones a 192 Kbit/seg. Este canal facilita funciones de monitorización, gestión, alarma y mantenimiento entre equipos terminales de la Sección de Regeneración.

EVENTOS EN LA SECCIÓN DE MULTIPLEXACIÓN (MSOH)

B2: Monitorización de errores en la Sección de Múltiplex. El BIP-nx24, de una trama STM, facilita monitorización de errores punto a punto a través de una Sección de Múltiplex determinada y esta se calcula sobre todos los bits de la trama anterior excepto por el contenido de las tres primeras filas de la MSOH. El valor calculado se sitúa en b2 antes de encriptar.

K1, K2: Dos bytes reservados para señalización de “APS”, para protección de Sección de Múltiplex. K2 (b6-b8) contiene MS-RDI e información de MS-AIS.

D4-D12: Canales de datos a 576Kb/s. Canal entre equipos terminales de Sección de Múltiplex.. Utilizados para administración y mantenimiento de la red.

S1: Mensajes del estado de la sincronización. S1 (b5-b8) indica cual de los cuatro niveles de sincronización esta siendo utilizado en la transmisión de una Sección de Múltiplex.

M1: Indicación de Error Remota en la Sección de Múltiplex (MS REI). Resulta del número de errores B2 detectados en el equipo de recepción.

E2: Canal de ordenes entre los equipos terminales de Sección de Múltiplex.

H1-H3: El puntero de AU esta asociado con la MSOH aunque no es parte de la misma. El puntero esta contenido en H1H2 y señala donde el VC_n comienza. Los últimos 10 bits (b7-b16) de H1H2 contienen el valor del puntero (de 0 a 782). Los bytes H3 son bytes “acción de puntero” y contienen “datos”, del VC_4 de la trama STM_N que ha generado un ajuste negativo del puntero.

EVENTOS EN LA TARA DE TRAYECTO DE ORDEN SUPERIOR Y EN LA TARA DE TRAYECTO DE ORDEN INFERIOR “HIGH ORDER PATH OVERHEAD AND LOW ORDER PATH OVERHEAD”

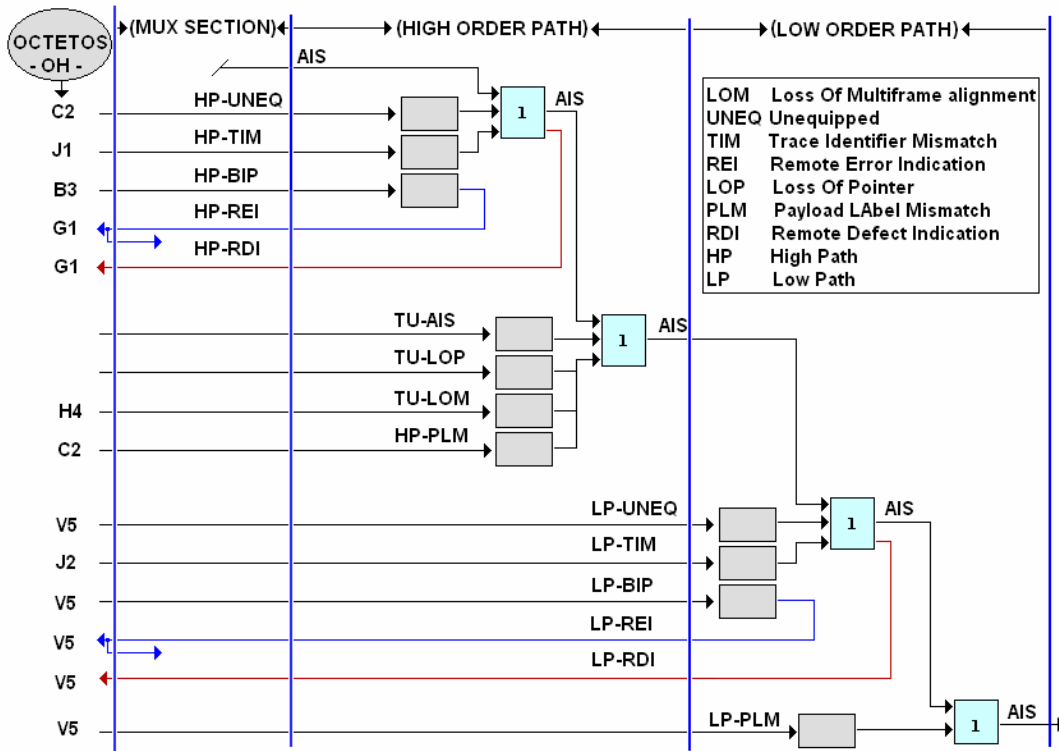


figura ap2.3 Procesamiento de los eventos en el POH

TARA DE TRAYECTO DE ORDEN SUPERIOR “HO-PO”

J1: El primer byte en el contenedor virtual. Su situación esta indicada por el puntero de AU (bytes H1H2). Proporciona identificador de búsqueda de orden superior (64-byte free format string or 16 byte frame including CRC7). Suministra monitorización punto a punto de HO-P.

B3: Proporciona monitorización de errores del HOP. El BIP-8 se calcula sobre todos los bits del CV anterior. El valor calculado se sitúa en el byte B3 antes de aleatorizar.

C2: Etiqueta del HO-P. Indica la composición del estado de mantenimiento del contenedor asociado.

EJEMPLO DE MAPEADO PARA C2:

b1-b4	b5-b8	Código Hex	Interpretación
0000	0010	02	Estructura TUG
0001	0011	13	Mapeado para ATM

G1: Estado del trayecto de orden superior. Manda el estado e información de calidad desde el equipo de terminación de trayecto hasta el equipo origen.

F2: Canal de usuario para el HO-POH. Reservado para operador de red entre puntos terminales del trayecto.

H4: Indicador de posición. Indicador de fase de multitrama tara datos estructurados.

F3: Canal de usuario para HO-POH. Reservado para operadores de red entre equipos terminales de trayecto.

K3: Protección Automática por conmutación del Trayecto de Orden Superior (b1-b4). El resto de los bits son para uso futuro.

N1: Monitorización de HO-POH de conexiones tandem. En el anexo C hay descritas dos posibles implementaciones y en el anexo C y el anexo D de ITU-T G.707. En el anexo C, el byte N1 implementa una cuenta de errores (IEC) para la conexión tandem y los cuatro bits restantes suministran un enlace de datos punto a punto.

I E C				TC-REI	OEI	TC-APId, ODI,	TC - RDI, reserved
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8

TARA DE TRAYECTO DE ORDEN INFERIOR “LO - POH”

V5: Suministra señal de control de errores BIP-2 e información del estado de trayecto.

BIP - 2	REI	RFI	Señal	Label	RDI		
b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8

J2: (16 byte frame including CRC7). Suministra monitorización punto a punto de LO-POH.

N2: Monitorización de conexión tandem de orden inferior. Contiene control de errores BIP-2, SIA, conexión tandem REI(TC-REI), indicación de error de salida (OEI) y una multitrama de 76 bytes que contiene un identificador de acceso a conexión tandem (TC-APId).

BIP - 2	“1”	Incoming AIS	TC - REI	OEI	TC - APId, ODI	TC - RDI, reserved	
b1	B2	b3	b4	b5	b6	b7	b8

K4: Protección automática por conmutación de la Tara de orden inferior (b1-b4) e indicación de defecto remota (b5-b7).

Glosario

*Definiciones y Acrónimos
más importantes*

Definiciones

Alineamiento: Procedimiento basado en la técnica de punteros. Mediante el cual se permite identificar las posiciones de los CV en la trama que los contiene. Con el mecanismo de generación e interpretación de punteros se consigue una correspondencia flexible (fase variable) entre los CV y las UA o UT que las contienen. Por medio de esta operación se obtiene una UT o UA, a partir del CV correspondiente, añadiendo a este el puntero de UT o UA.

Fluctuación de Fase: La fluctuación de fase en las señales digitales se define como las variaciones de corta duración de los instantes significativos de una señal digital (los comienzos de los bits) con respecto a sus posiciones ideales en el tiempo.

Mapeado (entramado): Es el proceso mediante el cual se adaptan, dentro de los Contenedores Virtuales. Las señales JDP definidas en la Recomendación G-702, las células ATM, u otras señales. Para ello, cada señal se coloca en un contenedor del tamaño adecuado y se completa con la Tara de Trayecto. Cuando el espacio de carga es utilizado para transportar señales de la JDP es necesario adaptar la velocidad de la carga a la velocidad del Contenedor. Como la JDP no es sincronía, es necesario contar con un mecanismo de justificación similar al utilizado en la JDP.

Concatenación: La JDS, con el fin de prestar soporte a servicios de ancho de banda intermedios ha previsto la posibilidad de “concatenar” varias UA o UT, dentro de un STM-N. Esto es, combinar “X” UA o UT, para formar un contenedor de tamaño “X” veces el tamaño del contenedor englobado por una UA o UT.

Puntero: Número binario, situado en posiciones fijas, que va a indicar a que distancia del inicio del área de carga se encuentra el primer octeto del CV.

Acrónimos

ADM: Add and Drop Multiplexer. Elemento de red JDS que inserta o extrae tributarios del tren MTS_N a voluntad, sin tener que demultiplexar por completo la señal JDS.

AIS: Alarm Indication Signal (SIA: Señal de Indicación de Alarma).

AU_N: Unidad administrativa de orden N. Unidad discreta de carga JDS que contiene uno o mas VC_N.

BER: Tasa de errores en los bits (*Bit Error Ratio*)

Bit Error: Test Sequence Error PDH.

CRC: Cyclic Redundancy Checksum.

CAS: Channel Associated Signaling.

DEMUX: Demultiplexor, elemento de red que recupera las señales multiplexadas en una señal de mayor nivel sin tener que demultiplexar por completo la señal JDS.

DXC: Digital Cross Connect. Elemento de la red que permite conmutar tramas e información entre diferentes enlaces de forma automatizada e integrada. Forma el núcleo central de todo sistema de telecomunicaciones.

DM: Minutos degradados (*Degraded Minutes*). Dentro del periodo de disponibilidad, descontado los segundos con muchos errores y agrupados los segundos restantes en paquetes de 60, minutos degradados son aquellos paquetes cuya tasa de error de bit es superior a 10^{-6} (o lo que es lo mismo mas de 4 errores en el flujo de 64 Kbit/s).

EBIT: Errores de Bit.

ECOD: Errores de código.

ES: Segundos con Error. Es un periodo de un segundo en el cual uno o más bits son erróneos.

ESR: Tasa de Segundos con Error (*Errored Second Ratio*). La relación entre ES y los seg. totales en el tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute. Entidad dependiente de la Comisión Europea encargada de normalizar las telecomunicaciones a nivel

HRDP: Trayecto digital ficticio de referencia (*hypothetical reference digital path*).

HRX: Conexión ficticia de referencia (*hypothetical reference connection*).

ISM: Medidas en servicio (In Service Measurements).

JDS: Jerarquía Digital Síncrona.

ITU-TS: International Telecommunications Union, Telecommunications Sector. Entidad de las Naciones Unidas encargada de estandarizar las diferentes tecnologías y usos de las telecomunicaciones.

LSS: Loss of Sequence Synchronisation (Pérdida de sincronismo).

LOM: Loss Of Multiframe (Pérdida de Multitrama).

LOS: Loss of Signal (Pérdida de señal).

MUX: Multiplexor, elemento de red que agrupa diversas señales de voz o datos en una única señal de un nivel mayor para su transmisión o un ulterior tratamiento.

OOSM: Medidas fuera de servicio (Out Of Service Measurements).

PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy o Jerarquía Digital Plesiócrona. Con las velocidades de 64 Kbit/s y 2 Mbit/s como base, esta llega hasta los 140 Mbit/s con un esquema rígido de multiplexación y justificación.

PRC: Primary Reference Clock (reloj de referencia que suele ser originado en un Clk-cesio o con tecnología GPS).

PRBS: Secuencias Binarias Seudoaleatorias.

REBE: Remote End Block Error.

RLOM: Remote Loss Of Multiframe.

RDSI: Red digital de servicios integrados

SES: Segundo con muchos errores (Severely Errored Second). Es un periodo de un segundo que tiene una tasa de errores en los bits $1,10^{-3}$.

SESR: Tasa de segundos con muchos errores (Severely Errored Second Ratio). La relación entre SES y los segundos totales del tiempo de disponibilidad durante un intervalo de medición fijo.

SDH: Synchronous Digital Hierarchy o Jerarquía Digital Síncrona (JDS). Es la tecnología de transmisión que permite resolver los problemas de la JDP en cuanto a multiplexación, extracción /inserción de tributarios, etc.

TSE: Test Sequence Error.

UI: Unit Interval, unidad de medida de Jitter.

UIPP: Unit Interval Pic to Pic, unidad común de medida de Jitter.

UIRMS: Unit Interval RMS, unidad de medida de Jitter en sistemas.

Bibliografía

Trend Communications (2001).

Flexacom, Manual de Usuario - Doc. N° MUFX40S-F5.

Telefónica formación - RTD-310-01 (1999).

Jerarquía Digital Síncrona (Conceptos Básicos, Equipos y Estructuras de Red).

Hewlett Packard (1997)

SDH Network Testing, Milton Gilmour and David A. Lord.

Cuando se considere apropiado, el lector debe consultar el texto de las Recomendaciones de la UIT-T para validar la última versión.

Manuales y Recomendaciones de la UIT-T se pueden conseguir en la siguiente dirección:

Internacional Telecommunicatios Union

General Secretariat

Sales and Marketing Service

Place of Nations

CH – 1211 Geneva 20, Switzerland

internet: <http://www.itu.int> / sales@itu.int