

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ANILLO SDH A NIVEL DE STM-1
ÓPTICO DE TRES NODOS PARA EL LABORATORIO DE REDES DE LA FUSM.

DANIEL ALEXANDER MERCADO RODRÍGUEZ
ORLANDO JAVIER AGUILAR GONZALES

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2008

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ANILLO SDH A NIVEL DE STM-1
ÓPTICO DE TRES NODOS PARA EL LABORATORIO DE REDES DE LA FUSM.

DANIEL ALEXANDER MERCADO RODRÍGUEZ
ORLANDO JAVIER AGUILAR GONZALES

PROYECTO DE GRADO

RAFAEL CUBILLOS SÁNCHEZ.
INGENIERO ELECTRÓNICO

FUNDACIÓN UNIVERSITARIA SAN MARTÍN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ, COLOMBIA
2008

Nota de Aceptación:

Rabel Cubillos Sánchez.
Asesor

Oscar Iván Varela
Jurado

Amparo Martínez
Jurado

Bogotá, Julio -2008.

Párrafo de Dedicatoria

Este proyecto esta dedicado especialmente a mi señora madre Doris Isabel , mi tío William José , mi fiel compañera Gisella que fueron mi apoyo en todos los sentidos y a las personas que siempre creyeron en mi.

Daniel Alexander Mercado Rodríguez.

Dedicado a ,

Mi hija Sara que es mi mayor alegría, ella es mi motor mi fuerza, lo que me impulsa a salir adelante. Quiero que ella vea en mi un ejemplo a seguir para que en un futuro todos sus sueños se hagan realidad brindándole siempre todo mi apoyo incondicional, a mi esposa que son las que me acompañan y me motivan a realizar esta meta, a mis padres y a mis hermanos por su apoyo incondicional por su paciencia y optimismo y por supuesto a Dios por haberme dado la oportunidad de realizarme profesionalmente.

Orlando Javier Aguilar Gonzáles.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar un profundo agradecimiento a las personas que colaboraron para la realización de este proyecto, especialmente a nuestro asesor , profesor y compañero por mucho tiempo Rafael cubillos Sánchez , por su asesoramiento a nivel metodológico como técnico , y a todos los profesores y compañeros que tuvimos durante toda nuestra carrera universitaria.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	15
2. OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. SDH (JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA)	17
3.1 CONCEPTO	17
3.2 SURGIMIENTO SDH	17
3.3 VENTAJAS DE SDH SOBRE PDH	21
3.4 MÉTODO DE MULTIPLEXACIÓN	23
3.5 OPERACIÓN ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO	24
3.6 COMPATIBILIDAD	25
3.7 DESVENTAJAS DE SDH	26
3.8 OVERHEAD	27
3.8.1 Cabecera.	27

3.8.2	Tramado de bytes A1 Y A2.	30
3.8.3	Sección regeneradora de byte de rastreo: J0.	31
3.8.4	Canal de comunicación de datos (DCC) byte:	31
3.8.5	Bytes Orderwire: E1 y E2.	32
3.8.6	BYTE DE CANAL DE USUARIO: F1.	33
3.8.7	Bit de paridad interleaved 8 (BIP-8) byte: B1.	33
3.8.8	Bit Interleaved Parity N24 code (BIP-N24) byte:	34
3.8.9	Cambio automático de protección (APS) channel byte: K1, K2 (b1-b5).	35
3.8.10	Multiplex Section Remote Defect Indication (MS-RDI): K2 (b6-b8)	35
3.8.11	Byte S1 de estado de sincronización (b5-b8).	36
3.8.12	Indicación de error remoto de la sección multiplex (MS-REI) byte: M1.	37
3.8.13	Media dependent bytes.	40
3.9	RUTA DE CABECERA	41
3.9.1	Ruta de cabecera de alto orden: HPOH.	42
3.9.2	Ruta general de orden bajo: LPOH.	47
3.10	Señaladores	53
3.10.1	Unidad administrativa señaladora---AU-PTR.	53
3.10.2	Valor del señalador AU-4.	55
3.10.3	Justificación de frecuencia.	56
3.10.4	Nueva bandera de datos (NDF).	57
3.10.5	Generación del señalador.	58

3.10.6	Interpretación del señalador [SDHU1999]	59
3.10.7	AU-4 Concatenación	60
3.10.8	Unidad tributaria señaladora ----TU-PTR.	61
4.	METODOLOGIA	68
5.	DESARROLLO	69
5.1	Optix OSN 9500	70
5.2	Optix OSN 7500	72
5.3	Optix OSN 3500/2500/1500	73
5.4	Optix Metro	75
5.4.1	Optix metro 100-C	77
5.5	Topologías de las redes SDH	78
5.5.1	Redes Tipo Bus	78
5.5.2	Redes Tipo estrella	79
5.5.3	Redes Tipo Árbol.	79
5.5.4	Redes tipo anillo	80
5.6	FIBRAS Y CONECTORES	84
5.6.1	Fibras multimodo	85
5.6.2	Fibra monomodo	86
5.7	Calibración del Anillo Óptico	87
5.7.1	Balance de Potencias.	87
5.7.2	Potencia Óptica Transmitida.	87

5.7.3	Potencia Óptica recibida.	88
5.7.4	Sensibilidad en el receptor.	88
5.8	Configuración de los tipos de Servicios en el equipo.	89
5.8.1	Configuración de los puertos:	89
5.9	Configuración del Servicio a través del software T2000	90
6.	CONCLUSIONES	108
7.	RECOMENDACIONES	109
8.	TRABAJO FUTURO	110
9.	GLOSARIO	111
10.	BIBLIOGRAFÍA	116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama de tasas de jerarquía de interfaces eléctricas	27
Figura 2. Adicionar/quitar señales de 2Mb/s de señales de 140 Mb/s	28
Figura 3. Estructura de trama de 3 bytes	31
Figura 4. Estructura de trama de 9 bytes	31
Figura 5. Conmutación de una red.	33
Figura 6. Sección de cabecera STM-1	37
Figura 7. Sección de cabecera STM-4	37
Figura 8. Sección de cabecera STM-16	38
Figura 9. Sección de cabecera STM-64	38
Figura 10. Diagrama de red	41
Figura 11. Paridad BIP-8	42
Figura 12. Ruta de cabecera de alto orden	51
Figura 13. Ruta de estado VC-4 (G1)	55
Figure 14. Ruta general de orden bajo	57
Figura 15. Estructura de VC-12 POH (V5)	59
Figura 16. Localización de los apuntadores AU-4 en la trama STM-N	64
Figura 17. Codificación apuntador AU-4 pointer	65
Figure 18. Operación de ajustes de operación Au-4 – Justificación positiva	66
Figura 19. Operación de ajustes de operación Au-4 – Justificación negativa	85
Figure 20. Estructura VC-4-Xc	70

Figure 21. Numeración y localización del apuntador TU-12	71
Figura 22. Localización apuntador TU-12	72
Figura 23. Codificación del apuntador TU-12	73
Figure 24. Compensación de apuntadores TU-12	74
Figura 25. Panel frontal OptiX Metro 100	78
Figura 26. Implementación en una red	71
Figura 27. Equipos OSN	72
Figura 28. Interconexión entre equipos troncales	73
Figura 29. Equipos de transmisión OSN	74
Figura 30. Optix Metro 1000	75
Figura 31. Optix Metro-500	76
Figura 32. Optix Metro 100	76
Figura 33. Optix metro 100-A	77
Figura 34. Optix metro 100-B	77
Figura 35. Redes tipo bus	78
Figura 36. Redes tipo estrella	79
Figura 37. Redes tipo árbol	79
Figura 38. Redes tipo anillo	80
Figura 39. Modo de protección 1+1	81
Figura 40. Reenrutamiento	82
Figura 41. Reenrutamiento	83
Figura 42. Conector tipo LC	84
Figura 43. Fibra óptica multimodo de salto de índice	85
Figura 44. Fibra óptica multimodo de índice gradual	86
Figura 45. Fibra óptica monomodo	86
Figura 46. Manguera plástica corrugada.	87
Figura 47. Configuración por medio del T2000.	91
Figura 48. Configuración por medio del T2000.	92
Figura 49. Configuración por medio del T2000.	93

Figura 50. Configuración por medio del T2000.	94
Figura 51. Configuración por medio del T2000.	95
Figura 52. Configuración por medio del T2000.	96
Figura 53. Configuración por medio del T2000.	97
Figura 54. Configuración por medio del T2000.	98
Figura 55. Configuración por medio del T2000.	99
Figura 56. Configuración por medio del T2000.	100
Figura 57. Configuración por medio del T2000.	101
Figura 58. Configuración por medio del T2000.	102

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Asignación de los patrones de bit	37
Tabla 2. M1 interpretación para tramas STM-1	38
Tabla 3. M1 interpretación para tramas STM-4	39
Tabla 4. M1 interpretación para tramas STM-16	40
Tabla 5. M1 interpretación para tramas STM-64	40
Tabla 6. Código de byte C2	44
Tabla 7. K4 (b5-b7) Codificación e interpretación	53
Tabla 8. Cuadro comparativo	69
Tabla 9. Protecciones soportadas	71
Tabla 10. Tarjetas de multiplexores	74
Tabla 11. Protecciones soportadas por los equipos.	74
Tabla 12. Características técnicas conector tipo LC.	85
Tabla 13. Equivalencias dBm-mW.	88
Tabla 14. Características de potencia Optix Metro -100.	89

RESUMEN

Este proyecto de grado denominado “Diseño e implementación de un anillo óptico SDH a nivel STM-1”, es una aplicación real de un sistema de telecomunicaciones, que permitirá contar en el laboratorio de telecomunicaciones con una red donde los estudiantes puedan transportar señales de diferentes tecnologías, e interconectar con los diferentes sistemas que los alumnos desarrollen.

La red implementada consta de un anillo óptico principal de velocidad STM-1 (155,52 Mbps), que en cada nodo puede adicionar-extraer, 8 señales tributarias E1's, además de cuatro puertos Ethernet, estas señales se pueden transportar por el anillo la red óptica principal, realizando crossconexiones, por medio de la tarjeta XC de el equipo Optix metro 100, que cuenta con su propia tarjeta de sincronización, la cual permite establecer las señales de sincronismo a cada equipo.

Los servicios transportados, tendrán una óptima protección, previendo si hay un eventual daño en uno de los tramos de la fibra óptica, conmutar por el camino de protección en un tiempo inferior a lo establecido en las recomendaciones de la ITU.

Este proyecto es muy beneficioso ya que es una tecnología que esta a la vanguardia de las telecomunicaciones, en estos momentos las redes troncales de empresas tales como Comcel, ETB, Telefónica Telecom, entre otras.

1. INTRODUCCIÓN

En las redes de telecomunicaciones, la parte encargada de determinar el desempeño de la red, son los sistemas de transmisión, estos son utilizados para el transporte de datos, que pueden ser por vía: Inalámbrica, cables de cobre, o por fibra óptica.

La tecnología, más utilizada actualmente para el transporte de datos de alta velocidad es SDH (jerarquía digital síncrona), porque con esta se pueden multiplexar señales de transferencia de bajo orden con canales de altas velocidades, además permite una interconexión de sistemas de otros países incluso de continentes, por ser las interfaces universales (Lo que no se podía realizar con la tecnología anterior PDH).

En el presente, la topología de red más utilizada en SDH es la de anillo por que los nodos están interconectados uno después de otro en forma de círculo, permitiendo una alta capacidad de desempeño y protección de los datos transmitidos por la red.

La realización de este proyecto aportará a la comunidad estudiantil, bases que permitan reconocer las diferentes tecnologías dentro de las redes de telecomunicaciones.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un anillo SDH a nivel de STM-1 óptico de tres nodos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Escoger el hardware apropiado para implementar la red.

Escoger e implementar el tipo de protección necesaria para que garantice la continua transferencia de datos en el anillo.

Escoger e implementar la fuente de sincronismo necesaria para el anillo óptico.

Instalar los equipos en el laboratorio de redes de la FUSM.

Realizar pruebas de desempeño que permitan medir la pérdida de paquetes que pueden haber cuando el anillo este en funcionamiento.

Realizar pruebas de conmutación simulando una falla en uno de los nodos.

Elaborar un manual de usuario que explique con claridad la manera de configurar los equipos.

Elaborar un manual de prácticas de laboratorio.

3. SDH (JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA)

Es la abreviatura de jerarquía digital síncrona, un sistema de transmisión digital que describe las características de las señales digitales incluyendo estructura de trama y método de multiplexación.

3.1 CONCEPTO

Como PDH jerarquía Digital Plesiócrona, era la tecnología anteriormente implementada, SDH es un sistema de transmisión (protocolo), el cual define las características de las señales digitales, incluyendo la estructura de tramas, métodos de multiplexación, tasa digital de jerarquía y código patrón de interfaz, etc. [SDHU1999]

3.2 SURGIMIENTO SDH

La civilización actual es una sociedad de la información altamente desarrollada y por ende demanda una red de telecomunicaciones la cual pueda proveer una variedad de servicios de comunicación. La información transmitida y procesada por las redes de telecomunicaciones crecerá rápidamente. Esto requiere que las redes de telecomunicaciones sean digitales, integradas, inteligentes y personales. [SDHU1999]

Como una importante parte de las redes de telecomunicaciones, el sistema de transmisión afecta directamente el desempeño de la red. Países por todo el mundo están haciendo grandes esfuerzos en construir autopistas de información. Uno de los proyectos claves de las autopistas de la información es establecer alta capacidad en las redes de transmisión de fibra óptica, ensanchar el ancho de banda, así como incrementar la tasa de señales en las líneas de transmisión. Esto como si se estuvieran expandiendo las autopistas para un alto flujo de tráfico. Mientras tanto, suscriptores esperan una interfaz estándar universal para redes de telecomunicaciones de tal forma que cada suscriptor en nuestra "Aldea Global" pueda fácilmente comunicarse a cualquier hora y en cualquier lugar. [SDHU1999]

Como el método de multiplexación de las redes de transmisión establecido en el tradicional Sistema PDH, puede no satisfacer los requerimientos de alta capacidad de transmisión, y los estándares regionales del sistema PDH dificultan la interconexión de las redes, el sistema PDH empieza a ser cada vez más un serio “cuello de botella” de las modernas redes de telecomunicaciones, el cual restringe el rápido desarrollo de las redes hacia una gran capacidad y estandarización. [SDHU1999]

A continuación se mostrará algunas desventajas del sistema de transmisión PDH.

3.2.1 Interfaz. Solo hay unas pocas generalidades, a cambio de estándares universales para las interfaces eléctricas. La presente jerarquía digital de señales PDH tiene 3 niveles de tasa: Series Europeas, Series Norteamericanas y series Japonesas. Cada una de ellas tiene diferentes tasas de interfaces eléctricas, estructuras de trama y métodos de multiplexación. Esto hace difícil la interconexión internacional y está lejos del desarrollo que debe tener una comunicación conveniente a cualquier hora y en cualquier lugar. La tasa de niveles para interfaz eléctrica de estas tres señales se muestran en la figura 1. [SDHU1999]

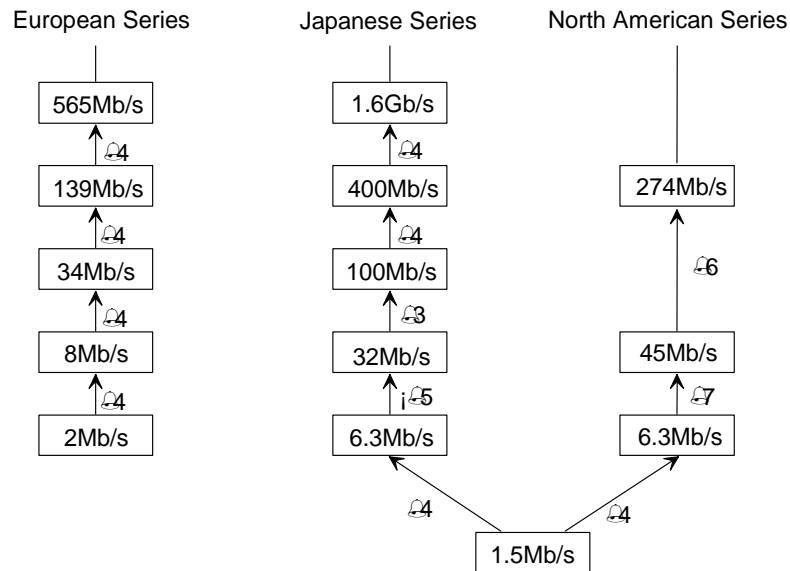


Figura 1. Diagrama de tasas de jerarquía de interfaces eléctricas. [SDHU1999]

Sin estándares universales para interfaces ópticas. Todos los fabricantes de equipos PDH usan su propio código para monitorear el desempeño de la transmisión en los enlaces ópticos. Un típico ejemplo es el mBnB code, el cual mB

es el código de la información y nB es el código redundante. La función del código redundante es realizar la función de monitoreo del equipo sobre el desempeño de transmisión de los enlaces. Dada la inserción de códigos redundantes, la tasa de señal es más alta que la tasa estándar de señal de la interfaz eléctrica del mismo nivel de tasa. Esto no solo incrementa el procesamiento en el transmisor, sino también resulta en incompatibilidad de equipos provistos por diferentes fabricantes. Porque los fabricantes agregan diferentes códigos redundantes cerca a los códigos de información durante la línea de codificación para así lograr funciones de monitoreo en línea, el código patrón de interfaz óptica y tasas del mismo nivel empleadas por diferentes fabricantes son distintas. Así el equipo empleado en las dos puntas de un enlace de transmisión debe de ser provisto por el mismo fabricante. Esto causa muchas dificultades para estructurar la red, administración e interconexión de las redes. [SDHU1999]

3.2.2 Método de multiplexación. En el sistema PDH. Únicamente tasas de señales de 1.5 Mb/s y 2 Mb/s (incluyendo series japonesas 6.3 Mb/s de tasa de señal) son sincrónicas. Todas las otras señales son asincrónicas y requieren un código de justificación para el ajuste y aceptación de diferentes relojes. [SDHU1999]

Como PDH adopta métodos de multiplexación asincrónicos, la ubicación de las señales de tasa baja no son regulares ni son fijadas cuando son multiplexadas dentro de tasas de señales más grandes. Esto quiere decir, la ubicación de las señales más bajas son incapaces de ser identificadas desde las señales de más alta velocidad. Pero es la clave para directamente adicionar/extraer las señales de más bajas velocidad de las señales de más alta velocidad. Esto es lo mismo que cuando se busca a un extraño en la multitud, se puede encontrar fácilmente si se sabe en cual línea y columna se encuentra cuando la multitud está organizada en un orden específico. Pero si la multitud es un desorden, se tendría que comparar a cada persona con la foto hasta localizar al hombre. [SDHU1999]

Desde que PDH, adopto el método de multiplexación asincrónico, señales de tasa baja no pueden ser directamente agregadas/extraídas de las señales PDH de alta tasa. Por ejemplo, señales de 2 Mb/s no pueden ser directamente sumadas/bajadas desde señales de 140 mb /s. De aquí surgen 2 problemas:

- Adicionar/Extraer señales de baja tasa desde señales de tasa alta, debe de ser conducido nivel por nivel. Por ejemplo, para adicionar/agregar la señal baja de 2 MB/s desde señales de 140 Mb/s, el siguiente procedimiento debe de ser ejecutado. Ver Figura 2. [SDHU1999]

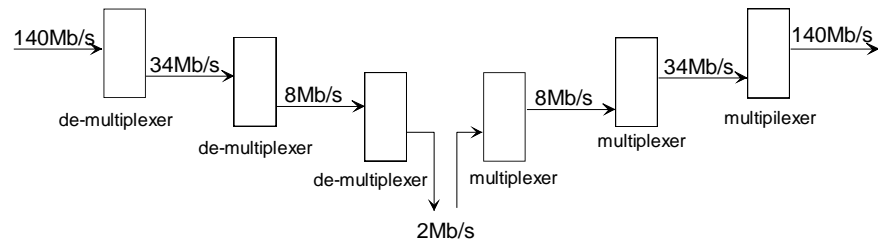


Figura 2. Adicionar/Extraer señales de 2Mb/s de señales de 140 Mb/s

Como lo muestra la figura 2, lotes de equipos "back-to-back" son usados durante el proceso de sumar/bajar señales de 2mb/s desde 140 Mb/s, tres etapas de equipos de demultiplexación son usadas para bajar a señales bajas de 2 Mb/s desde señales de 140 Mb/s y entonces tres etapas de equipo multiplexación son usadas para sumar señales de 2Mb/s hasta señales 140 Mb/s. Una señal de 140 Mb/s puede ser multiplexada en 64 señales de baja tasa de 2Mb/s. Equipos de multiplexación y demultiplexación son requeridos en todas las tres etapas para adicionar/agregar incluso una señal de 2 Mb/s desde una señal de 140 Mb/s. Esto no solo incrementa el tamaño e incrementa el costo, consumo de energía y la complejidad de los equipos, si no que también decrece la confiabilidad del equipo. [SDHU1999]

- Adicionar/quitar señales de tasas bajas a señales de tasas altas se debe ir a través de muchas etapas de multiplexación y demultiplexación, los impedimentos a las señales durante el proceso de multiplexación y demultiplexación se incrementaran y el desempeño de la transmisión se deteriora. Esto es inadmisibles en transmisiones de gran capacidad. Estas es la razón por la cual la tasa de transmisión del sistema PDH no ha sido mejorado. [SDHU1999]
- Operación y mantenimiento. En la estructura de trama de las señales PDH, hay unos pocos bytes de cabecera usados para operación, administración y mantenimiento (OAM). Esta es la razón por la que el código redundante debe de ser adicionado durante la codificación de la línea óptica para el equipo para satisfacer la línea de monitoreo sobre el desempeño de la línea. El hecho de que pocos bytes de cabecera son usados por el OAM de señales PDH, es también una desventaja para la administración por capas, monitoreo del desempeño, despacho del servicio en tiempo real, control del ancho de banda y análisis de alarma y ubicación de la red de transmisión. [SDHU1999]
- Sin interfaz de gestión universal. Cuando se compra un conjunto de equipos a un fabricante, se tiene también que comprar su sistema de gestión de red. Así diferentes partes de la red pueden usar diferentes sistemas de administración, lo

cual es un obstáculo para formar una sistema integrado de gestión para el sistema (TMN). [SDHU1999]

Debido a las desventajas mencionadas arriba, el sistema PDH cada vez más impide el desarrollo de la red de transmisión. Sin embargo el instituto de investigación para las telecomunicaciones BELL en los estados unidos fue el primero en proponer la cadena óptica sincrónica (SONET) esta jerarquía consiste de un completo conjunto de estructuras estándar de transferencia digitales dividido en diferentes niveles. El concepto de (SONET) fue aceptado por CCITT en 1998, y renombrado como jerarquía digital sincrónica (SDH).

SDH es un sistema técnico general para transmisión de fibra óptica y transmisión satelital vía microondas. Este documento se centra en la aplicación del sistema SDH en la transmisión de redes de fibra óptica. [SDHU1999]

3.3 VENTAJAS DE SDH SOBRE PDH

Desde que el sistema SDH evolucionó de PDH, SDH tiene grandes ventajas sobre PDH. Comparado con PDH, este es un nuevo sistema de transmisión que ha hecho una revolución en sistemas técnicos. [SDHU1999]

Primero, se tratará el concepto básico de SDH, el núcleo de este concepto es visto como una red nacional de telecomunicaciones y una intercomunicación internacional, para establecer redes digitales de telecomunicaciones y hacer parte importante de la red digital de servicios integrados (ISDN), especialmente servicios integrados de banda ancha en redes digitales (B-ISDN). ¿Cómo entender este concepto? diferenciando del tradicional PDH, la red basada en el sistema SDH es altamente uniforme, estandarizada e inteligente. Esta usa interfaces universales para lograr compatibilidad con diferentes equipos de diferentes fabricantes. Esta tecnología también presume de un eficiente y coordinado manejo y operación a través de toda la red y el proceso de transmisión, conexión de redes y despacho de tráfico flexible, y función de reenrutamiento. Esto aumenta grandemente el radio de utilización de recursos de la red y reduce el costo de operación y mantenimiento (OAM), dado la elevada función de mantenimiento. [SDHU1999]

A continuación se describirá algunas ventajas y características de SDH.

3.3.1 Interfaces.

- Interfaz eléctrica. La estandarización de las interfaces determina la posibilidad de interconexión entre diferentes equipos de diferentes fabricantes. El sistema SDH provee estándares universales para la interfaz de la red de nodo (NNI), incluyendo estándares en la tasa de nivel de la señal digital, estructura de trama, método de multiplexación, interfaz de línea, monitoreo y administración etc. Así los

equipos SDH de diferentes fabricantes pueden ser fácilmente interconectados, equipos de diferentes fabricantes pueden ser instalados en la misma línea, lo cual demuestra completamente la compatibilidad del sistema. [SDHU1999]

El sistema SDH provee un conjunto de información estándar de estructura de niveles en un conjunto estándar de niveles de tasas de velocidades. La estructura básica de transmisión de señales es un modelo de transporte sincrónico ---- STM-1 a una tasa de 155 Mb/s. Las jerarquías de la señal digital de más altos niveles como 622 Mb/s (STM-4) y 2.5 Gb/s (STM-16), puede ser formado por módulos de información de baja tasa (STM-1) por multiplexación byte "interleaved". El número de módulos a ser multiplexado es un múltiplo de 4. Por ejemplo, STM-4= 4xSTM-1 y STM-16=4x STM-4. [SDHU1999]

- Nota técnica

Qué es multiplexación por byte intercalado?

Se puede explicar por el siguiente ejemplo. Hay 3 señales con la estructura de trama de 3 bytes en cada trama. Ver figura 3. [SDHU1999]

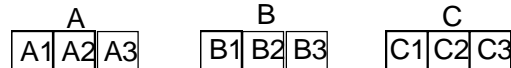


Figura 3. Estructura de trama de 3 bytes [SDHU1999]

Si la señal D es formada por multiplexación por byte. Esto tendrá una estructura de trama de 9 bytes en cada trama estos 9 bytes están organizados en el orden como se muestra en la siguiente figura 4.

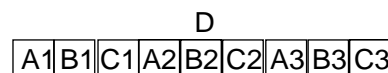


Figura 4. Estructura de trama de 9 bytes [SDHU1999]

Este método de multiplexación es llamado multiplexación por byte intercalado

3.3.2 Interfaz óptica. Interfaz de líneas (aquí se refiere a la interfaz óptica) adopta estándares universales. La línea de codificación de las señales SDH es únicamente scrambling, a cambio de insertar códigos redundantes. [SDHU1999]

El estándar para codificación es universal, sin embargo la terminal contraria puede ser interconectada con equipos SDH de diferentes fabricantes por medio de decodificadores estándares solamente. [SDHU1999]

El propósito de codificar es hacer que la probabilidad de ocurrencia de 1 bits y 0 bits este cerca del 50% así como extraer señales de reloj de señales de línea. Como las señales de línea se codifican solas, la tasa de señal de línea de SDH son las mismas con tasas de señales estándar de la interfaz eléctrica SDH. Esto no agregará procesamiento extra al láser de transmisión. [SDHU1999]

3.4 MÉTODO DE MULTIPLEXACIÓN

Las tasas bajas de señales SDH son multiplexadas en la estructura de trama de las señales de tasa alta SDH por el método de multiplexación de byte intercalado, sus ubicaciones en la trama de tasa alta de señales SDH son fijas y regulares, es decir predecibles. Sin embargo, tasas de señal baja SDH, como 155 Mb/s, (STM-1), puede ser directamente sumadas/Extraídas de señales de tasas altas, 2.5 Gb/s (STM-16). Esto simplifica los procesos de multiplexación y demultiplexación de señales y hace a la jerarquía SDH especialmente apropiada para altas tasas y sistemas de transmisión de fibra óptica de gran capacidad. [SDHU1999]

En el método de multiplexación sincrónico y en las estructuras de mapeado flexibles son empleadas señales PDH tributarias de tasa baja (2Mb/s) que pueden también ser multiplexadas hacia señales de trama SDH (STM-N). Sus ubicaciones en la trama STM-N son también predecibles. [SDHU1999]

Así las señales tributarias de tasa baja pueden ser directamente sumadas/Extraídas desde señales STM-N. Nótese que es un proceso diferente al presentado arriba de directa agregación/extracción de señales de tasa baja SDH a/desde señales SDH de tasa alta. Aquí se refiere directamente a suma/extracción de señales tributarias de tasa baja, tal como 2Mb/s, 34 Mb/s, y 140 Mb/s, a/desde señales SDH. [SDHU1999]

Esto ahorra montones de equipamiento de multiplexación y demultiplexación (equipamiento Back to Back), realzando la confiabilidad y reduciendo los impedimentos de la señal, el costo, consumo de energía y complejidad del equipo. Los servicios de suma/agregación son más simples. [SDHU1999]

Este método de multiplexación de SDH ayuda a satisfacer la función digital de Cross-connection (DxC), y provee una red con un alto poder de conmutación. Los

suscriptores pueden implementar redes acordes a las necesidades y rendimiento de tráfico en tiempo real. [SDHU1999]

3.4.1 ¿Qué es la función de conmutación de la red?. Una red con conmutación se refiere al cambio de protección automática de la red. Cuando el servicio es interrumpido debido al tráfico por el canal dañado, la red automáticamente cambiará al canal de trafico stand by, de tal forma que el servicio pueda ser restaurado a un estado de transmisión normal en un corto tiempo (menos de 50ms definidos por ITU-T). Por favor note que la función de conmutación simplemente restaura el servicio. El equipo y canal defectuoso debe de ser reparado manualmente. [SDHU1999]

Para obtener la función de conmutación en una red , el equipamiento SDH, no solo debe tener la función cross-connection (DXC)(para cambiar el servicio del canal activo al canal en stand by), pero también los canales redundantes (canales stand by) y equipo sobrante (stand by equipment). El siguiente ejemplo (ver figura 5) es un simple ejemplo de una red de transmisión con una función de conmutación. [SDHU1999]

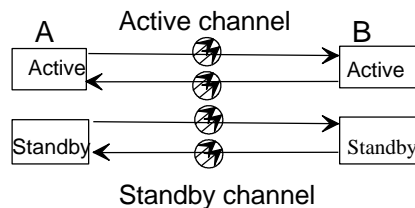


Figura 5. Conmutación de una red. [SDHU1999]

3.5 OPERACIÓN ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO

Abundantes bits de cabecera para funciones de operación, administración y mantenimiento (OAM) son organizados en estructuras macro de señales SDH. Esto refuerza enormemente la función de monitoreo de la red, por ejemplo mantenimiento automático. Así algunos bits sobrantes son sumados durante la codificación de la línea para monitoreo del desempeño de la línea porque algunos pocos bytes de la cabecera son organizados en señales PDH. Por ejemplo en la estructura de trama de señales PCM30/32, solo los bits de las ranuras de tiempo en TSO y TS16 son usados para la función (OAM). [SDHU1999]

Las abundantes cabeceras en señales SDH, cuentan para 1/20 del total de bytes en una trama. Esto realza grandemente la función OAM, y reduce el costo del sistema de mantenimiento que ocupa la mayor parte del costo de los equipos de comunicación. [SDHU1999]

El costo total del sistema SDH es menos que en el sistema PDH, esta estimado en solo un 65.8 % de este.

3.6 COMPATIBILIDAD

El SDH tiene una alta compatibilidad, lo cual significa que la red de transmisión SDH y la existente red de transmisión PDH pueden trabajar juntas mientras se estabiliza la red de transmisión SDH. [SDHU1999]

La red SDH puede ser usada para transmitir servicios PDH, también señales de otra jerarquía, como el modo asincrónico de transferencia (ATM) de señales y señales FDDI. [SDHU1999]

Cómo hace la red SDH para lograr la compatibilidad?, el módulo básico de transporte (STM-1) de señales SDH en la redes SDH puede alojar tres jerarquías de señales PDH y otras jerarquías tal como ATM, FDDI y DQDB. Esto refleja la compatibilidad hacia el pasado y en el futuro de SDH, y garantiza una sutil transición de cadenas PDH a SDH y de SDH a ATM. [SDHU1999]

Cómo aloja el SDH las señales de esas jerarquías?. Éste simplemente multiplexa las señales de baja tasas bajas de diferentes jerarquías en la estructura de trama de las señales STM-1 en el límite de la red (SDH/PDH punto de inicio) y entonces demultiplexa estas en el límite de la red (punto final). En esta forma, las señales digitales de diferentes jerarquías pueden ser transmitidas en la red de transmisión SDH. [SDHU1999]

En redes SDH, la señal SDH funciona como un camión de transporte, esta empaqueta la señal de diferentes jerarquías (refiriéndose a señales PDH), paquetes de diferente tamaño (tasa de niveles), como empacando carga, y entonces se carga a estas en el camión (trama STM-N) para la transmisión en el camión principal SDH (la fibra). En el punto de recepción final, este descarga el paquete (señales de otra jerarquía) del camión, desempaca y restaura estas a las señales de jerarquía original. Esto describe el proceso completo de multiplexación de señales de tasa baja de diferentes jerarquías hacia señales SDH (STM-N), Transmitiendo en la red SDH y cambiándolas hacia señales de sus jerarquías originales. [SDHU1999]

3.7 DESVENTAJAS DE SDH

Las ventajas arriba descritas del SDH son logradas al costo de otros aspectos.

3.7.1 Bajo radio de utilización del ancho de banda. Como se sabe, la efectividad usualmente se contradice con la confiabilidad. Efectividad se incrementa a costa de la confiabilidad, y viceversa. Por ejemplo en este caso, la selectividad de un radio incrementa, la disponibilidad de canales también incrementa. Pero la confiabilidad decrecerá porque el pasa-banda empezará a ser más estrecho y el tono de calidad se deteriora como resultado de esto. Una ventaja significativa del SDH es que la confiabilidad del sistema altamente realzada con el OAM totalmente automatizado, dispone de muchos bytes de cabecera para las funciones de administración y mantenimiento (OAM), son empleadas en las señales SDH ---- tramas STM-N. [SDHU1999]

Para transmitir la misma cantidad de información válida, las señales PDH ocupan menos frecuencia de ancho de banda (tasa de transmisión) que las señales SDH, por ejemplo las señales PDH usan una tasa menor. Por ejemplo, las señales SDH STM-1 pueden ser multiplexadas hacia 63x2 Mb/s o 3x34 Mb/s (igual a 48 Mb/s) o 1 140Mb/s (igual a 64 2 Mb/s) señales PDH, solo cuando se multiplexan las señales PDH hacia señal las tramas STM-1 con 140 Mb/s, puede la señal STM-1 alojar la información contenida de 64*2Mb/s. Su tasa por encima de 155 Mb/s, es más alta que la señal PDH E4 (140 Mb/s), conteniendo la misma cantidad de información. [SDHU1999]

En otras palabras , STM-1 ocupa una frecuencia de ancho de banda más grande que la necesitada por las señales PDH E4 (ellas tienen la misma cantidad de información).

3.7.2 Mecanismo complejo de indicación de justificación. Por el método directamente de agregado de señales de Baja tasa (2 Mb/s) desde señales de tasa alta (STM-1), el sistema SDH elimina los complejos procedimientos de multinivel multiplexación/demultiplexación, como una función lograda por el indicador de justificación. El indicador constantemente señala la ubicación de las señales de baja tasa, de forma tal que las señales de baja tasa pueden ser propiamente demultiplexadas al tiempo de "desempacar". [SDHU1999]

Sin embargo la función indicadora incrementa la complejidad del sistema. Más que nada esto genera una cierta preocupación especial en el sistema SDH -----un jitter causado por el indicador de justificación. Tal jitter usualmente ocurre en los límites de la red (SDH/PDH). Debido a su baja frecuencia y gran amplitud, este jitter

deteriorará el desempeño de las señales de baja tasa al ser de-multiplexadas. Y este jitter es difícil de ser filtrado. [SDHU1999]

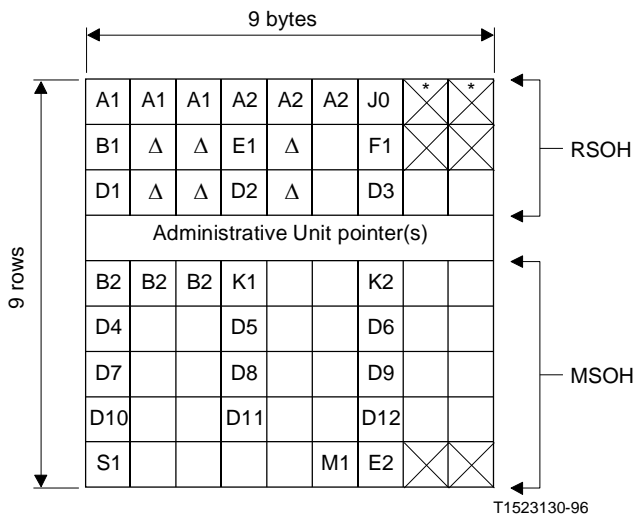
3.7.3 Influencia de uso excesivo de software en sistemas de seguridad. Una de las características del sistema SDH es el OAM altamente automatizado, lo cual quiere decir que el software constituye una gran proporción en el sistema. Como resultado de esto el sistema SDH, es vulnerable a virus computacionales, que andan rampantes en el mundo moderno. En adición a esto, la mala operación manual y las fallas de software en las capas de la red son también fatales para el sistema. Así la seguridad empieza a ser una consideración principal en el sistema. [SDHU1999]

La jerarquía SDH es un tema nuevo. A pesar de ciertas desventajas, el SDH ha mostrado una poderosa vitalidad en el desarrollo y desempeño de las transmisiones de red. Definitivamente es inevitable que las transmisiones de red pasen de PDH a SDH. [SDHU1999]

3.8 OVERHEAD

Como se mencionaba anteriormente, las funciones generales son las de implementar la gestión del monitoreo por niveles para señales SDH. El monitoreo es clasificado en la capa de monitoreo y la capa de monitoreo de rutas. la capa de monitoreo es aún más clasificada en capa de regeneración y en la capa de multiplexación mientras que la capa de monitoreo de rutas se clasifica a su vez en señales ruta de orden alto y en señales de ruta de orden bajo, de esta forma el monitoreo de capas para STM-n esta implementado, por ejemplo, en un sistema stm-16, la sección regeneradora general monitorea la señal entera stm-16 mientras que en la sección multiplex general se monitorea cada una de las 16 stm-1. además, las rutas generales de orden alto monitorea el vc-4, de cada stm-1 y la ruta general de orden bajo puede monitorear cada uno de los 63 vc-12 en el vc-4. de esta forma el monitoreo multinivel de señales desde 2.5 Gb/s a 2mb/s son implementadas. [SDHU1999]

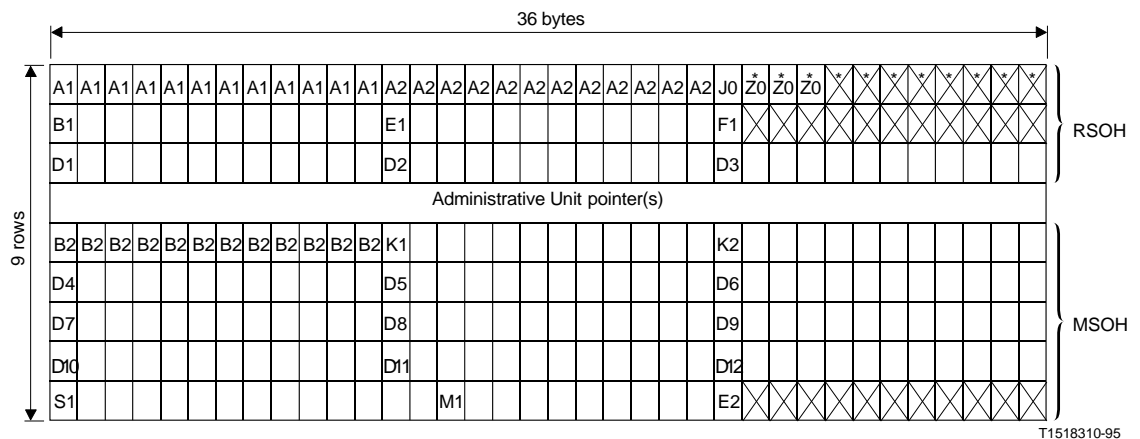
3.8.1 Cabecera. La cabecera de trama STM-N está ubicada en las filas 1-9 de las columnas 1-9N con la trama estructural. Nota: con la excepción de la fila 4, se va a describir las funciones de cada sección de los byte de cabecera con el ejemplo de una señal STM-1. Para una señal STM-1, EL SOH está ubicado en las filas 1-3 de las columnas 1-9 ----- RSOH Y filas 5-9 de columnas 1-9 ----- MSOH está dentro de la trama, como se ilustra en la figura 6. [SDHU1999]



- ✗ Bytes reserved for national use
- * Unscrambled bytes. Therefore care should be taken with their content
- Δ Media dependent bytes

NOTE – All unmarked bytes are reserved for future international standardization (for media dependent, additional national use and other purposes).

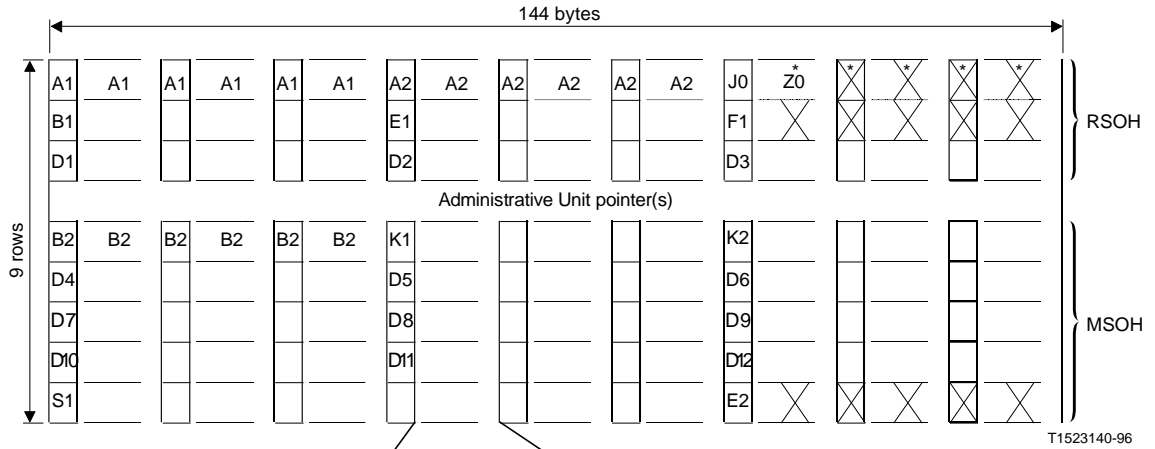
Figura 6. Sección de cabecera STM-1 [SDHU1999]



- ✗ Bytes reserved for national use
- * Unscrambled bytes. Therefore care should be taken with their content

NOTE – All unmarked bytes are reserved for future international standardization (for media dependent, additional national use and other purposes).

Figura 7. Sección de cabecera STM-4 [SDHU1999]

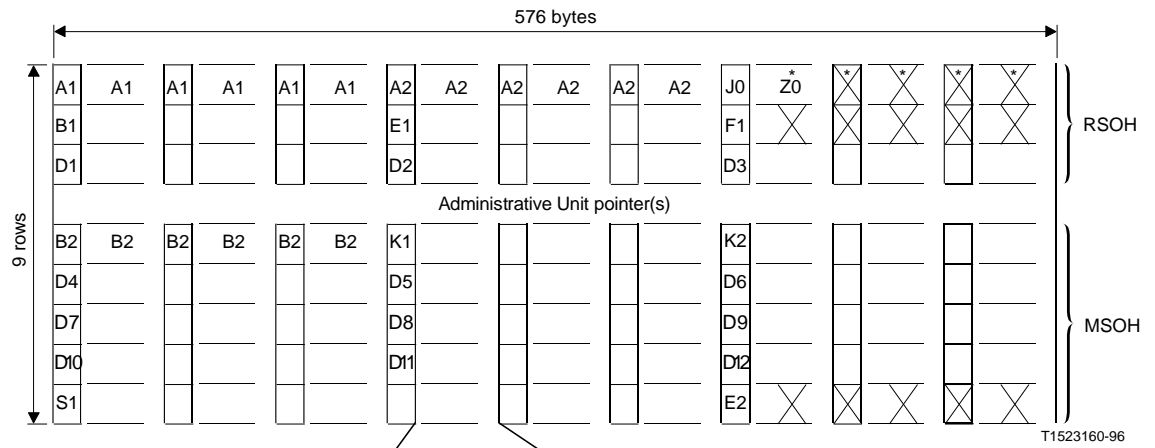


X Bytes reserved for national use

* Unscrambled bytes. Therefore care should be taken with their content

NOTE – All unmarked bytes are reserved for future international standardization (for media dependent, additional national use and other purposes).

Figura 8. Sección de cabecera STM-16 [SDHU1999]



X Bytes reserved for national use

* Unscrambled bytes. Therefore care should be taken with their content

NOTE – All unmarked bytes are reserved for future international standardization (for media dependent, additional national use and other purposes).

Figura 9. Sección de cabecera STM-64 [SDHU1999]

Figura 6, figura 7, figura 8 y figura 9 ilustran la ubicación de la cabecera de sección regeneradora y la cabecera de sección de multiplexación dentro de la trama STM-1, STM-4, STM-16 Y STM-64 respectivamente. [SDHU1999]

La diferencia entre ellas está en el alcance de monitoreo, por ejemplo el RSOH, corresponde a un largo alcance ---- STM-N mientras el MSOH corresponde a un corto alcance. ---- STM-1 se encuentra dentro de un largo alcance. [SDHU1999]

3.8.2 Tramado de bytes A1 Y A2. Como un señalador, la función tramado de bytes son los de alineación. Como se sabe que SDH puede sumar/desagregar señales tributarias de tasa baja desde señales de tasa alta. Esto se debe a que el receptor puede alinear la ubicación de las señales de tasa baja dentro de las señales de tasa alta por medio de los apuntadores ---- AU-PTR Y TU-PTR. El primer paso de este procedimiento es extraer propiamente cada trama STM-N del tráfico de señal recibida en el receptor, por ejemplo para alinear la ubicación inicial de cada trama STM-N, el procedimiento a seguir es alinear la correspondiente ubicación de las señales de tasa baja dentro de cada trama. Este proceso es similar al de localizar una persona en una larga cola, primero se debe alinear una trama, entonces alinear a la persona por medio de filas y columnas dentro de la trama que se encuentra. La función de los bytes A1 y A2 es alinear la trama. Así el receptor puede alinear y extraer la trama STM-N del flujo de información por medio de esos dos bytes y más aún alinear una tasa de señal baja específica dentro de la trama por medio de los señaladores. [SDHU1999]

Los bytes A1 Y A2 tienen un valor fijo, fijado por patrones: A1 : 11110110 (f6H) Y A2 : 00101000 (28H). El receptor monitorea cada byte en el (flujo).

Después de detectar 3 N sucesivas f6h bytes seguidos por 3N 28H bytes seguidos (hay tres A1 y tres A2 dentro de una trama STM-1), el receptor determina que una trama STM-N empieza a ser recibida. Por medio del comienzo de alineación de cada trama, el receptor puede identificar diferentes tramas STM-N Y descargarlas. En el caso del N-1, las tramas identificadas son tramas STM-1. [SDHU1999]

Si el receptor no recibe bytes A1 y A2 dentro de cinco o más tramas sucesivas (625us), por ejemplo un caso puede ser que él no puede identificar el inicio de cinco tramas consecutivas (identifica diferentes tramas), este entra en estado de "fuera de trama" y genera una alarma de fuera de trama ---- OOF. Si la OOF permanece por 3 ms, el receptor entra en un estado de pérdida de trama ---- el equipo generará una alarma de pérdida de trama --- LOF. Mientras tanto. Una señal AIS será enviada hacia abajo y el servicio entero será interrumpido. Bajo el estado LOF, si el receptor esta en un estado normal de alineación de nuevo por un minuto sucesivo o más, el equipo retornara al estado normal. [SDHU1999]

Las señales STM-N deben ser codificadas antes de ser transmitidas por la línea, así que el receptor puede extraer señales de tiempo desde la línea. Pero el entramamiento de los bytes A1 Y A2 no debe ser codificado para el receptor para poder alinearlos propiamente. Hay que tener ambos requerimientos a consideración, las señales STM-N no codifican los bytes en la primera fila (1 Fila*9n columnas, incluyendo los bytes A1 Y A2) de la cabecera sino que los transmite transparentemente mientras los otros bytes dentro de la trama STM-N son codificados antes de ser transmitidos por medio de la línea. Así entonces es conveniente extraer el tiempo de las señales STM-N y desmontar las señales STM-N en el receptor. [SDHU1999]

3.8.3 Sección regeneradora de byte de rastreo: J0. Este byte es usado para transmitir repetitivamente un punto identificador de acceso de sección (SAPI), así que una sección receptora puede verificar su conexión continuamente en el transmisor previsto. Dentro del dominio de un simple operador, este byte puede usar cualquier carácter, pero dentro de los límites entre la red de diferentes operadores, el formato del byte J0 debe ser el mismo (por ejemplo, combinado) dentro del receptor y el transmisor del equipo. Por medio del byte J0 el operador puede detectar y resolver faltas tempranamente y acortar el tiempo de restauración de la red. [SDHU1999]

Otro uso del byte J0 es que este byte en cada trama STM-N es definido como un identificador STM -1 y usado para indicar la ubicación de cada STM-1 Dentro del STM-N ---- Indicando cual STM-1 dentro del STM-N, este STM-1 (El valor de la profundidad de la coordenada) y en cual columna esté el BYTE C1 ubicado dentro de la trama STM1 (El valor de la multi-columna). Esto puede ser usado para ayudar a los bytes A1 y A2 en la alineación de la trama. [SDHU1999]

3.8.4 Canal de comunicación de datos (DCC) byte: D1-D12. Una de las características de SDH es que es altamente automática , la función OAM puede manejar temas de comando y desempeñar “auto-encuestas” a los elementos de la red por medio de las terminales de administración.

SDH tiene algunas funciones las cuales no están incluidas por los sistemas PDH, Tal como la ubicación del servicio en tiempo real, alarma por falta en ubicación y prueba de desempeño en línea. [SDHU1999]

Dónde están organizados esos datos OAM para transmitir?

Los datos usados para funciones OAM, tal como comandos enviados y alarma de chequeo para el desempeño de los datos, son transmitidos por medio de los bytes

D1-D12 dentro de la trama STM-N, por ejemplo los datos relacionados con la función OAM son organizados en las posiciones de los bytes D1 – D12 Y transmitidos por las señales STM-N por medio de la red SDH. Así los bytes D1-D12 proveen un canal común de comunicación de datos accesible a todos los elementos de la red SDH. [SDHU1999]

Como la capa física del canal de control incrustado (ECC), Los bytes D1 – D12 transmiten operación, administración y mantenimiento (OAM), Entre los elementos de la red y forman un canal de transmisión de la red de administración SDH. (SMN). [SDHU1999]

D1, D2 y D3 son bytes de secciones regeneradoras DCC (DCCR) con un tasa de $3 \times 64 \text{ Kb/s} = 192 \text{ Kb/s}$ y son usados para transmitir información OAM, entre las secciones regeneradoras terminales. D4 – D12 Son secciones multiplexadas DCC bytes (DCCM), Con una tasa de suma de $9 \times 64 \text{ Kb/s} = 576 \text{ Kb/s}$ y son usados para transmitir información OAM entre las secciones multiplexadas terminales. El DCC tiene una tasa total de 768 Kb/s que provee una poderosa base de comunicación para el manejo de la red SDH. [SDHU1999]

3.8.5 Bytes Orderwire: E1 y E2. Cada uno de esos dos bytes provee un canal orderwire para comunicaciones de voz de 64 Kb/s , por ejemplo la información de voz es transmitida por medio de esos dos bytes. [SDHU1999]

El E1 es parte del RSOH y puede acceder a los regeneradores. E2 es parte de del MSOH y puede ser accedido en las terminaciones de sección multiplexadas. [SDHU1999]

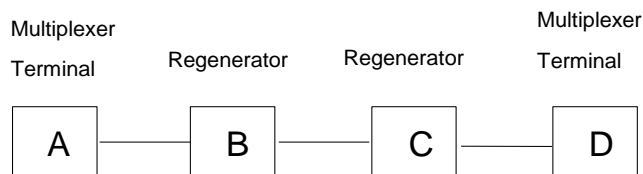


Figura 10. Diagrama de red [SDHU1999]

Por ejemplo la red es como la siguiente:

Si solo el byte E1 es usado como byte de orden de línea, A,B,C Y D, como elementos de la red pueden comunicar una orderwire (ver figura 10). Esto es debido a que la función de las terminales multiplexadoras es sumar/desagregar señales tributarias de tasa baja desde las señales SDH, RSOH Y MSOH requeridas para el proceso. [SDHU1999]

Así ambas E1 Y E2 pueden ser usadas para comunicar en orderwire. La función de las regeneradoras es la regeneración de las señales y solo SOH es requerida para el proceso. Así el byte E1 Puede comunicar también el orderwire. [SDHU1999]

Si solo el byte E2 es usado como byte de orderwire, entonces el orderwire de las comunicaciones por voz es solo provisto por A Y D, esto porque los elementos B Y C de la red no procesan MSOH y el byte E2. [SDHU1999]

3.8.6 BYTE DE CANAL DE USUARIO: F1. Este byte está reservado para los propósitos del usuario (proveer temporalmente canales de conexión de datos/voz para propósitos especiales de mantenimiento) porque puede ser usado para proveer el canal de voz/datos de 64 Kb/s. [SDHU1999]

3.8.7 Bit de paridad interleaved 8 (BIP-8) byte: B1. Este byte ubicado para el monitoreo de errores de la sección regeneradora (está ubicado en la cabecera regeneradora).

A continuación se hablará sobre la paridad BIP-8. Se supone que una trama de señal está compuesta de 4 bytes: A1=00001111. El método de paridad de provisión BIP-8 para esta trama consiste en dividirlo en 4 bloques con 8 bits (un byte) en una unidad de paridad (cada byte como un bloque, porque cada byte tiene 8 bits, lo mismo en la unidad de paridad) y el ordenamiento de esos bloques es como se muestra en la figura 14. [SDHU1999]

	A1	00110011
	A2	11001100
BIP-8	A3	10101010
	A4	00001111
<hr/>		
	B	01011010

Figura 11. Paridad BIP-8 [SDHU1999]

Calcula el número de “1” (unos) sobre cada columna. Entonces llena un 1 en el bit correspondiente del resultado (B) si el número es impar, en otro caso llena un 0.

Este es el valor del bit correspondiente de B que hace el número de (“1”) en la columna correspondiente de bloques par A1A2A3A4. [SDHU1999]

El mecanismo para el byte B1 es: el equipo para el proceso de transmisión BIP-8 paridad par sobre todos los bytes de las tramas previas (1#STM-N) después codifica y ubica el resultado en el byte B1 de la trama actual (2#STM-N) antes codificado. [SDHU1999]

El receptor procesa la paridad B-8 sobre todos los bits de la trama actual (1#STM-N) antes codifica y lleva a cabo la operación exclusiva-or entre la paridad del resultado y el valor de B en la próxima trama (2#STM-N) después decodifica.

Si esos dos valores son diferentes, el resultado del exclusivo-OR incluirá 1. Acorde al número de "1", se puede monitorear el número de bloques de errores ocurridos en la trama 1#STM-N durante la transmisión. [SDHU1999]

El desempeño de las señales de tasa alta es reflejado por medio de bloques de errores, el estado del error de las señales STM-N es actualmente el estado de los bloques de errores. Como puede ser visto desde el método de paridad BIP-8, cada bit la paridad del resultado es correspondiente a un bloque de bit. Así un byte B1 puede a lo máximo monitorear ocho bloques de error que ocurran durante la transmisión de una trama STM-N (el resultado de BIP-8 es 8 bits, con cada bit que corresponde a una columna de bits -un bloque). [SDHU1999]

3.8.8 Bit Interleaved Parity N24 code (BIP-N24) byte: B2. B2 es similar a B1 en el mecanismo de operación excepto que este monitorea el estado del error de los niveles de sección de multiplexación. El B1 monitorea los errores de la transmisión de la trama de la señal STM-N completa. Hay solo una trama STM-M. Byte B2 monitorea el estado del desempeño del error para cada trama STM-1 dentro de la trama STM-B. [SDHU1999]

Hay $N \times 3$ B2 bytes en la trama STM—N Con cada tres Bytes B2 correspondiente a trama STM-1. El mecanismo para el monitoreo es que el equipo de transmisión calcule el BIP-24 (3 Bytes) sobre todos los bits de la trama previa STM-1, excepto para el RSOH (el RSOH está incluido en la paridad B1 para completar la trama STM-N) y ubicar el resultado en los bytes B2, la trama actual antes de codificar el receptor procesa la paridad BIP-24 sobre todos los bits de la trama actual después decodifica excepto para el RSOH y lleva a cabo la operación-or exclusiva entre la paridad del resultado y los bytes B2 en la siguiente trama después de codificar. [SDHU1999]

De acuerdo al número de ("1") en el resultado de la operación exclusiva OR, se puede monitorear el número de bloques de errores ocurridos en este STM-1 dentro de la trama STM-N durante la transmisión. [SDHU1999]

Este puede a lo máximo monitorear 24 bloques de errores. Después de la transmisión el equipo escribe Bytes B2, las correspondientes tramas N STM-1 son multiplexadas en señal STM-N (hay 3N B2 bytes). En el receptor la señal STM-N es de-interleaved, en N señales STM-1, entonces la paridad es llevada a cabo por los grupos N DE Bytes B2. [SDHU1999]

El desempeño del error en las señales de tasa alta es reflejado por medio de bloques de error, el estado de error de las señales STM-N Es actualmente el estado de los bloques de error. [SDHU1999]

Como puede ser visto el método de paridad BIP-24, Cada bit de la paridad resulta correspondiendo a un bloque de bit. Así los 3 bytes B3 pueden al máximo monitorear 24 bloques de error de una trama STM-N que ocurren durante la transmisión (el resultado del BIP-4 es 24 bits, con cada bit correspondiendo a una columna de bits ---- un bloque). [SDHU1999]

Si el B2 del receptor final ha detectado bloques de error, el numero de bloques de error detectados por el B2 en el desempeño final del evento MS-BBE (Multiplex Section Background Block Error), Al mismo tiempo, M1 será usado para reportar el final de la transmisión y que los bloques de error han sido detectados. Y en el final de transmisión reportará FEBE (Multiplex Section Far End Background Block Error) el desempeño del evento y la alarma MS-REI (Multiplex Section Remote Error Indication). [SDHU1999]

Cuando los bits de errores son detectados en la recepción final exceden un determinado umbral, el equipo reportará las alarmas correspondientes. Cuando el radio bit de errores (BER) es más grande que $10E-6$, se presentara la alarma B2-SD. Cuando el radio bit de errores (BER) es más grande que $10E-3$, B2-EXC será dada. [SDHU1999]

3.8.9 Cambio automático de protección (APS) channel byte: K1, K2 (b1-b5). 2 bytes son ubicados para señalamiento APS para la protección de la sección de multiplexación. Para la asignación de bit para esos bytes y protocolo de bit-orientado. [SDHU1999]

3.8.10 Multiplex Section Remote Defect Indication (MS-RDI): K2 (b6-b8). Este es un mensaje de alarma, devuelto al final de la transmisión (fuente) por el receptor

final (sink), lo cual significa que la recepción final ha detectado el ingreso de una sección defectuosa o está recibiendo la indicación de alarma de la sección de multiplexación (MS-AIS). [SDHU1999]

Esto es, cuando la recepción final detecta deterioro en la recepción, esta devuelve una señal de alarma MS-RDI al final de la transmisión de tal forma que después se obtiene el estado anterior. Si los bits recibidos b6-b8 del K2 es 110, Esto significa que esta señal es de alarma MS-RDI devuelta por el extremo final. [SDHU1999]

Mientras tanto, el extremo actual es requerido para enviar señales MS-RDI al extremo opuesto, este inserta el patrón bit 110 en el b6-b8 del K2 dentro de la trama de señal STM-N para ser enviado al final contrario. [SDHU1999]

No todos los deterioros en la transmisión resultan en MS-RDI devueltas. El equipo extremo actual devuelve MS-RDI SOLO sobre señales de alarmas recibidas R-LOS, R-LOF y MS-AIS. [SDHU1999]

3.8.11 Byte S1 de estado de sincronización (b5-b8). Bit 5 al 8 del byte S1 son ubicados para el mensaje de estado de sincronización. La tabla 1 da la asignación de los patrones de bit a los cuatro niveles de participación asignados dentro de la ITU-T. Dos patrones adicionales son asignados: uno para indicar la calidad de la sincronización pero este es desconocido y el otro para la señal que no debe ser usado para la sincronización. Los códigos restantes son reservados para niveles de calidad definidos por las administraciones individuales. [SDHU1999]

S1 bits b5-b8	SDH synchronization quality level description
0000	Quality unknown (Existing Sync. Network)
0001	Reserved
0010	Rec. G.811
0011	Reserved
0100	Rec. G.812 transit
0101	Reserved
0110	Reserved
0111	Reserved
1000	Rec. G.812 local
1001	Reserved

1010	Reserved
1011	Synchronous Equipment Timing Source (SETS)
1100	Reserved
1101	Reserved
1110	Reserved
1111	Do not use for synchronization (Note)

Tabla 1. Asignación de los patrones de bit [SDHU1999]

NOTA: Este mensaje puede ser emulado por las fallas de equipo y será emulado por una señal de sección multiplex AIS. El no uso de la asignación para los mensajes de calidad de nivel es obligatorio por que el recibo de una sección multiplex AIS no es necesariamente interpretado como indicación de una falla física de sincronización del puerto interfaz fuente. Esta asignación permite que este estado sea reconocido sin interactuar con el proceso de detección de la sección de multiplexación. [SDHU1999]

Diferentes patrones de bit, indicando diferentes niveles de relojes definidos por ITU-T, permite al equipo determinar la calidad de tiempo de reloj de la señal recibida. Esto ayuda a determinar si cambiar el reloj fuente o no, o cambiar a un reloj fuente de mayor calidad. El valor más pequeño de S1 (b5-b8), es el más alto nivel de calidad del reloj. [SDHU1999]

3.8.12 Indicación de error remoto de la sección multiplex (MS-REI) byte: M1. Este es un mensaje devuelto al final de la transmisión por el receptor final, de tal forma que al final de la transmisión se puedan obtener el estado de errores recibidos del receptor final. [SDHU1999]

Para niveles STM-N este byte transporta la cantidad (en el rango de (0 ,255)) de bloques de bit interleaved que han sido detectados en error por el BIP-24XN (B2). Para tasas STM-16 en adelante, este valor deberá ser cortado en 255. [SDHU1999]

- Generación TM-1, M1 : EL byte debe estar dispuesto para transportar la cantidad de bloques de bit interleaved que han sido detectados en el error por el BIP-24 en el rango de (0,24). [SDHU1999]

- Interpretación STM-1, M1 : El valor en el byte debe ser interpretado, para trabajar mancomunadamente con un equipo que genera un código de 7 bits que representa el número de violación BIP-24, ver tabla 2. [SDHU1999]

M1[2-8] code, bits 234 5678	Código de interpretación
000 0000	0 BIP violations
000 0001	1 BIP violation
000 0010	2 BIP violations
000 0011	3 BIP violations
:	:
001 1000	24 BIP violations
001 1001	0 BIP violations
001 1010	0 BIP violations
:	:
111 1111	0 BIP violations
NOTE – Bit 1 of byte M1 is ignored.	

Tabla 2. M1 interpretación para tramas STM-1 [SDHU1999]

- Generación STM-4, M1: el byte debe estar disponible para transportar la cantidad de bloques de bytes interleaved que han sido detectados en error por el BIP-96 En el rango de (0,96). [SDHU1999]
- Interpretación STM-4, M1: el valor en el Byte debe ser interpretado, para trabajar mancomunadamente con un equipo que genera un código de 7 bits, que representa el número de violaciones BIP-96, ver tabla 3. [SDHU1999]

1[2-8] code, bits 234 5678	Código de interpretación
000 0000	0 BIP violations
000 0001	1 BIP violation
000 0010	2 BIP violations
000 0011	3 BIP violations
000 0100	4 BIP violations
000 0101	5 BIP violations
:	:
110 0000	96 BIP violations
110 0001	0 BIP violations
110 0010	0 BIP violations
:	:
111 1111	0 BIP violations
NOTE – Bit 1 of byte M1 is ignored.	

Tabla 3. M1 interpretación para tramas STM-4 [SDHU1999]

- Generación STM-16, M1: el byte debe estar dispuesto a transportar la cantidad de bloques de bit interleaved que han sido detectados en error por el BIP-384 (en el rango de 0,255), donde el valor transportado es cortado a 255.
- Interpretación STM-16, M1 interpretación: el valor en el byte debe ser interpretado como se ve en la tabla 4. [SDHU1999]

M1[1-8] code, bits 1234 5678	Código de interpretación
0000 0000	0 BIP violations
0000 0001	1 BIP violation
0000 0010	2 BIP violations
0000 0011	3 BIP violations
0000 0100	4 BIP violations
0000 0101	5 BIP violations

:	:
1111 1111	255 BIP violations

Tabla 4. M1 interpretación para tramas STM-16 [SDHU1999]

- Generación STM-64, M1: el byte debe estar disponible a transportar la cantidad de bloques de bit interleaved que han sido detectados en error por el BIP-1536 (en el rango de 0,255), donde el valor transportado es cortado a 255. [SDHU1999]
- Interpretación STM-64, M1: el valor en el byte debe ser interpretado como en la tabla 5.

M1[1-8] code, bits 1234 5678	Code interpretation
0000 0000	0 BIP violations
0000 0001	1 BIP violation
0000 0010	2 BIP violations
0000 0011	3 BIP violations
0000 0100	4 BIP violations
0000 0101	5 BIP violations
:	:
1111 1111	255 BIP violations

Tabla 5. M1 interpretación para tramas STM-64 [SDHU1999]

NOTA 2 – el bloque estructural de la sección multiplex está aún bajo discusión en el grupo de estudio 13. La descripción dada arriba para el MS-REI Es relevante para un bloque sección estructural multiplex de 24xN bloques. [SDHU1999]

3.8.13 Media dependent bytes. Los bytes son usados para desarrollar funciones especiales del medio de transmisión específico. Por ejemplo, los bytes pueden ser usados para identificar la dirección de la señal cuando la transmisión bi-direccional es adoptada en una fibra sencilla. [SDHU1999]

Los usuarios de SDH usualmente usan los bytes reservados dentro de la sección general de la trama STM para implementar algunas funciones especiales de su

propio equipo. Por medio de estos bytes, las funciones OAM del nivel de sección son implementadas. [SDHU1999]

N tramas STM-1 pueden ser multiplexadas en tramas STM-N por medio del método de byte-interleaved multiplexación. La cabecera de trama durante el método de byte interleaved multiplexing, todos los bytes del AU-PTR y payload dentro de las tramas STM-1 están intactas y son byte-interleaved. Pero el método de multiplexación para la cabecera es diferente. Cuando las tramas STM-1 son multiplexados en tramas STM-N por medio del método de multiplexación byte-interleaved, la cabecera de la primera trama STM-1 es conservada completamente. Para las otras tramas, solo los bytes entramados y los bytes B2 dentro de la cabecera son conservados y los otros bytes de la cabecera quedan ignorados. [SDHU1999]

Hay solo un B1 en un STM-N mientras son N3 B2 bytes (desde los bytes b2 son el resultado de la paridad del BIP-24, cada STM-1 tiene 3 bytes B2, $3 \times 8 = 24$ bits). Hay un byte D1-D12, un byte E1 un E2, un byte M1, un byte K1 y un byte K2 En una trama. [SDHU1999]

La figura 3-2 muestra la estructura de la cabecera de una trama STM-4. La figura 7 es la estructura de la cabecera de una trama STM-16. Y la figura 9 muestra la estructura de la cabecera de trama STM-64. [SDHU1999]

3.9 RUTA DE CABECERA

La función de cabecera es responsable para los niveles de función OAM mientras que la ruta de cabecera es responsable para la capas de las funciones OAM. Es como cuando se transporta la carga contenida en un contenedor. No solo el estado de alteración general de la carga debe de ser monitoreado sino también el estado de alteración de cada carga individual. De acuerdo al ancho de la ruta monitoreada (el tamaño de la carga monitoreada), la ruta general esta mas clasificada en rutas generales de alto y bajo orden. En este orden las rutas de cabecera de alto orden se refieren a las rutas nivel de monitoreo VC-4, el cual puede monitorear el estado de transmisión de señales de 140 Mb/s dentro de la trama STM-N. Las rutas generales de orden bajo implementan las funciones OAM para rutas de nivel VC-12, por ejemplo monitoreando el desempeño de la transmisión de señales de 2Mb/s dentro de la trama STM-N. [SDHU1999]

De acuerdo a la ruta de multiplexación de la señal de 34 Mb/s, el POH del VC-3 puede ser clasificado en rutas generales de alto y bajo orden. Su estructura de

byte y funcionamiento no son diferentes de la ruta general del VC-4. De ahí la multiplexación de señales de 34 Mb/s. [SDHU1999]

3.9.1 Ruta de cabecera de alto orden: HPOH. La ruta general de alto orden consta de 9 bytes, que están ubicados en la primera columna de la trama VC-4, como se ilustra en la figura 15.

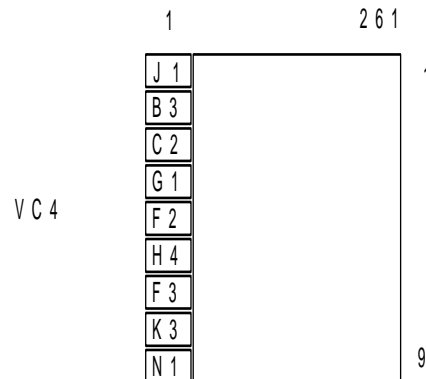


Figura 12. Ruta de cabecera de alto orden [SDHU1999]

- J1: byte de ruta de rastreo

El apuntador AU-PTR indica la ubicación específica del inicio del VC-4 dentro del AU-4, La ubicación del primer byte del VC-4, de tal forma que el receptor final puede extraer propiamente VC-4 del AU-4 de acuerdo al valor de este AU-PTR. EL J1 es similar que el J0. El byte J1 es usado para transmitir repetitivamente una ruta de alto orden a un punto identificador de acceso de tal modo que una ruta final de recepción puede verificar su continuidad de conexión en el transmisor previsto (esta ruta esta bajo conexión continúa). [SDHU1999]

Esto requiere que los bytes J1 recibidos y transmitidos concuerden. Los valores por defecto del byte J1 de transmisión/recepción del equipo provisto por la compañía Huawei son "Huawei SBS". Por supuesto el byte J1 puede ser configurado y modificado de acuerdo a los requerimientos. [SDHU1999]

- B3: ruta BIP---8 Byte

El byte B3 está ubicado para monitorear el desempeño de los errores durante la transmisión del VC-4 dentro de la trama STM-N, por ejemplo, monitoreando el desempeño de errores en la transmisión de señales de 140Mb/s dentro de la trama STM-N. Su mecanismo de monitoreo es similar al de B1 Y B2 excepto que es usado para procesar la paridad BIP-8 y para la trama VC-4. [SDHU1999]

Una vez la recepción finaliza detecta los bloques de errores, el número de bloques de errores será mostrado en el desempeño del evento de monitoreo—HP-BBE del equipo final. Mientras tanto en la ruta correspondiente al evento de desempeño de monitoreo de la transmisión final, el número de bloques de errores recibidos será mostrado. Como los bytes B1 Y B2, Este método puede implementar monitoreo en tiempo real sobre el desempeño de la transmisión de la señal STM-N. [SDHU1999]

Si el B3 de la recepción final ha detectado unos bloques de error, el número de bloques de error detectados por el B3 será mostrado en ese evento final de desempeño HP-BBE (RUTA DE ORDEN ALTO - BLOQUE DE ERROR DE FONDO). Al mismo tiempo, G1 (b1-b4) será usado para reportar al el final de la transmisión que los bloques de errores han sido detectados y que la transmisión final reportará HP-REI (rutas de alto orden lejos del bloque de error), desempeño del evento y HP-REI alarma (RUTA DE ALTO ORDEN DE INDICACION DE ERROR REMOTO. [SDHU1999]

Cuando los bits de error detectados por el receptor final exceden un determinado umbral, el equipo reportará las correspondientes alarmas. Cuando el radio del bit de error es más grande que 106, la alarma dada es B3-SD. Cuando el radio del bit de error es más grande que 103, B3-EXC será dado. [SDHU1999]

- C2: Etiqueta byte de señal

El C2 está ubicado para indicar la composición de la estructura de multiplexación e información de carga útil de la trama VC, dependiendo del estado de la ruta, el tipo de servicios cargados y su método mapping. [SDHU1999]

Por ejemplo, C2=00H indica que está Ruta VC-4 está vacía. Entonces la carga útil TUG-3 Del VC-4 es requerida para ser insertar solo "1", TU-AIS y la ruta de alto orden de alarma vacía (HP-UNEQ) Aparece en el equipo. [SDHU1999]

C2=02H Indica que la carga útil del VC-4 Es multiplexada por medio de la ruta de estructura de multiplexación TUG. En China, la multiplexación de señales de 2Mb/s en VC-4 adopta la estructura TUG. [SDHU1999]

C2=15H Significa que la carga útil del VC-4 Es FDDI (INTERFAZ DE DATOS DISTRIBUIDOS). Para configurar la multiplexación de señales de 2Mb/s para equipos Huawei, el C2 requiere ser configurado como una estructura TUG. La tabla 6 muestra la codificación del byte C2. [SDHU1999]

MSB 1 2 3 4	LSB 5 6 7 8	Hex code (Note 1)	Interpretación
0 0 0 0	0 0 0 0	00	Unequipped or supervisory-unequipped (Note 2)
0 0 0 0	0 0 0 1	01	Equipped - non-specific (Note 3)
0 0 0 0	0 0 1 0	02	TUG structure
0 0 0 0	0 0 1 1	03	Locked TU-n (Note 4)
0 0 0 0	0 1 0 0	04	Asynchronous mapping of 34 368 kbit/s or 44 736 kbit/s into the Container-3
0 0 0 1	0 0 1 0	12	Asynchronous mapping of 139 264 kbit/s into the Container-4
0 0 0 1	0 0 1 1	13	ATM mapping
0 0 0 1	0 1 0 0	14	MAN (DQDB) mapping (Note 5)
0 0 0 1	0 1 0 1	15	FDDI mapping (Note 5)
1 1 1 1	1 1 1 0	FE	Test signal, O.181 specific mapping (Note 6)
1 1 1 1	1 1 1 1	FF	VC-AIS (Note 7)
MAN Metropolitan Area Network DQDB Distributed Queue Dual Bus FDDI Fibre Distributed Data Interface			

Tabla 6. Código de byte C2 [SDHU1999]

Nota:

1. Hay 245 códigos que son dejados aparte para el uso futuro.
2. El valor "0" indica una ruta "vc-4-XC/VC-4/VC-3 vacía o sin equipo de supervisión. Este valor será originado si la sección es completa sino hay ruta de origen de equipo VC-4/Xc-VC-4/VC-3. [SDHU1999]
3. El valor "1" es solo para ser usado en casos donde el código de mapeo no está definido en la tabla de arriba. Para interconexión con equipos antiguos

(designados para transmitir solo los valores de “0” y “1”), las siguientes condiciones aplican.

- Para compatibilidad hacia atrás, el equipo antiguo debe interpretar cualquier valor recibido diferente del valor “0” como una condición equipada. [SDHU1999]
- Para compatibilidad hacia atrás, cuando se recibe un valor de “1” desde el equipo antiguo el nuevo equipo no generará una alarma dispereja de señal de sello. [SDHU1999]

4. El código “03” permitirá, para propósitos de compatibilidad hacia atrás, ser interpretado como se definió previamente incluso si el byte de modo cerrado sincrónico de mapeo no está definido. [SDHU1999]

5. El mapeo para MAN (DQDB) Y FDDI son para un posterior estudio.

6. Algún Mapeo definido en la recomendación G.181 el cual no corresponde a el mapeo definido en la recomendación G.707 corresponde en esta categoría. [SDHU1999]

7. Solo para el soporte de las redes se usa el transporte de conexiones de señales tándem.

8. La identificación de la carga útil está estructurada como AU-4 O AU-3 puede ser indicada por el chequeo de los bytes “Y” En el área del apuntador AU-n. [SDHU1999]

La configuración de los bytes J1 y C2 es requerida para asegurar la consistencia entre lo transmitido y lo recibido al final, si lo transmitido y lo recibido concuerda. De otra forma el equipo de recepción generará HP-TIM (identificador de rutas de rastreo de alto orden desajustadas) y HP-SLM (Señales etiqueta de alto orden desajustadas). Estas dos alarmas harán al equipo insertar todos los “1” --- La alarma TU-AIS indican la señal, dentro de la estructura TUG-3 DEL VC-4. [SDHU1999]

- G1: Ruta de estado del Byte

El G1 es ubicado para transportar el estado de la ruta terminal y el desempeño de regreso a una ruta VC-4 de terminación de recurso. Esta característica permite el

estado y desempeño de toda la ruta duplex a ser monitoreada en cualquier extremo, o en cualquier punto a lo largo de la ruta. Actualmente el Byte G1 transporta mensajes de respuesta, por ejemplo el mensaje enviado desde la recepción final al final de la transmisión por el cual esta adquiere el estado de la correspondiente ruta de señal VC-4 recibida por el receptor final. [SDHU1999]

Los bits 1 hasta el 4 transportan la cantidad de bloques de error en la transmisión final VC-4, por ejemplo HP-REI, que ha sido detectada por el receptor final usando el B3 (LA RUTA CÓDIGO BIP-8). Si la AIS, detecta excesivos errores y defectos o J1 y desajustes C2 están siendo detectados por el receptor final, un HP-RDI (Indicación de error remoto de orden alto), es enviada atrás al transmisor final por medio del quinto bit del byte G1 de tal forma que la fuente puede conocer el estado de la señal correspondiente al VC-4 recibida por el sink y detectar y ubicar la falta a tiempo. Del bit 6 al bit 8 son reservados para un futuro uso. La ubicación de los bits in G1 es ilustrada en la figura 13. [SDHU1999]

REI				RD	Reserve		Spare
1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 13. Ruta de estado VC-4 (G1) [SDHU1999]

- F2, F3: ruta de usuario de canales de bytes

Estos bytes son ubicados para los propósitos de comunicación del usuario entre elementos de ruta y dependientes de la carga útil.

- H4: TU Indicador de la posición del byte

Este byte provee el tipo de indicador para multitrama de carga efectiva y posición de carga útil. Por ejemplo, este puede ser usado como un indicador multitrama para el TU-12 o como un límite indicador de celda para una carga útil ATM cuando ésta entre a un VC-4. [SDHU1999]

El byte H4 es solo efectivo cuando las señales PDH DE 2Mb/s son multiplexadas en el VC-4. Como se mencionó antes, una señal de 2Mb/s es multiplexada en un C-12 por medio de una multitrama que consta de cuatro tramas básicas. Para alinear propiamente y extraer la señal E1, El receptor es requerido para conocer el número de secuencia (1,2,3,4) de la trama actual dentro de la multitrama. El byte H4, indica el número TU-12 actuales (VC-12 O C-12) dentro de la actual multitrama, tiene una importante función como un indicador de posición. Este rango va desde 00H A 03H. Si el H4 recibido por el receptor final está fuera de

este rango, el receptor final generará un TU-LOM (ALARMA UNIDAD TRIBUTARIA DE PÉRDIDA DE MULTITRAMA). Por el H4, se recibe y se puede encontrar los correspondientes TU-12, esto quiere decir que puede encontrar los bytes correspondientes a TU-PTR (porque TU-PTR está en cuatro tramas básicas), el equipo puede demultiplexar las VC-12, correspondientes, y La VC-12 puede ser agregada a la correspondiente VC-12, a lo último C-12 puede ser demultiplexadas a señales de 2 Mb/s. [SDHU1999]

- K3 (b1-b4): Canal para cambio de protección automática (APS).

Estos bits son ubicados para señalamientos APS para protección en los niveles de ruta VC-4 O VC-3.

- K3 (b5-b8): Canales adicionales

Estos bits son ubicados para un uso futuro. Estos bits no tienen un valor definido. El receptor es requerido para ignorar su contenido. [SDHU1999]

- N1: Byte operador de red

Este byte está ubicado para proveer la función de monitoreo de conexión tándem. Estos detalles conciernen a dos posibles implementaciones de la función HO-TCM son dados en anexos C Y D DE ITU-T, Recomendación G.707. [SDHU1999]

3.9.2 Ruta general de orden bajo: LPOH. La LPOH se refiere a la ruta general de Los VC-12 que monitorean el desempeño de la transmisión del nivel de ruta VC-12, por ejemplo monitorea el estado de la transmisión de las señales PDH DE 2 Mb/s dentro de la trama STM-N. Los bytes V5, J2, N2 y K4 son ubicados en el VC-12 POH. [SDHU1999]

La figura 14 muestra una estructura multitrama VC-12 que consiste de cuatro tramas básicas VC-12. EL POH de orden más bajo está ubicado en el primer byte de cada trama básica VC-12. Un LP-OH consiste de cuatro bytes indicados como V5, J2, N2 y K4. [SDHU1999]

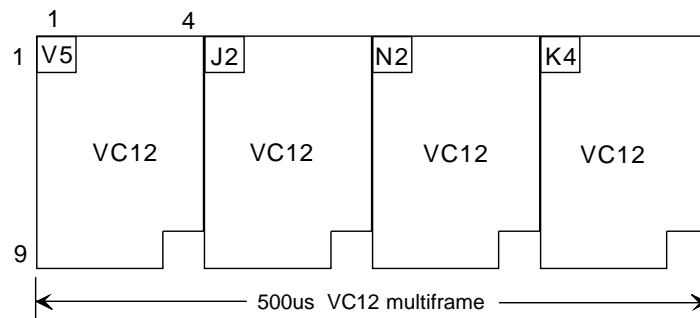


Figure 14. Ruta general de orden bajo

•V5: Byte de estado de ruta y etiqueta de señal

El byte V5 es el primer byte de la multitrama y esta posición es indicada por la TU-PTR, la cual localiza el inicio de la multitrama VC-12 sin la multitrama TU-12,, [SDHU1999]

El V5 provee las funciones de chequeo de error, descripción de señal y estado de ruta de las rutas del VC-12. Así este byte tiene la función de los bytes G1, B3 Y C2 dentro de la ruta general de alto orden. La figura 15 muestra la estructura del byte V5. [SDHU1999]

Error Monitoring (BIP-2)		Remote Error Indication (REI)	Remote Failure Indication (RFI)	Signal Label			Remote Defect Indication (RDI)
1	2	3	4	5	6	7	8
Monitoreo del error: Transporta el código de paridad del bit interleaved BIP-2: El bit 1 es colocado tal que la paridad de todos los bits de numero par en todos los bytes el VC-12 previo es impar. El bit 2 es colocado tal que la		Indicación de error remote (FEBE): Si uno o más bloques de error son detectados por el BIP-2, uno es	Indicación de falla remota: Si una falla es detectada, este bit envía uno, de otra manera es enviado cero.	Descripción de Señal: La señal Descripción de Señal indica el estado y el método mapping de la payload. Ocho valores binarios son posibles en esos tres bits: 000 ruta VC no equipada 001 ruta equipada sin payload especifica 010 mapping asincrónico flotante 011 mapping flotante			Indicación de defecto remote future: Este se envía si un defecto es declarado de otra manera este envía zero.

paridad de todos los bits de número impar en todos los bytes es impar	enviado de regreso hacia la ruta VC-12 de origen, y de otra forma un cero es enviado.		asincrónico bit 100 byte sincrónico de mapping flotante 101 reservado para uso futuro 110 señal de prueba, 0.181 mapping específico 111 VC-AIS 111 VC-AIS	
<p>1 EL valor “1” es solo para ser usado en casos donde un código mapping no está definido en la tabla de arriba. Para interconexión con equipos antiguos. (por ejemplo designado para transmitir solo los valores “0” y “1”), las siguientes condiciones aplican:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para compatibilidad en reversa, el equipo antiguo debe interpretar cualquier valor recibido diferente de “0” como una condición del equipo. - Para compatibilidad en progreso, cuando se reciban valores de “1” del equipo viejo, el nuevo equipo no debe generar alarma de desajuste. <p>2 El caso de un VC-12, EL código “3” deberá, para propósitos de compatibilidad en viceversa, seguir interpretándose como se definió previamente incluso si la señal bit de mapping sincrónico de 2048 Kbit/s no es definida nunca más.</p> <p>3 Un mapping definido en la recomendación 0.181 la cual no corresponde a el mapping definido en la recomendación g.707 cae en esta categoría.</p> <p>4 solo para cadenas de soporte solo para transporte de conexión de señales de tándem.</p>				

Figura 15. Estructura de VC-12 POH (V5). [SDHU1999]

Si los bloques de error fueron detectados por el receptor por medio del BIP-2, El número de bloques de errores detectados por el BIP-2 es mostrado en este evento de desempeño final LP-BBE (ruta de orden bajo de fondo de bloque de error) y mientras tanto un LP-REI (RUTA DE ORDEN BAJO DE INDICACIÓN DE ERROR REMOTO) es enviada de regreso al transmisor por medio del V3 del byte V5. Así el número correspondiente de bloque de errores puede ser mostrado en el evento en el transmisor de desempeño de evento LP-FEBBE (RUTA DE ORDEN BAJO ALEJADA DEL BLOQUE DE ERROR DE FONDO). [SDHU1999]

Ruta de contenedores virtuales REI codifican lo siguiente:

0 = no hay errores

1 = 1 o más errores

El bit 8 de V5, es ubicado para la ruta de identificación de defecto remoto VC-12. Un LP-RDI (Ruta de identificación de defectos remotos de bajo orden) es enviada de regreso a la fuente si cualquiera de las señales TU-12 AIS o condiciones de fallas de señales son detectadas por el destino. [SDHU1999]

Si el estado de defecto continua más allá del máximo tiempo ubicado para el mecanismo de protección de la transmisión, el defecto empieza a ser una falla. [SDHU1999]

Entonces un LP-RFI (Ruta de indicación de fallas de orden bajo) es enviada de regreso a la fuente por medio del b4 del V5 por el destino para informar a la fuente que una recepción de falla sale de la correspondiente ruta VC-12 en el SINK.

Los Bits 5 hasta el 7 provee una señal de etiqueta. Solo si su valor no es cero, La ruta VC-12 es equipada, por ejemplo, el paquete VC-12 no es válido. [SDHU1999]

Si el valor de b5-b7 es 000, el VC-12 no está equipado y una alarma LP-UNEQ es elevada en la terminación del destino. Entonces la señal de todos los ceros es insertada (no todas las señales). Si el b5-b7 de V5 al transmisor y los desajustes del receptor, una ALARMA LP-SLM(RUTA DE SEÑAL SELLO DE ORDEN BAJO) es generada a la terminación del destino. [SDHU1999]

Si EL V5 (b1b2) del receptor final han detectados bloques de errores, el número de bloques de errores detectados por el V5 (b1b2) serán mostradas en este evento final de desempeño LP-BBE(Rutas de fondo de bloques de error de orden bajo). Al mismo tiempo, V5 (b3) será usada para reportar al final de la transmisión que los bloques de errores han sido detectados, y el receptor final reportará un evento de desempeño LP-FEBBE y una alarma LP-REI. [SDHU1999]

Cuando los bits de errores detectados por el receptor final exceden un umbral determinado, el equipo reportara correspondientes alarmas. [SDHU1999]

Cuando el radio de error bit (BER) es más grande que $10E-6$, La alarma dada es BIP-SD

Cuando el radio de error (BER) es más grande que $10E-3$, BIP-EXC será dada.

- J2: ruta de byte de rastreo VC-12

La función del J2 es similar a la del J0 Y EL J1. Este es usado para transmitir repetitivamente una ruta de acceso de orden bajo de un punto identificador acordada de manera mutua entre en el transmisor y el receptor, de tal forma que la ruta terminal de recepción puede verificar su continuidad en la conexión en el transmisor previsto. [SDHU1999]

- N2: Byte operador de red

Este byte está ubicado para propósitos específicos de manejo (administración)

- K4 (b1-b4): Cambio automático de protección (APS)

Estos bits están ubicados para señalamiento APS, para la protección de la ruta de nivel de orden bajo. [SDHU1999]

- K4 (b5-b7): Reservado

Del bit 5 al 7 de K4 están reservados para un uso opcional descrito en VII.2 del apéndice VII en G.707. Si esta opción no es usada, esos bits deberán ser establecidos como "000" O "111". Un receptor es requerido para ser capaz de ignorar los contenidos de esos bits. El uso de la función opcional esta a discreción de los dueños de la fuente de terminación de rastro que genera el byte K4. Ver tabla 6. [SDHU1999]

- K4 (b8): Reservado

Este byte está ubicado para un uso futuro. Este byte no tiene un valor definido. El receptor es necesario para ignorar su contenido. [SDHU1999]

Como se describió antes, los bits 3, 4 y 8 del byte V5 son ubicados para transportar de regreso a la fuente terminal de rastro VC-12 el estado y desempeño del seguimiento completo. Los Bits del 5 al 7 del byte K4 pueden proveer una indicación de error remoto con una diferencia adicional entre el defecto remoto payload (lcd), defectos del servidor (AIS,LOP) Y Los defectos de conectividad remota(TIM,UNEQ). Los códigos opcionales de la tabla 7 serán usados. [SDHU1999]

El uso del código "010" para indicar defectos payload, no implica necesariamente usar los códigos "101" y "110" para distinguir entre errores de conectividad y errores de servidor. [SDHU1999]

Para estos códigos opcionales, el bit 7 es siempre establecido a la inversa del bit 6, para permitir al equipo que soporta esta característica, identificar si esta interconectado con el equipo que usa el bit unitario (solo) RDI descrito en el párrafo V5. En tal caso el equipo en ambos finales interpretara solo V5. [SDHU1999]

b5	b6	b7	Meaning	Triggers
0	0	0	No remote defect	No remote defect
0	0	1	No remote defect	No remote defect
0	1	1	No remote defect	No remote defect
0	1	0	Remote payload defect	LCD (Note 1)
1	0	0	Remote defect	AIS, LOP TIM, UNEQ (or PLM, LCD) (Note 2)
1	1	1	Remote defect	AIS, LOP TIM, UNEQ (or PLM, LCD) (Note 2)
1	0	1	Remote server defect	AIS, LOP (Note 3)
1	1	0	Remote connectivity defect	TIM, UNEQ
<p>NOTAS</p> <p>1 LCD es solo el defecto payload definido actualmente y es aplicable solamente al equipo ATM</p> <p>2 .El equipo antiguo puede incluir LCD o PLM Como una condición desencadenada. PLM Y UNEQ previamente han sido cubiertas por SLM.</p> <p>3 el defecto remoto del servidor definido en la señal de falla definida en la recomendación G.783.</p>				

Tabla 7. K4 (b5-b7) Codificación e interpretación [SDHU1999]

3.10 Señaladores

La función de los señaladores es el alineamiento por medio del cual el receptor puede extraer propiamente el correspondiente VC desde el STM-N y entonces desempacar el VC y los paquetes C y extraer las señales PDH de baja tasa, por ejemplo, directamente agregar señales tributarias de baja tasa desde la señal STM-N. [SDHU1999]

Qué es el alineamiento? Alineamiento es el procedimiento mediante el cual la trama de compensación de información es incorporada a la unidad tributaria o a la unidad administrativa. Por medio de la unidad tributaria señaladora (o unidad administrativa señaladora) adjunta el VC para indicar y determinar el inicio de la trama VC de orden bajo dentro de la carga útil TU(O el comienzo de la trama VC de orden alto dentro de la carga útil AU). Cuando ocurren diferencias relativas en la fase de las tramas y hacen que los VC floten, el valor del señalador será justificado para asegurar que este designe constantemente y propiamente el comienzo de la trama VC. Para un VC-4, SU AU-PTR indica la ubicación del BYTE j1 mientras para el VC-12; SU TU-PTR, Indica la ubicación del byte V5.

El señalador TU o el señalador AU provee un método de permisos flexibles y alineación dinámica del VC dentro de la trama AU O TU porque esos dos indicadores son capaces de albergar diferencias, no solo en las fases del VC y el SDH, sino también en las tasas de la trama. [SDHU1999]

Dos señaladores son provistos: AU-PTR Y TU-PTR Los cuales son usados para alineación del VC de alto orden (aquí se refiere al VC4)y El VC de orden bajo (aquí VC-12) Dentro del AU-4 Y TU-12 respectivamente.

3.10.1 Unidad administrativa señaladora---AU-PTR. La AU-PTR, ubicada en la fila 4 de la columna 1 a la 9, dentro de la trama STM-1, es usada para indicar la ubicación específica del primer byte J1 del VC-4 dentro de la carga útil AU-4 así que el receptor puede extraer propiamente el VC-4, como se ilustra en la figura 16. El señalador AU-4 provee un método de permiso flexible y alineación dinámica del VC-4 dentro de la trama VC-4. Alineación dinámica significa que el VC-4 Es permitido para "flotar" dentro de la trama AU-4. Así, el señalador es capaz de acomodar diferencias, no solo en las fases del VC-4 Y el SOH, sino también la tasa de tramas. [SDHU1999]

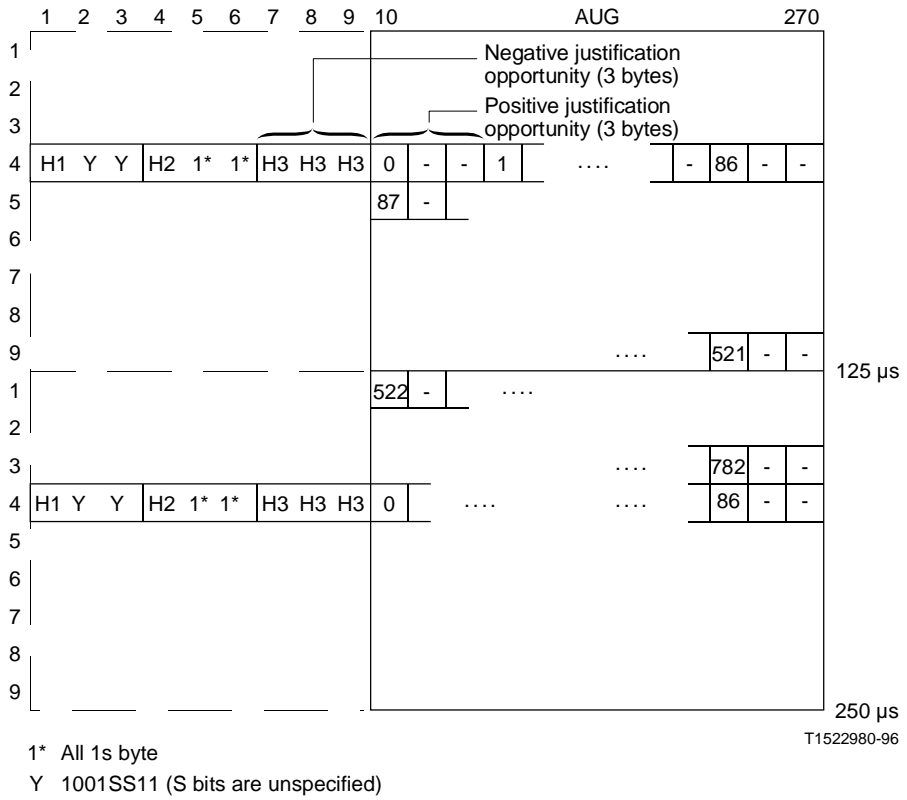
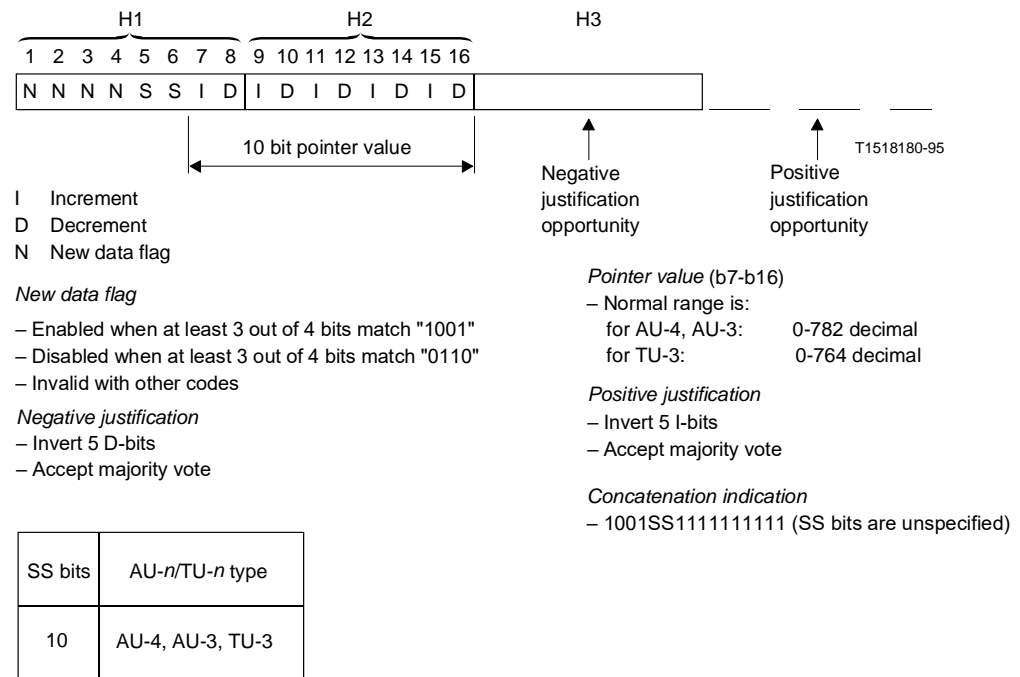


Figura 16. Localización de los apuntadores AU-4 en la trama STM-N [SDHU1999]

3.10.2 Valor del señalador AU-4. El señalador contenido en H1 y H2 designa la ubicación del Byte dentro del comienzo del VC-4. Los dos bytes ubicados para la función señaladora pueden ser vistos como una palabra mostrada en la figura 20. Los últimos 10 bits (los bits 7-16) de la palabra señaladora llevan el valor del señalador. [SDHU1999]



NOTE – The pointer is set to all "1"s when AIS occurs.

Figura 17. Codificación apuntador AU-4 pointer [SDHU1999]

Como se ilustra en la figura 17, el valor del señalador el AU-4 es un número binario con un rango de 0 a 782 lo cual indica la compensación, en el incremento de 3 byte, entre el señalador y el primer byte del VC-4(VER FIGURA 16). La figura 17 también indica un señalador adicional valido, la indicación concadenada. La indicación concadenada es indicada por "1001" en bits 1-4, bits 5-6 sin especificar, y 10 "1" en los bits 7-16. El señalador AU-4 es establecido para indicación concadenada para concatenación AU-4. [SDHU1999]

El señalador de bytes AU-4 no son contados en la compensación. Por ejemplo, en el AU-4, el valor de cero en el indicador indica que el VC-4 comienza en la ubicación de byte que inmediatamente sigue al último byte H3, mientras que una compensación de 87 indica que el VC-4 comienza en 3 byte después del byte k2. [SDHU1999]

3.10.3 Justificación de frecuencia. Si hay una frecuencia de compensación entre la tasa de trama del AUG y que del VC-n, entonces el valor del señalador se irá incrementando o decreciendo como necesite, acompañado por una correspondiente justificación negativa o positiva de byte o bytes. [SDHU1999]

Operaciones consecutivas de señalamiento deben ser separadas por al menos tres tramas (cada cuarta trama) en el cual el valor del señalador permanece constante. [SDHU1999]

Si la tasa de trama del VC-n es demasiado lenta con respecto a la del AUG, entonces la alineación del VC-N debe periódicamente rotar atrás en el tiempo y el valor del señalador debe ser incrementado por uno. Esta operación está indicada por la inversión de los bits 7, 9, 11, 13 y 15 (I-bits) de la palabra señaladora que permite botar la mayoría de 5-bit en el receptor. Tres bytes de justificación específicos aparecen inmediatamente después del último byte H3 en la trama AU-4 que contiene los I-bits invertidos. Subsecuentes señaladores serán contenidos en la nueva compensación. Esto está ilustrado en la figura 18. [SDHU1999]

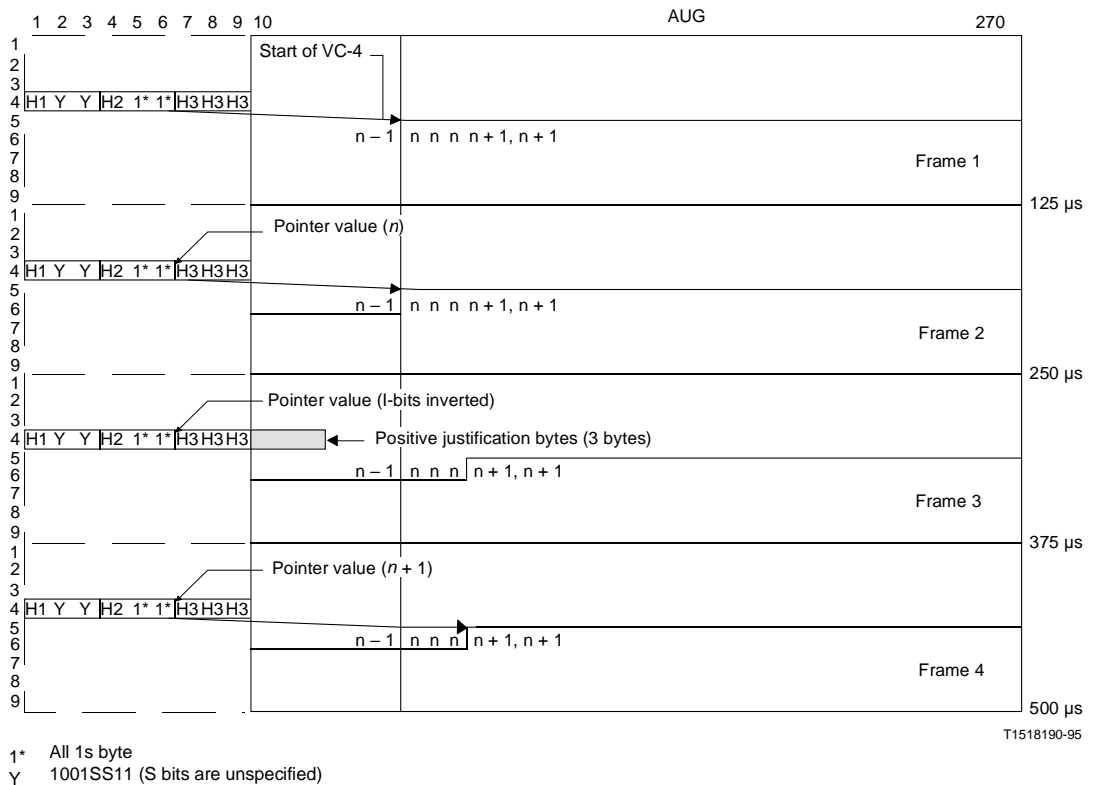


Figura 18. Operación de ajustes de operación Au-4 – Justificación positiva [SDHU1999]

Si la tasa de trama VC-n es demasiado rápida con respecto al AUG, entonces la alineación del VC-n debe ser periódicamente avanzada en tiempo y el señalador de valor debe ser decrecido en tiempo por uno. Esta operación es indicada por invertir los bits 8,10,12,14 Y 16 (D-bits) de la palabra señaladora que permite botar la mayoría de 5-bits en el receptor. Tres bytes negativos de justificación aparecen en los bytes H3 en la trama AU-4 conteniendo los D-bits invertidos. Subsecuentes señaladores serán contenidos en la nueva compensación. Esto está ilustrado en la figura 19. [SDHU1999]

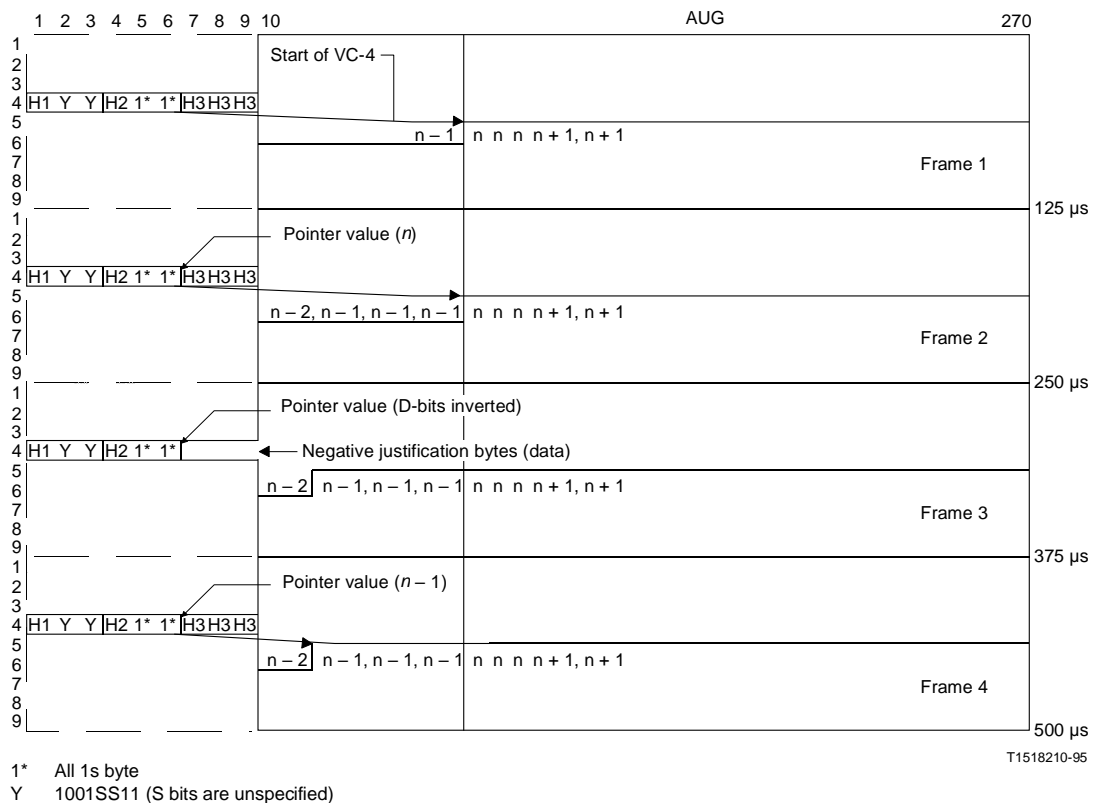


Figura 19. Operación de ajustes de operación Au-4 – Justificación negativa [SDHU1999]

3.10.4 Nueva bandera de datos (NDF). Los bits del 1-4 (N-bits) de la palabra señaladora llevan un NDF el cual permite arbitrariamente cambiar el valor del señalador si el cambio es dado por un cambio en la carga útil. [SDHU1999]

Cuatro bits son ubicados en la bandera para permitir una corrección del error. Una operación normal es indicada por un código "0110" en los N-bits. NDF es indicado por la inversión de los N-bits a "1001". Un NDF Debe ser interpretado como permitido cuando tres o más de los cuatro bits concuerdan con el patrón "1001". Un NDF debe ser interpretado como no permitido cuando tres o más de los cuatro bits concuerdan con el patrón "0110". [SDHU1999]

Los valores restantes (por ejemplo "0000", "0011", "0101", "1010", y "1111") deben ser interpretados como inválidos. La nueva alineación es indicada por el valor del señalador acompañando el NDF y toma efecto la compensación indicada. [SDHU1999]

3.10.5 Generación del señalador. Lo siguiente resume las reglas para generar señaladores AU-4.

1. Durante la normal operación, el señalador ubica el inicio del VC-4 Dentro de la trama AU-n. EL NDF es establecido como "0110". [SDHU1999]
2. El valor del señalador solo puede ser cambiado por operación 3, 4 o 5.
3. Si una justificación positiva es requerida, el actual valor del señalador es enviado con los I-bits invertidos y la subsecuente oportunidad de justificación positiva es llenada con información falsa. Los señaladores subsecuentes contienen el valor previo del señalador incrementado por 1. [SDHU1999]

Si el valor previo del señalador es su máximo valor, el subsecuente señalador es establecido como cero. Incrementos subsecuentes u operaciones de decrecimiento no son permitidas por al menos las tres tramas siguientes a esta operación. [SDHU1999]

4. Si una justificación negativa es requerida el valor actual del señalador es enviado con los D-bits invertidos y la subsecuente oportunidad de justificación negativa es sobrescrita en los datos actuales. [SDHU1999]
Señaladores subsecuentes contienen los valores previos del señalador decrecidos por uno. Si el valor previo del señalador es cero, el señalador subsecuente es establecido a su máximo valor.
Incrementos subsecuentes u operaciones decrecientes son permitidas por lo menos tres tramas después de esta operación. [SDHU1999]
5. Si la alineación de los cambios VC-N para alguna razón diferente a las 3 o 4, el nuevo valor deberá ser enviado acompañado del NDF Establecido como "1001". El NDF solo aparece en la primera trama que contiene los nuevos valores. La nueva ubicación del VC-n comienza a la primera ocurrencia de la compensación indicada por el nuevo señalador. Incrementos subsecuentes u operaciones decrecientes son permitidas por al menos tres tramas después de esta operación. [SDHU1999]

3.10.6 Interpretación del señalador [SDHU1999]

A continuación se resumen las reglas para interpretar los señaladores AU-n.

1. Durante la operación normal, el señalador ubica el comienzo del VC-4 dentro de la trama AU-4.
2. Alguna variación del valor actual del señalador es ignorada a menos que un nuevo valor consistente en recibido por tres veces consecutivas o si este es precedido por una de las reglas 3,4,5. Algún nuevo valor consistente recibido tres veces consecutivamente anula las reglas 3 o 4.
3. Si la mayoría de los I-bits de la palabra señaladora son invertidos, una justificación positiva es indicada. Valores subsecuentes del señalador deben de ser incrementados en uno.
4. Si la mayoría de los D-bits de la palabra señaladora son invertidos, una operación de justificación negativa es indicada. Subsecuentes valores del señalador deben de ser decrecidas en uno.
5. Si el NDF es interpretado como permitido, entonces el valor coincidente del señalador debe reemplazar al actual por la compensación indicada por el nuevo señalador al menos que el receptor este en un estado que corresponda a la pérdida del señalador.

3.10.7 AU-4 Concatenación

AU-4S puede ser concatenado junto para formar un AU-4-XC (X AU-4S concatenados) el cual puede transportar cargas útiles que requieren una capacidad mayor que un contenedor de capacidad – 4. [SDHU1999]

- Concatenación de AU-4s contiguos.

Una indicación concatenada, usada para mostrar la multi Container-4 payload llevada en un solo VC-4-Xc debe ser conservada junta, es contenida en el señalador AU-4. La capacidad disponible para el mapping, del multicontenedor-4, es X veces la capacidad del contenedor-4 (599 040 Mbit/s for X = 4 y 2 396 160 Kbit/s for X = 16). Las columnas 2 a la X del VC-4 son especificadas como relleno fijado. La primera columna del VC-4-Xc es usada para el POH. El POH es asignado al VC-4-XC (El BIP-8 cubre 261 X columnas de el VC-4-Xc). El VC-4-Xc es ilustrado en la figura 20. [SDHU1999]

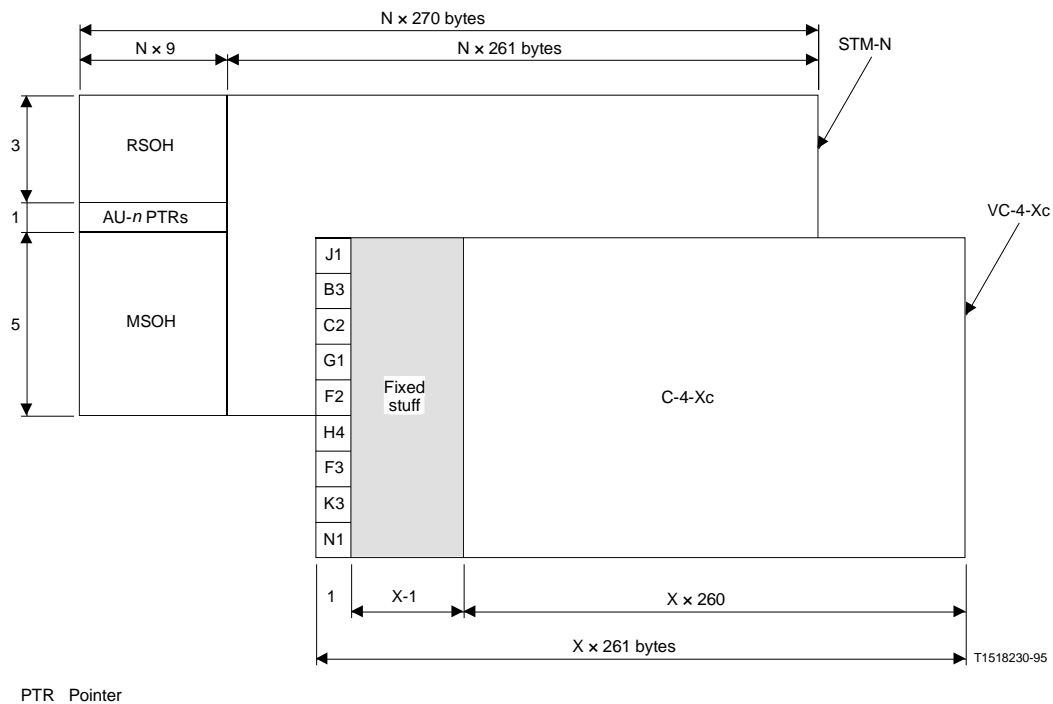


Figura 20. Estructura VC-4-Xc [SDHU1999]

La primera AU-4 de un AU-4-Xc debe tener un rango normal de valores de señalador. Todos los AU-4s subsecuentes dentro del AU-S-Xc Deben tener su señalador establecido para indicación concatenada "1001" En los bits 1-4, los bits 5-6 Sin especificar, y diez "1" (unos) en los bits 7-16. La indicación concatenada

indica que el procesador del señalador debe desarrollar las mismas operaciones como las desarrolló en la primera AU-4 del AU-4-Xc. [SDHU1999]

- Concatenación virtual de los AU-4s

Los detalles y la extensibilidad del método de concatenación virtual en el AU-4s están bajo estudio en ITU-T. [SDHU1999]

3.10.8 Unidad tributaria señaladora ----TU-PTR. El señalador TU es usado para indicar la ubicación específica del primer byte V5 del VC-12 Dentro de la carga útil TU-12 de tal forma que el receptor puede propiamente extraer el VC-12. El señalador TU provee un método de permiso flexible y alineación dinámica del VC-12 dentro de la multitrama TU-12. El TU-PTR es ubicado en los bytes indicados V1,V2,V3 Y V4 dentro de la multitrama TU-12, como se ilustra en la figura 21. [SDHU1999]

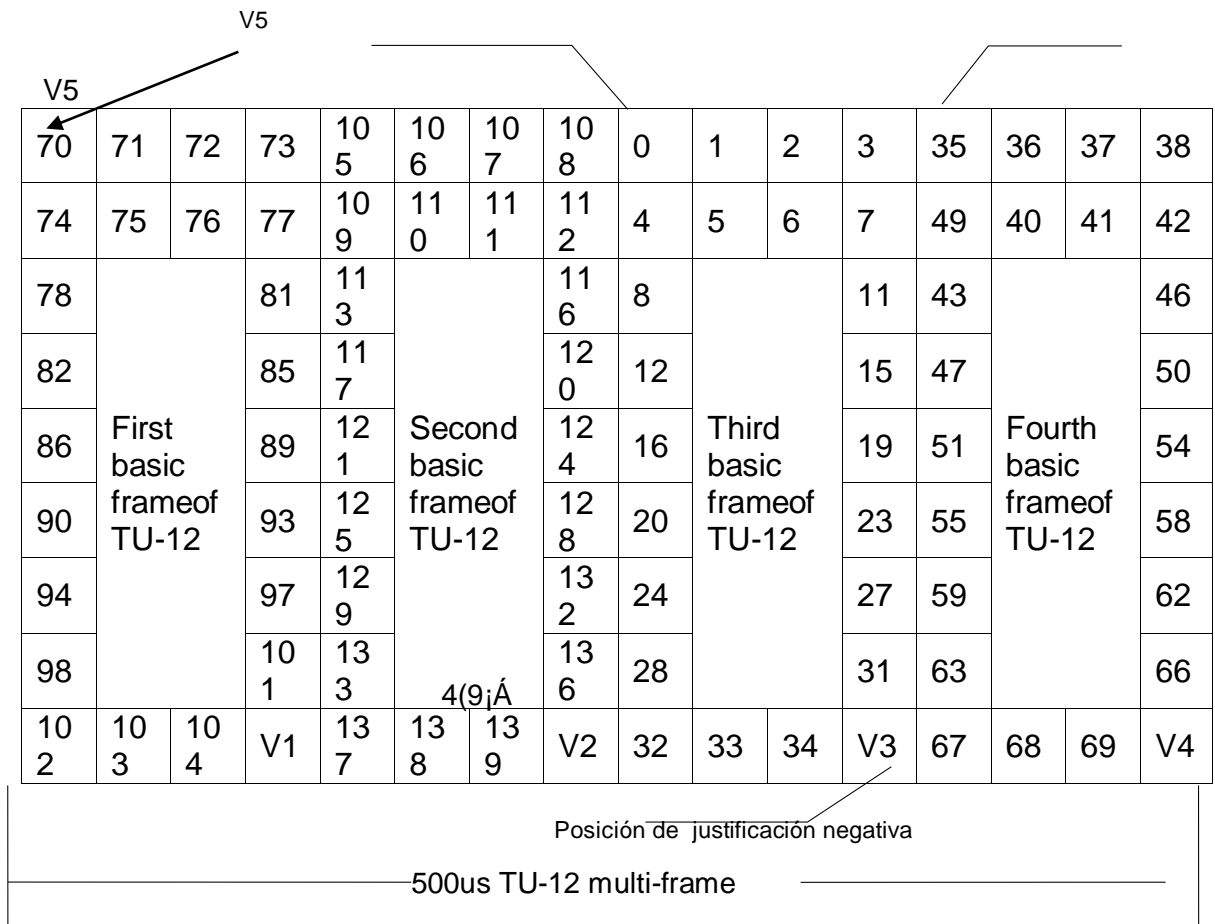
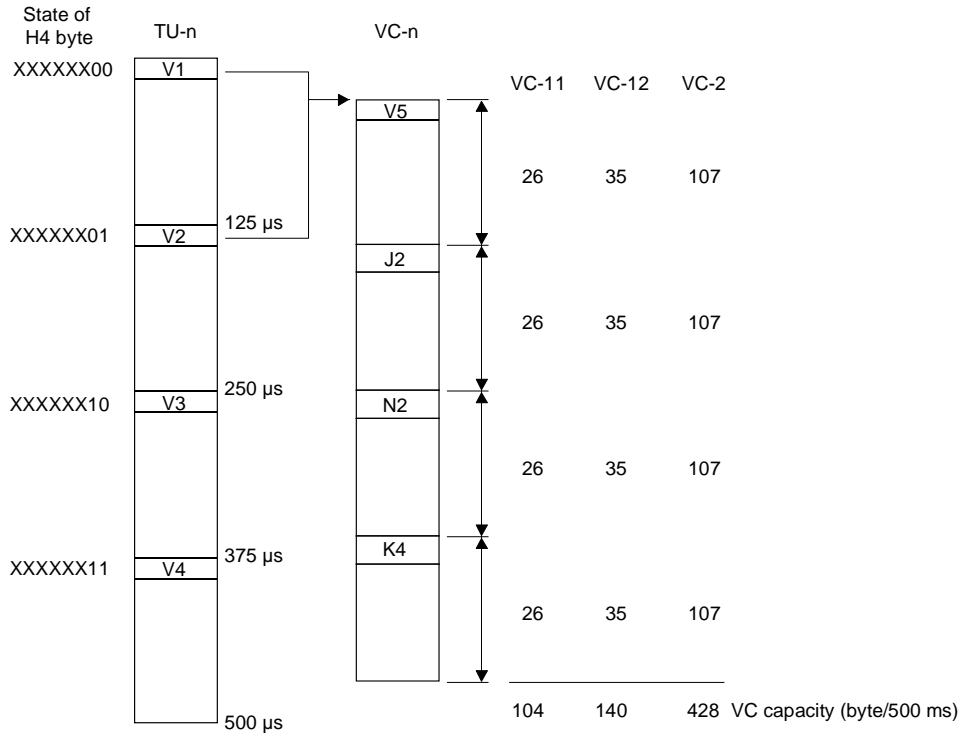


Figura 21. Numeración y localización del apuntador TU-12 [SDHU1999]

- TU-2/TU-1 Señalador de ubicación.

Los señaladores TU-12 están contenidos en los bytes V1 Y V2 como se ilustra en la figura 22. [SDHU1999]



TU Tributary unit
 VC Virtual container
 V1 VC Pointer 1
 V2 VC Pointer 2
 V3 VC Pointer 3 (action)
 V4 Reserved

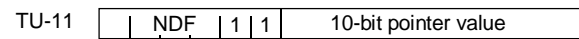
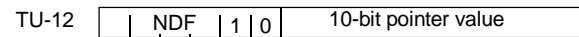
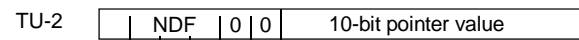
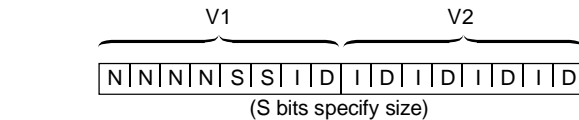
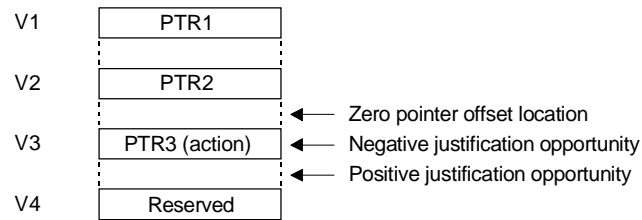
T1518250-95

NOTE – V1, V2, V3 and V4 bytes are part of the TU-n and are terminated at the pointer processor.

Figura 22. Localización apuntador TU-12 [SDHU1999]

- Valor del señalador TU-12

El TU-12 PTR consta de cuatro bytes indicados V1, V2, V3 Y V4. La palabra de la unidad tributaria señaladora es mostrada en la figura 23. Los dos bits S (bits 5 y 6) indican el tipo de unidad tributaria. [SDHU1999]



T1518260-95

I Increment
 D Decrement
 N New Data Flag

New Data Flag

- Enabled when at least 3 out of 4 bits match "1001"
- Disabled when at least 3 out of 4 bits match "0110"
- Invalid with other codes

Negative justification

- Invert 5 D-bits
- Accept majority vote

Positive justification

- Invert 5 I-bits
- Accept majority vote

Pointer value

- Normal range is:
- for TU-2: 0-427 decimal
 - for TU-12: 0-139 decimal
 - for TU-11: 0-103 decimal

Concatenation indication

- 1001SS11111111 (SS bits are unspecified)

Figura 23. Codificación del apuntador TU-12 [SDHU1999]

El valor del señalador (bits 7-16) es un número binario que indica la compensación desde el V2 hasta el primer byte del VC-12. El rango de la compensación es diferente para cada tamaño de unidad tributaria como se ilustra en la figura 23 y 24. [SDHU1999]

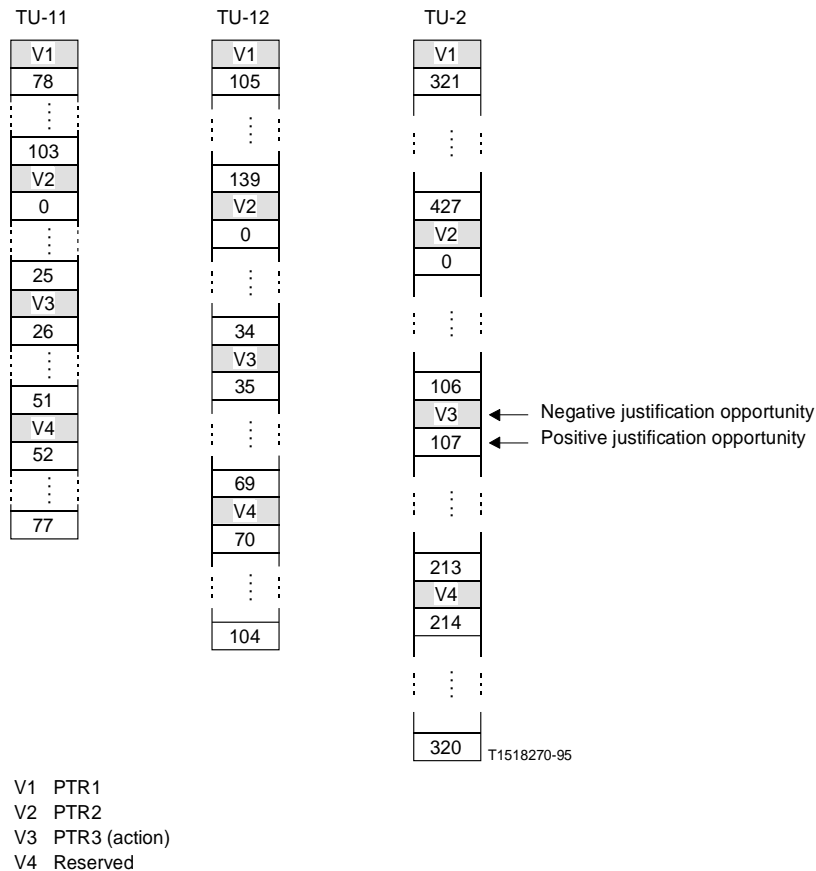


Figura 24. Compensación de apuntadores TU-12 [SDHU1999]

Los bytes señaladores no son contados en el cálculo de la compensación. Desde el byte que sigue inmediatamente al V2 dentro de la carga útil TU-12, cada byte esta especificado en secuencia como un número de compensación tal como “0” Y “1” de acuerdo a la compensación del byte o el ultimo V2 con un byte como una unidad de justificación positiva. [SDHU1999]

Los números totales de justificación son desde 0 hasta 139. El primer byte V5 de la trama VC-12 está ubicado en un lugar con un número de compensación (offset) correspondiente al valor binario del señalador TU-12. [SDHU1999]

El byte V3 del TU-12 PTR es la oportunidad de justificación negativa. Una oportunidad de justificación negativa le sigue inmediatamente. EL V4 es un byte reservado. El valor del señalador es ubicado en los últimos diez bits de los bytes V1 Y V2. La función de los 16 bits de los bytes V1 Y V2 es similar a la de los 16 bits de los bytes H1 Y H2 dentro del AU-PTR. [SDHU1999]

La justificación negativa es implementada por medio del byte V3. Mientras que la justificación positiva es implementada por el byte que le sigue después al byte V3. [SDHU1999]

- Frecuencia de justificación TU-12

El señalador TU-12 Es usado justificar la frecuencia del VC-12 exactamente en la misma vía que el Señalador AU-4 es usado justificar la frecuencia del VC-4. Una oportunidad de justificación positiva sigue inmediatamente al byte V3. Adicionalmente, el V3 sirve como oportunidad de justificación negativa tal que cuando la oportunidad es aprovechada, V3 es sobrescrito por datos. [SDHU1999]

Esto también se muestra en la figura 21. La indicación de que si la oportunidad de justificación ha sido aprovechada o no está dada por los I-bits y d-bits del señalador en la unidad multitransmisión tributaria actual. [SDHU1999]

El valor contenido en V3, cuando no está siendo usado para una justificación negativa no está definido. El receptor es obligado a ignorar el valor contenido en V3 cuando este no está siendo usado para una justificación negativa.

La unidad de justificación del TU-PTR es un (byte). Así el rango del señalador de valor es de 0 a 139. Si el señalador inválido o NDF está siendo recibido en ocho tramas consecutivamente una ALARMA TU-LOP será generada en el receptor y una señal de alarma AIS SERA insertada. [SDHU1999]

Si no hay diferencias en las fases y frecuencias entre el VC-12 Y TU-12. El valor de ubicación del byte V5 es 70.

El método de señalador de justificación y de interpretación del TU-PTR es similar a la del AU-PTR. [SDHU1999]

- Nueva bandera de datos (NDF)

Los bits 1-4 (N-BITS) de la palabra señaladora llevan un NDF. Este es el mecanismo por el cual se permite un cambio arbitrario del valor de un señalador.

Como con el señalador AU-4 NDF, el valor normal es "0110", y el valor "1001" indica una nueva alineación para el VC-n, y posiblemente un nuevo tamaño.

Un NDF debe de ser interpretado como permitido cuando tres o más de los cuatro bits concuerdan con el patrón "1001", un NDF debe de ser interpretado como no permitido cuando tres o más de los cuatro bits concuerdan con el patrón "0110", los valores restantes (por ejemplo "0000", "0011", "0101", "1010", "1100" y "1111") deben ser interpretados como inválidos. [SDHU1999]

La nueva alineación es indicada por el valor del señalador y el tamaño del valor que acompaña al NDF y toma efecto la compensación indicada.

- Generación del señalador

Lo siguiente resume las reglas para generar los señaladores TU-12.

1. Durante la operación normal, el señalador ubica el inicio del VC-12 dentro de la trama TU-12. El NDF es establecido en "0110". [SDHU1999]
2. El valor del señalador solo puede ser cambiado por la operación 3,4 o 5.
3. Si una justificación positiva es requerida, el valor actual del señalador es enviado con los I-bits invertidos y la subsecuente oportunidad de justificación positiva es llenada con información "falsa. Los señaladores subsecuentes contienen el valor previo del señalador incrementado en uno. Si el señalador anterior esta a su máximo valor, el señalador subsecuente es establecido en cero. [SDHU1999]
Incrementos subsecuentes u operaciones de decrecimientos no son permitidos al menos tres tramas después de esta operación. [SDHU1999]
4. Si una justificación negativa es requerida, el valor actual del señalador es enviado con los D-bits invertidos y la subsecuente oportunidad de justificación negativa es sobrescrita con los datos actuales. Los señaladores subsecuentes contienen el valor previo del señalador decrecido en uno. [SDHU1999]
Si el valor previo del señalador es cero, el señalador subsecuente es establecido a su máximo valor. Incrementos subsecuentes u operaciones de decrecimiento no está permitido por al menos tres tramas siguientes a esta operación. [SDHU1999]
5. Si la alineación del VC-12 cambia por alguna razón diferente a las reglas 3 o 4, el nuevo valor del señalador será enviado acompañado el NDF establecido en "1001". EL NDF solo aparece en la primera trama que contiene el nuevo valor. La nueva ubicación del VC-12 en la primera ocurrencia de la compensación indicada por el nuevo señalador. Incrementos subsecuentes u operaciones de decrecimiento no está permitido por al menos tres tramas siguientes a esta operación. [SDHU1999]
- 6.

- Interpretación del señalador

Lo siguiente resume las reglas para interpretar los señaladores TU-12.

- Durante la operación normal el señalador ubica el inicio del VC-12 dentro de la trama TU-12. [SDHU1999]
- Alguna variación del actual valor del señalador es ignorada al menos que un nuevo valor consistente es recibido por tres veces consecutivas o este es precedido por una de las reglas 3, 4, o 5. Algún nuevo valor consistente recibido por tres veces consecutivas anula las reglas 3 o 4. [SDHU1999]
- Si la mayoría de los I-bits de la palabra del señalador son invertidos, una justificación positivo es la indicada. Los valores subsecuentes deben de ser incrementados en uno. [SDHU1999]
- Si la mayoría de los D-bits de la palabra del señalador están invertidos, una justificación negativa es la indicada. Los valores subsecuentes del señalador deben de ser reducidos en uno. [SDHU1999]
- Si el NDF es interpretado como permitido, entonces el valor coincidente del señalador debe reemplazar el actual por el valor de compensación indicado por el nuevo valor del señalador al menos que el receptor esté en un estado que corresponda a una pérdida de señalador. [SDHU1999]

4. METODOLOGIA

En este proyecto se implementó el transporte de datos por fibra óptica, que es uno de los medios más utilizados en la actualidad, porque permiten una tasa de transferencia muy alta y no es afectada altamente por el ruido (uno de los problemas más difíciles de tratar en telecomunicaciones).

La topología de red que se va a utilizar es de un anillo, que es la más usada en redes SDH. Este anillo contará con tres nodos los cuales estarán conformados con una parte óptica y otra eléctrica que consiste de E1's que aún no se ha definido. La transmisión óptica será nivel de STM- 1, la velocidad con la que quedará cerrado el anillo.

Este proyecto se dividió en etapas para que su desarrollo fuera de manera gradual y escalable identificando de esta forma las ventajas y desventajas para cada uno de los diseños que se identificaron en primera instancia, al dividirse en etapas esto facilitó la solución de los objetivos planteados en el proyecto.

- **PRIMERA ETAPA:** Seleccionar toda la información que exista sobre SDH. En esta etapa se realiza la recopilación de información de libros, e Internet y empresas fabricantes de equipos de transmisión para así clasificar y analizar esa información, así como la información necesaria sobre los diferentes tipos de protección del anillo y sincronización.
- **SEGUNDA ETAPA:** Realizar una inspección de sitio (site survey) en el laboratorio que permita recoger todos los datos necesarios para llevar a cabo la instalación de los equipos .Adquirir los equipos a utilizar.
- **TERCERA ETAPA:** Adquirir los equipos a utilizar, instalación, configuración y configurar el anillo y realizar una documentación de ingeniería que permita saber a la persona que así lo requiera toda la información técnica del anillo.

5. DESARROLLO

Teniendo en cuenta los objetivos y alcances planteados en el anteproyecto de grado, se desarrolló paso a paso la implementación de este.

El primer problema encontrado fue la escogencia del equipo apropiado que cumpliera con todos los estándares internacionales definidos por la ITU, un equipo que permitiera conexiones ópticas a nivel STM-1, que permita adicionar/extraer señales PDH y SDH, es decir un equipo que cumpliera con todos los parámetros SDH pero que a su vez fuese lo suficientemente económico para poder ser implementado. [DAJA2008]

Se realizó un sondeo para saber que marca es la más utilizada en los operadores más importantes del país como, ETB, Telecom, Comcel, Internexa, Telmex, Colombia Móvil (Tigo), Movistar entre otros, en sus redes troncales. [DAJA2008]

Se realizaron visitas a algunas de las centrales de los operadores mencionados y se llegó a la tabla 15:

OPERADOR	Equipos de Acceso	EQUIPOS TRONCALES SDH	EQUIPOS DWDM
Comcel	Cisco	Huawei	Huawei
Colombia Móvil		Huawei	Huawei
ETB	Cisco-Huawei	Huawei-Ecci	Huawei
Internexa		Huawei.	Huawei
Telecom	Cisco-Huawei	Huawei-Ecci-ZTE-Siemens	Siemens

Tabla 8. Cuadro comparativo. [DAJA2008]

Como se puede observar en la siguiente tabla la marca predominante en los equipos de transmisión SDH es la china "Huawei Technologies", al indagar el porqué en Colombia prevalece mucho esta marca, ellos respondieron que la principal causa es que Huawei cumple con todas las recomendaciones establecidas por la ITU, pero a un costo más bajo, en comparación de otras marcas, la diferencia en los precios con las demás compañías oscilan entre el 50% al 70%. [DAJA2008]

Esto llevó a que sea Huawei la marca con la que implementaría la solución. Una vez realizada la selección de la marca que se implementará en este proyecto, se procedió a buscar un equipo que se acogiera a los requerimientos técnicos que se buscaban para la solución.

Huawei

maneja varias líneas de productos en telecomunicaciones, la que interesa para esta aplicación es la línea de transmisión óptica, en esta se encuentran los productos de SDH, con los siguientes modelos de equipos.

OptiX OSN 9500 intelligent optical switching
OptiX OSN 7500 intelligent optical switching
OptiX OSN 3500 intelligent optical transmission
OptiX OSN 2500 intelligent optical transmission
OptiX OSN 2000
OptiX Metro5000
OptiX Metro 3000
OptiX Metro 1050
OptiX Metro 1000
OptiX Metro 500
OptiX Metro 100

A continuación se describirán las características de cada uno de estos equipos, para escoger el más adecuado en la implementación del proyecto.

5.1 Optix OSN 9500

El OSN 9500 es un sistema de transmisión óptica, utilizado principalmente para enlaces de larga distancias, es actualmente el equipo de mayor jerarquía en la familia de ópticas en la marca Huawei. [HUAW2008]

Soportar enlaces de hasta STM-64, también permite enlaces Giga-ethernet. En Colombia es utilizado actualmente en los operadores: Comcel, Colombia Móvil, ETB, Telecom, en sus redes a nivel de back-bone de larga distancias. [HUAW2008]

En la siguiente gráfica 35 se observa detalladamente su implementación en la red.

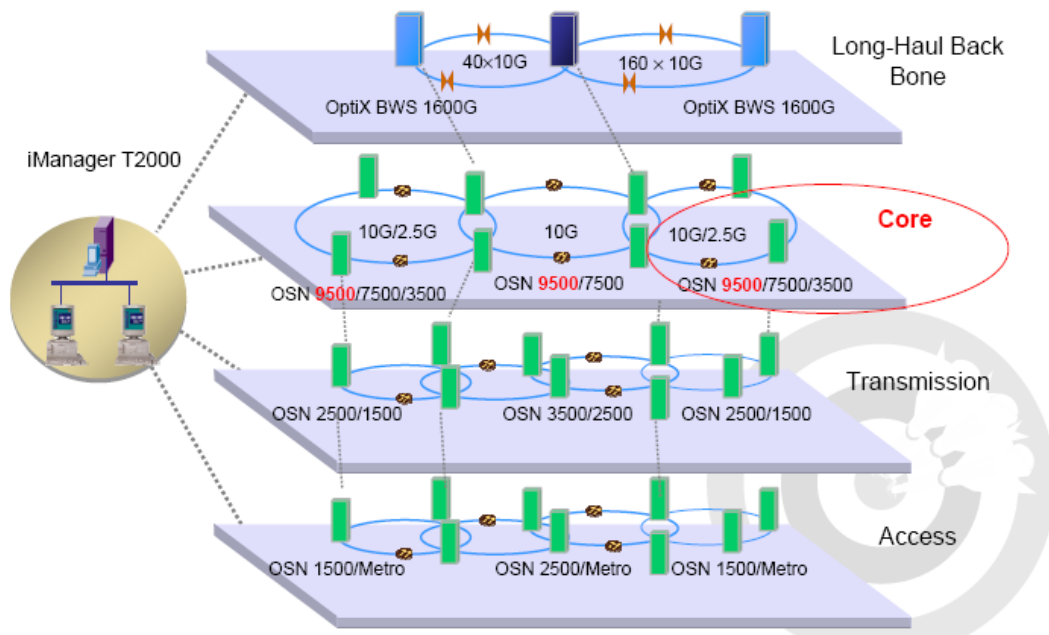


Figura 26. Implementación en una red [HUAW2008]

Tal como se puede observar en la figura 35, el OSN 9500 permite adicionar/extraer señales SDH, a través de una red DWDM, ya que este tipo de redes no permite la agregación directamente de tráfico. [HUAW2008]

En la tabla 16, se observa el tipo de protección que soporta y el tiempo de conmutación máximo de dichas protecciones.

Numero	Tipo de protección-Red	Tiempo de conmutación
1	1:1 o 1+1 I, Protección lineal de multiplexación	0 a 20 ms
2	2 fibras anillo MSP	0 a 50 ms
3	4 fibras anillo MSP	0 a 20 ms
4	Protección de conexión de subred. SNCP	0 a 20 ms

Tabla 9. Protecciones soportadas [HUAW2008]

Es importante mencionar que este equipo soporta protocolo ASON (Protección automática de redes ópticas) a nivel de protección SDH, y este sistema de protección se encuentra sobre las tarjetas controladoras del mismo equipo y no

desde el sistema de gestión, lo que proporciona más confiabilidad del servicio. [HUAW2008]

5.2 Optix OSN 7500

El OSN 7500 tiene básicamente las mismas características que el OSN 9500, tienen la misma aplicación en el back-Bone de la red, salvo que el OSN tiene cross-conectoras de alto y bajo orden por separadas este tipo de tarjetas son mas jerárquicas que en el equipo OSN 7500, este equipo las tiene en una misma tarjeta. En la grafica se puede observar la imagen correspondiente a los equipos OSN. [HUAW2008]

La principal diferencia radica en que el OSN 7500 permite agregar/extraer señales PDH, mientras el OSN 9500 no permite hacerlo. [HUAW2008]

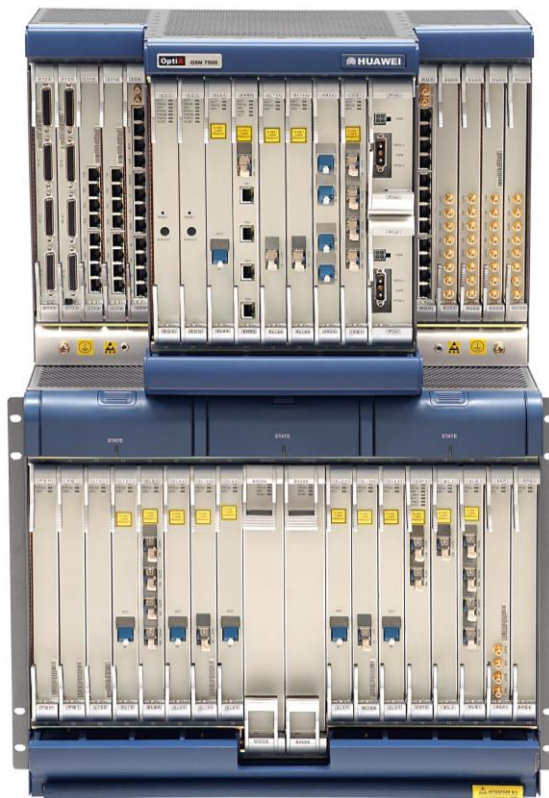


Figura 27. Equipos OSN. [HUAW2008]

5.3 Optix OSN 3500/2500/1500.

A continuación se describen las características de los equipos OSN 3500, OSN 2500, OSN 1500. [HUAW2008]

Estos tipos de equipos pertenecen a la familia OSN, (Optical switching node) los cuales permiten una interconexión entre equipos troncales de larga distancia y equipos de acceso; tal como se muestra en la figura. [HUAW2008]

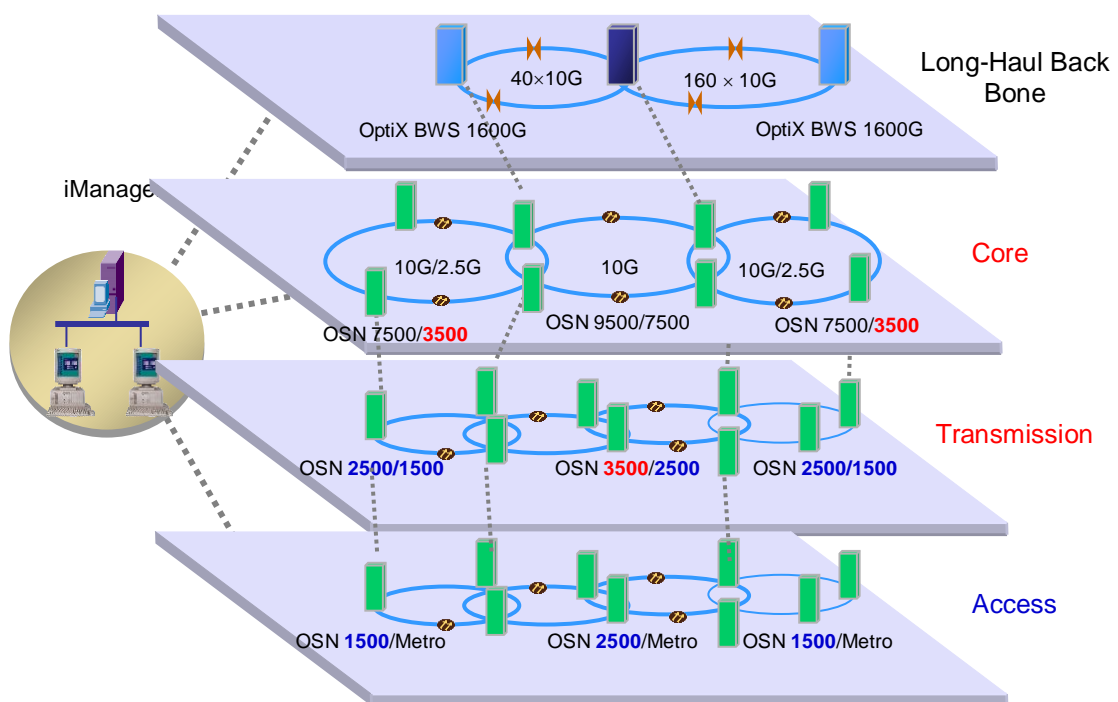


Figura 28. Interconexión entre equipos troncales. [HUAW2008]

Estos equipos tienen la ventaja que pueden ser implementados en la red a nivel de acceso o a nivel de Core (ver figura 37 y 38).



Figura 29. Equipos de transmisión OSN. [HUAW2008]

Las tarjetas soportadas por estos Multiplexores son:

Tabla 10 . Tarjetas de multiplexores [HUAW2008]

A continuación en la tabla 11 se observa el tipo de protección que soporta los equipos mencionados:

Numero	Tipo de protección-Red	Tiempo de conmutación
1	1:1 o 1+1 l,Proteccion lineal de multiplexación	0 a 20 ms
2	2 fibras anillo MSP	0 a 50 ms
3	4 fibras anillo MSP	0 a 20 ms
4	Protección de conexión de subred.SNCP	0 a 20 ms

Tabla 11. Protecciones soportadas por los equipos. [HUAW2008]

5.4 Optix Metro

A continuación se describen las características técnicas de los equipos pertenecientes a las familias Metro de Huawei , estos equipos aunque pueden ser conectados a nivel de una red troncal, se implementan principalmente en redes metropolitanas, estos permite adicionar/extraer señales PDH y SDH. También permiten realizar servicios Ethernet para conectar directamente a un usuario final en el modo de acceso o conectar a un router capa 4 en el modo Tag-Aware.

[DAJA2008]

5.4.1 Optix Metro 1000

El Optix metro1000 el cual se muestra en la figura 39, tiene una tarjeta llamada SCB, que a su vez tiene integrada varias tarjetas como son: SCC(Sistema de comunicación y control) la XC que realiza las croconexiones en el equipo , la tarjeta SP2D, se encargan de controlar 16 puertos E1`s eléctricos, la OI2D que tiene 2 puertos STM-1 Ópticos o OI4D 2 puertos STM-4 Ópticos, y la STG que permite generar el sincronismo para el equipo y/o la red dependiendo de la configuración. [HUAW2008]

Es importante mencionar que esta serie de equipos soportan expansión por medio de tarjetas adicionales para STM-1 o STM-4, Puertos E`3s, Puertos E`1s, puertos Ethernet y Fast Ethernet. [HUAW2008]



Figura 30. Optix Metro 1000. [DAJA2008]

5.4.2 Optix Metro 500.

El Optix Metro 500 (ver figura 40), es un equipo que tiene interfaces a nivel de STM-1 Óptico, permite adicción/extracción de señales PDH E1's y E3'S. [HUAW2008]

Permite extraer una señal externa de temporización de 2Mhz, tiene una capacidad de Crossconexión de 6x6 VC-4, soporta protección PP-Bidireccional y MSP.



Figura 31. Optix Metro-500. [HUAW2008]

5.4.3 Optix Metro 100

El Optix, Metro100 (ver figura 41) es un equipo integrado que permite conexiones ópticos a nivel de STM-1, Servicios Ethernet y 8 o 16 puertos E1's eléctricos. [HUAW2008]

Es un equipo que por sus dimensiones 436 mm x 200 mm x 42 mm (W x D x H), bajo consumo en potencia (17 W) y bajo costo, permite un fácil mantenimiento y operación. [HUAW2008]

Es adecuado para redes de acceso, se puede implementar como equipo, para el cliente final y como sistema de acceso para redes móviles. [HUAW2008]

Por tener los requerimientos básicos necesarios en la implementación que deseamos realizar, se escogió el Optix metro 100 como el equipo que se va a utilizar en cada uno de los nodos. [HUAW2008]



Figura 32. Optix Metro 100. [HUAW2008]

Este modelo de equipo viene diseñado en cuatro versiones dependiendo la necesidad.

- Optix metro 100-A.

Soporta dos entrada a nivel DC de -48V redundante, tiene para 16 puertos E1's eléctricos pero no tiene puertos Ethernet (ver figura 42). [HUAW2008]



Figura 33. Optix metro 100-A. [HUAW2008]

- Optix metro 100-B

Este equipo viene equipado con una entrada de potencia de 110V/220 AC y tiene entrada para 16 puertos E1's eléctricos, pero no posee puertos Ethernet (ver figura 43).



Figura 34. Optix metro 100-B. [HUAW2008]

- Optix metro 100-C

La versión C viene con entrada AC a 110/200 voltios, dos puertos ópticos STM-1, con conectores FC, 8 E1's eléctricos y además tiene cuatro puertos Ethernet. [HUAW2008]

Se implementará el metro 100 versión C , porque este cuenta con entrada de potencia en AC , lo que permitirá conectar directamente a un toma corriente normal de 110V , ya que si la entrada fuera de -48V DC se debería contar con un rectificador que convierta la energía AC en DC. [HUAW2008]

Además esta versión cuenta con 4 puertos Ethernet que soporta velocidades de 10/100 Base T.

Como ya se escogió el equipo específico a utilizar, se pretende justificar el porqué se escogió la topología de anillo:

5.5 Topologías de las redes SDH

Las diferentes topologías en una red SDH son.

5.5.1 Redes Tipo Bus



Figura 35. Redes tipo bus. [HUAW2008]

En este tipo de redes los nodos están interconectados uno detrás del otro pero su parte final es abierta, tal como lo muestra la figura 44.

Las redes tipo bus son usadas, cuando los nodos están organizados en una línea larga, por ejemplo en una línea de distribución de energía, aunque a veces es implementada en SDH, son utilizadas muy poco porque los servicios son muy difíciles de proteger. La ventaja de esta topología, es su bajo costo y su fácil mantenimiento. [HUAW2008]

5.5.2 Redes Tipo estrella



Figura 36. Redes tipo estrella [HUAW2008]

En las redes de tipo estrella, hay un nodo central al cual se conectan directamente los otros nodos. No hay enlaces directos entre los otros nodos (ver figura 45). [HUAW2008]

Este tipo de topología es principalmente utilizada en las redes de acceso. Una de las ventajas de este tipo de red es la capacidad de gestionar el ancho de banda completamente. [HUAW2008]

La principal desventaja, es que el nodo en el nodo central, se pueden presentar "congestión" de ancho de banda. Además si el nodo central falla, puede colapsar la red entera. [HUAW2008]

5.5.3 Redes Tipo Árbol.



Figura 37. Redes tipo árbol. [HUAW2008]

Una red tipo árbol puede ser considerada como una combinación de red tipo estrella y una tipo cadena, esta topología es adecuada para redes de difusión, presenta las mismas ventajas que las de cadena y estrella. Y su principal desventaja es que no resultan adecuadas para servicios bidireccionales. [HUAW2008]

5.5.4 Redes tipo anillo



Figura 38. Redes tipo anillo. [HUAW2008]

En este tipo de topología, cada uno de los nodos están interconectados uno después del otro como lo muestra la figura 47; este tipo de topología es la más usada actualmente debido a su alta capacidad de proteger los servicios que por ella circulan, ya que debido a la protección que se le implemente, esta tiene la capacidad de “autoprotgerse”. [HUAW2008]

Es por eso que se escogió esta topología, porque permite una protección de los servicios muy confiable.

Uno de los principales problemas surgidos en el diseño fue precisamente escoger que tipo de protección de servicios que tendrá el anillo. [HUAW2008]

Porque dependiendo de la protección escogida, se puede garantizar o no una disponibilidad de la red, como la exigen actualmente los operadores del 99,999 %. [HUAW2008]

El mecanismo de protección que se utilizó fue en el anillo fue de protección Patch en anillo unidireccional, que funciona de la siguiente manera:

Este mecanismo usa el modo de protección 1+1, que está compuesta por una fibra de trabajo (S) y una de protección (P). Tal como lo muestra la figura 48 a continuación.

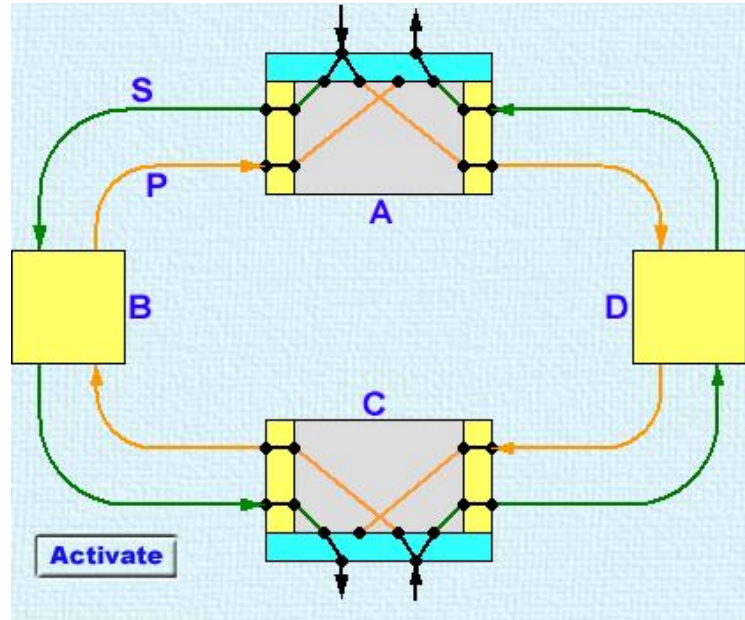


Figura 39. Modo de protección 1+1. [HUAW2008]

En el evento que ocurra un corte de fibra entre el nodo B y el nodo C, la señal del nodo A al nodo C en la fibra de trabajo, se pierde, por lo tanto la unidad de línea en C genera una alarma R_LOS (perdida de señal en la recepción), tal como lo muestra la figura 49 a continuación. [HUAW2008]

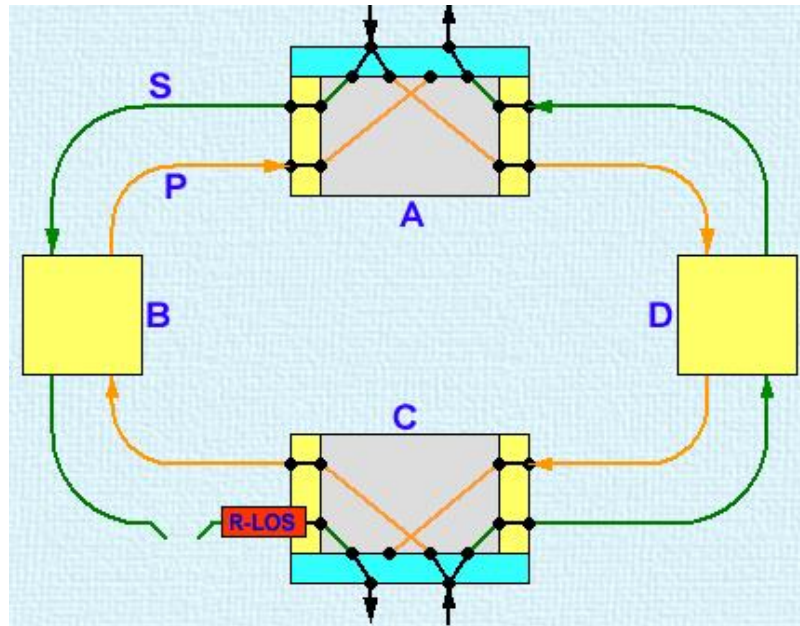


Figura 40. Reenrutamiento

Esta alarma causa a su vez, otra alarma llamada TU-AIS (indicación de señal de alarma en la unidad tributaria), cuando esta última es detectada en el canal de trabajo, la unidad tributaria, conmuta al camino entrante del canal de protección. Esta conmutación elimina la alarma TU-AIS y se genera otra llamada PS (Conmutación a la protección) en la unidad tributaria. Y el tráfico se restablece normalmente en un tiempo menor a 20 ms (ver grafica 50). [HUAW2008]

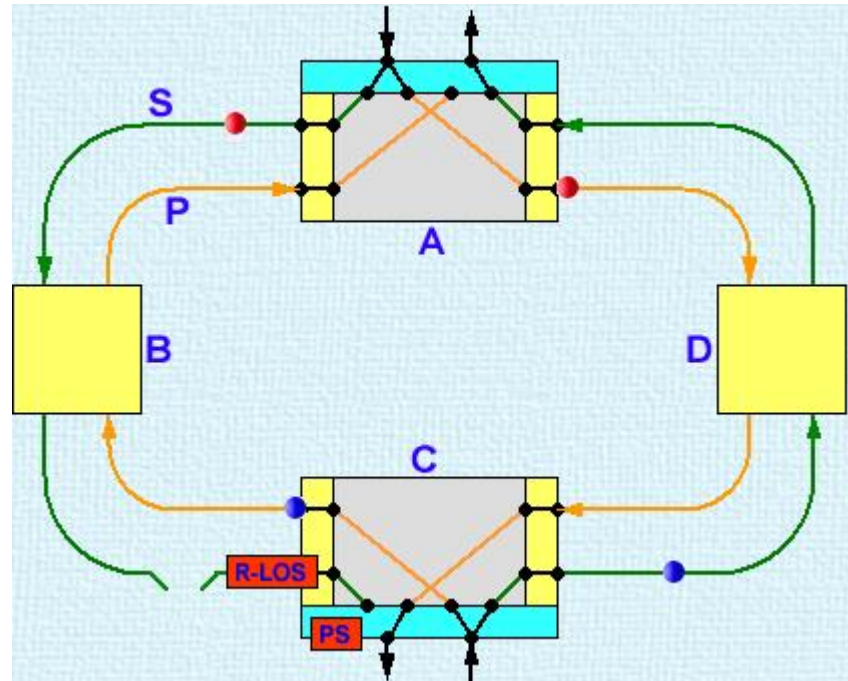


Figura 41. Reenrutamiento. [HUAW2008]

Después de la conmutación hacia la protección, la unidad tributaria monitorea la calidad de la señal en el canal de trabajo, cuando la fibra de trabajo se restaura nuevamente, el equipo espera un tiempo de 10 minutos, para tomar nuevamente la ruta original de trabajo, esto con el fin de evitar intermitencias en el equipo. [HUAW2008]

Luego de ocurrido esto, la alarma PS desaparecerá y el tráfico fluirá normalmente por el canal de trabajo.

Se escogió este tipo de protección porque permite una conmutación en tiempo real menor a 20 ms, muy por debajo del límite recomendado por la ITU, de 50 ms. [HUAW2008]

Además porque su operación y mantenimiento es más sencillo.

5.6 FIBRAS Y CONECTORES

A continuación se presentará el tipo de fibras y los conectores, por los cuales se interconectarán los tres nodos:

Los conectores que se implementarán son de tipo LC (ver figura 51), ya que este es el más utilizado en las redes de telecomunicaciones de alta densidad. [HUAW2008]

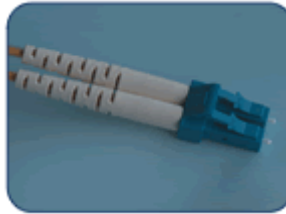


Figura 42. Conector tipo LC [HUAW2008]

Los conectores SC simplex y duplex se utilizan para conexiones cruzadas de equipo en interconexiones a nivel de backbone horizontales y áreas de trabajo para transmisiones de datos de alta velocidad. [HUAW2008]

Estos conectores son de factor de forma pequeña SSF (small form factor), lo que permite la conexión de estos dentro de un espacio o modulo pequeño.

Presenta una pérdida por inserción muy pequeña, a continuación se detalla las características técnicas de este tipo de conector, ver tabla 19.

Es importante mencionar que el equipo metro 100 tiene dos puestos STM-1 con interfaces LC. [HUAW2008]

Pérdida de Inserción	Típica: $\leq 0.20\text{dB}$ Máxima: $< 0.50\text{dB}$
Pérd. de Retorno SPC	Típica: $\geq 45\text{dB}$ Mínima: $> 40\text{dB}$
Pérd. de Retorno UPC	Típica: $\geq 55\text{dB}$ Mínima: $> 50\text{dB}$
Repetibilidad	Pérdida de Inserción $\pm 0.1\text{dB}$ en 1000 conexiones
Vida Operativa	Mínima: 1000 conexiones/desconexiones
Estabilidad Térmica*	$< 0.2\text{dB}$ en C.T. de -20°C a $+70^{\circ}\text{C}$
Estabilidad Calor	$< 0.2\text{dB}$ a $+60^{\circ}\text{C}$ y 95% de H.R.

Húmedo*	
Resistencia Mecánica	Caída, Impacto y Vibración: ≤ 0.10 dB Tracción*: ≤ 0.20 dB para 100N mínima

Tabla 12. Características técnicas conector tipo LC. [HUAW2008]

5.6.1 Fibras multimodo

Este tipo de fibra fue el primero en fabricarse y comercializarse. Su nombre proviene del hecho de que transporta múltiples modos de forma simultánea, ya que este tipo de fibra se caracteriza por tener un diámetro del núcleo mucho mayor que las fibras monomodo. El número de modos que se propagan por una fibra óptica depende de su apertura numérica o cono de aceptación de rayos de luz a la entrada. El mayor diámetro del núcleo facilita el acoplamiento de la fibra, pero su principal inconveniente es que tiene un ancho de banda reducido como consecuencia de la dispersión modal. Los diámetros de núcleo y cubierta típicos de estas fibras son 50/125 y 62,5/125 mm. [HUAW2008]

Existen dos tipos de fibra óptica multimodo: de salto de índice y de índice gradual. En el primer caso, existe una discontinuidad de índices de refracción entre el núcleo ($n_1 = \text{cte}$) y la cubierta o revestimiento de la fibra ($n_2 = \text{cte}$), ver figura 52. Por el contrario, en el segundo caso la variación del índice es gradual. Esto permite que en las fibras multimodo de índice gradual los rayos de luz viajen a distinta velocidad, de tal modo que aquellos que recorran mayor distancia se propaguen más rápido, reduciéndose la dispersión temporal a la salida de la fibra, ver figura 53. [HUAW2008]

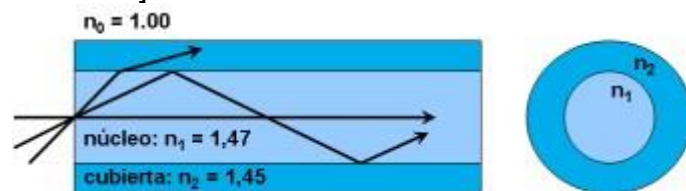


Figura 43. Fibra óptica multimodo de salto de índice. [HUAW2008]

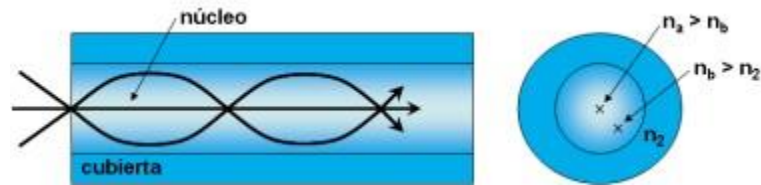


Figura 44. Fibra óptica multimodo de índice gradual

5.6.2 Fibra monomodo

Las fibras ópticas monomodo tienen un diámetro del núcleo mucho menor, lo que permite que se transmita un único modo y se evite la dispersión multimodal. Los diámetros de núcleo y cubierta típicos para estas fibras son de 9/125 μ m. Al igual que las fibras multimodo, las primeras fibras monomodo eran de salto de índice, si bien en la actualidad existen diseños bastante más complejos del perfil de índice de refracción que permiten configurar múltiples propiedades de la fibra (ver figura 54). Las fibras monomodo también se caracterizan por una menor atenuación que las fibras multimodo, aunque como desventaja resulta más complicado el acoplamiento de la luz y las tolerancias de los conectores y empalmes son más estrictas. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias y transmitir elevadas tasas de bit, las cuales vienen limitadas principalmente por la dispersión cromática y los efectos no lineales. [RAOP2007]

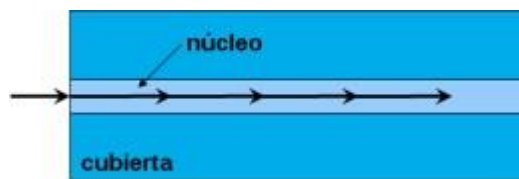


Figura 45. Fibra óptica monomodo. [RAOP2007]

Se implementará este tipo de fibra, ya que las señales solamente se transmitirá un tipo de señal al mismo tiempo. [RAOP2007]

Es importante mencionar que estos patch-cords de fibras Irán dentro de una manguera corrugada plástica que permitirá proteger la fibra y evitara que esta no se doble con ángulos muy pronunciados, porque esto produciría grandes atenuaciones (ver figura 55). [RAOP2007]



Figura 46. Manguera plástica corrugada. [DAJA2008]

5.7 Calibración del Anillo Óptico

Una vez realizada la instalación de los tres equipos en el laboratorio, el siguiente paso es, la calibración de las potencias ópticas en el anillo , para esto se tiene en cuenta varios aspectos.

5.7.1 Balance de Potencias. Cuando se realiza un enlace de fibra óptica , es necesario tener en cuenta los factores que permitan un óptimo desempeño en el diseño, es por eso que se tiene en cuenta las siguientes características en el diseño.

5.7.2 Potencia Óptica Transmitida. Es la potencia Óptica que se obtiene en el puerto de transmisión del equipo, se expresa en valor de dB(Decibeles). Esta se trata de una medida adimensional y no relativa que puede facilitar el cálculo . El dB relaciona una potencia de entrada y la potencia de salida de un circuito. Su fórmula viene dada por:

$$N(\text{DB})=10\text{Log} (\text{PS}/\text{PE}).$$

Existe una medición absoluta para medir potencia óptica , se trata de el dBm , que toma de referencia a 0 dBm a 1 mW, su fórmula viene dada por:

$$P(\text{dBm})=10 \log(P\text{mW}/1\text{mW}).$$

A continuación se observa la tabla 20, de equivalencias de dBm y mW.

Potencia en watts		Potencia en dBm
1 pW	1pW	-90
10pW		-80
100pW		-70
1.000pW	=1 nW	-60
10.000pW		-50
100.000pW		-40
1.000.000pW	=1 μ W	-30
10.000.000pW		-20
100.000.000pW		-10
1.000.000.000pW	=1 mW	0
10mW		+10
100mW		+20
1.000mW	=1 W	+30

Tabla 13. Equivalencias dBm-mW. [INCO2006]

5.7.3 Potencia Óptica recibida. Es la potencia recibida en el puerto de recepción, esta potencia debe estar ajustada dentro del rango establecido, de no ser así , el equipo presentaría pérdida de datos (para el caso de una potencia muy baja) o daño de el puerto óptico(para una potencia muy alta). [DAJA2008]

5.7.4 Sensibilidad en el receptor. Este parámetro , nos permite establecer la potencia mínima, que puede recibir la recepción , sin que haya perdida de datos. [DAJA2008]

En la tabla 21, se observa los parámetros para el equipo Optix-metro 100.

Tipo y Alcance del Láser	S 1.1 -15 Km.
Longitud de onda	1310 (nm)
Potencia óptica Transmitida	-15 a -8(dBm)
Sensitividad en el receptor	-23(dBm)
Potencia Overload	-8(dBm)

Tabla 14. Características de potencia Optix Metro -100. [INCO2006]

Como estos equipos tienen una transmisión de -10dBm, y el anillo tiene una pérdida de 0,7 dBm incluyendo las pérdidas por inserción, la potencia que estará en la entrada de cada uno de los puertos de recepción será de -10,7 dBm, muy por encima de la sensibilidad en el receptor y 1,3 dB por debajo de la potencia Overload. [DAJA2008]

Si la potencia medida en el receptor fuese mayor a los -8 dBm, se tendría la necesidad de colocar atenuadores Ópticos tipo LC, para proteger el puerto de recepción del equipo. [DAJA2008]

Si la potencia de entrada fuese menor a -23 dBm, el equipo arroja una alarma llamada "IN_PWR_ABN" (In power Abnormal), que indica, que el puerto está recibiendo una potencia fuera del rango establecido. [DAJA2008]

5.8 Configuración de los tipos de Servicios en el equipo.

Una vez realizado el balance de potencias en el equipo, se procede a configurar el servicio que será transportado por el anillo. Pero primero se realizará unas definiciones que serán de mucha importancia. [DAJA2008]

5.8.1 Configuración de los puertos:

Access

- PC y Hubs (No son capaces de generar el TAG VLAN ID).
- Permite el tránsito de paquetes que no tienen el TAG de VLAN. Los paquetes que tienen el TAG VLAN ID son descartados.

Tag Aware

- Switch y enrutadores (Son capaces de generar el TAG VLAN ID)
- Permite el tránsito de paquetes que tienen el TAG de VLAN
- Los paquetes que no tienen el TAG VLAN ID son descartados.

VC Trunk

Es el Canal de transmisión, cada uno puede ser completado con VC12s o VC3s, la capacidad de cada VC Trunk depende del ancho de banda requerida. Un VCTrunk puede tener hasta 63 VC12s o 12 VC3s. Cada tarjeta Ethernet puede contener hasta 24 VC Trunks. [DAJA2008]

VLAN Priority

- Establece la prioridad de los paquetes en una red.
- Si el ancho de banda de la señal es más pequeño que la capacidad de la puerta, todos los paquetes son transmitidos sin problema.
- Si el ancho de banda de la señal es más grande que la capacidad de la puerta, sólo pasará los paquetes de mayor prioridad y solamente algunos (o ninguno) de baja prioridad.

5.9 Configuración del Servicio a través del software T2000

En el menú presione con el botón derecho sobre el NE y seleccione la opción NE Explorer (ver figura 56).

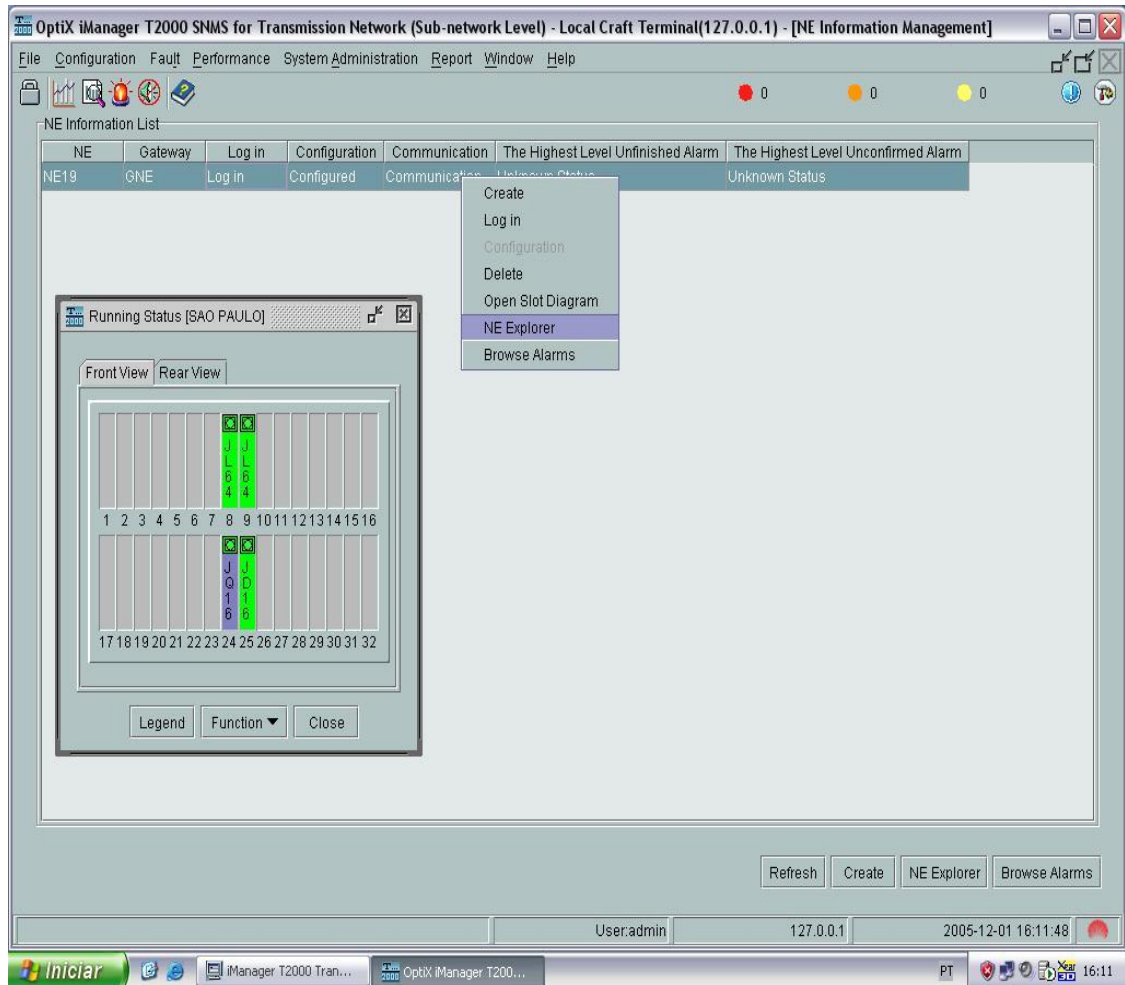


Figura 47. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Seleccione la tarjeta Ethernet. A seguir seleccione la función Configuration → Ethernet Interface Management (ver figura 57 y 58).

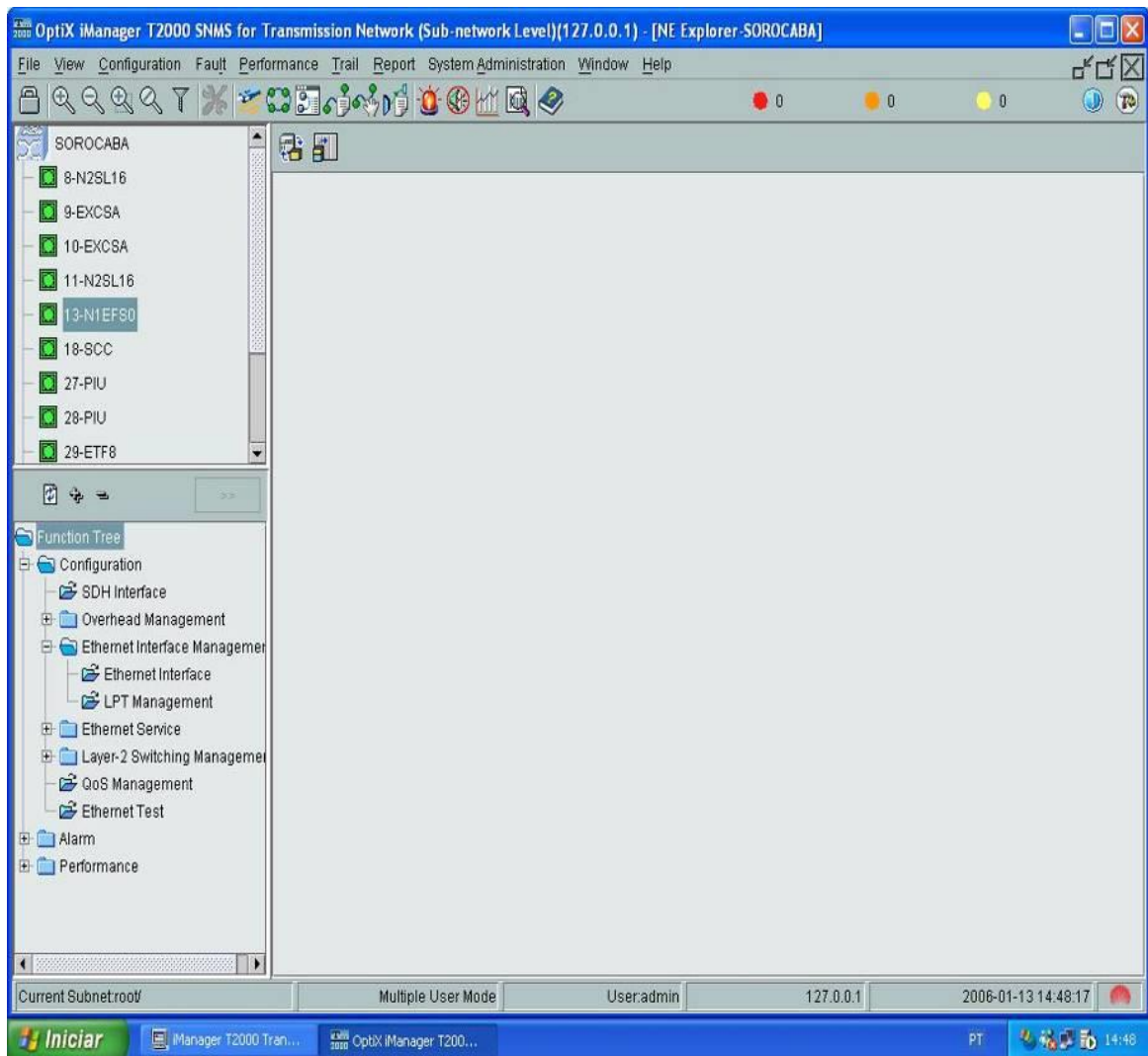


Figura 48. Configuración por medio del T2000 [DAJA2008]

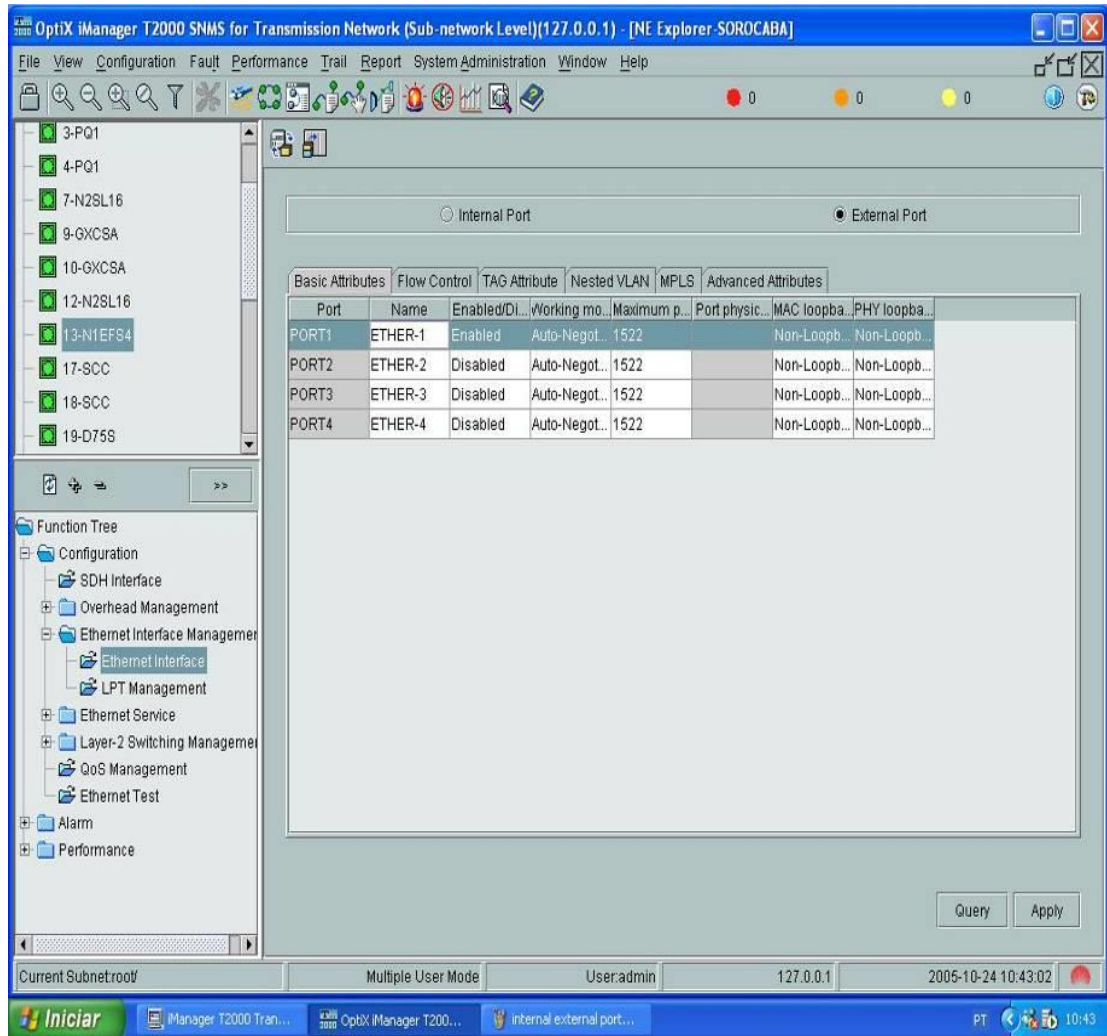


Figura 49. Configuración por medio del T2000 [DAJA2008]

Seleccione Ethernet Interface.

En este caso se va a configurar el puerto externo (Puerto Físico) y el puerto Interno (VCTRUNK) (ver figura 59). [DAJA2008]

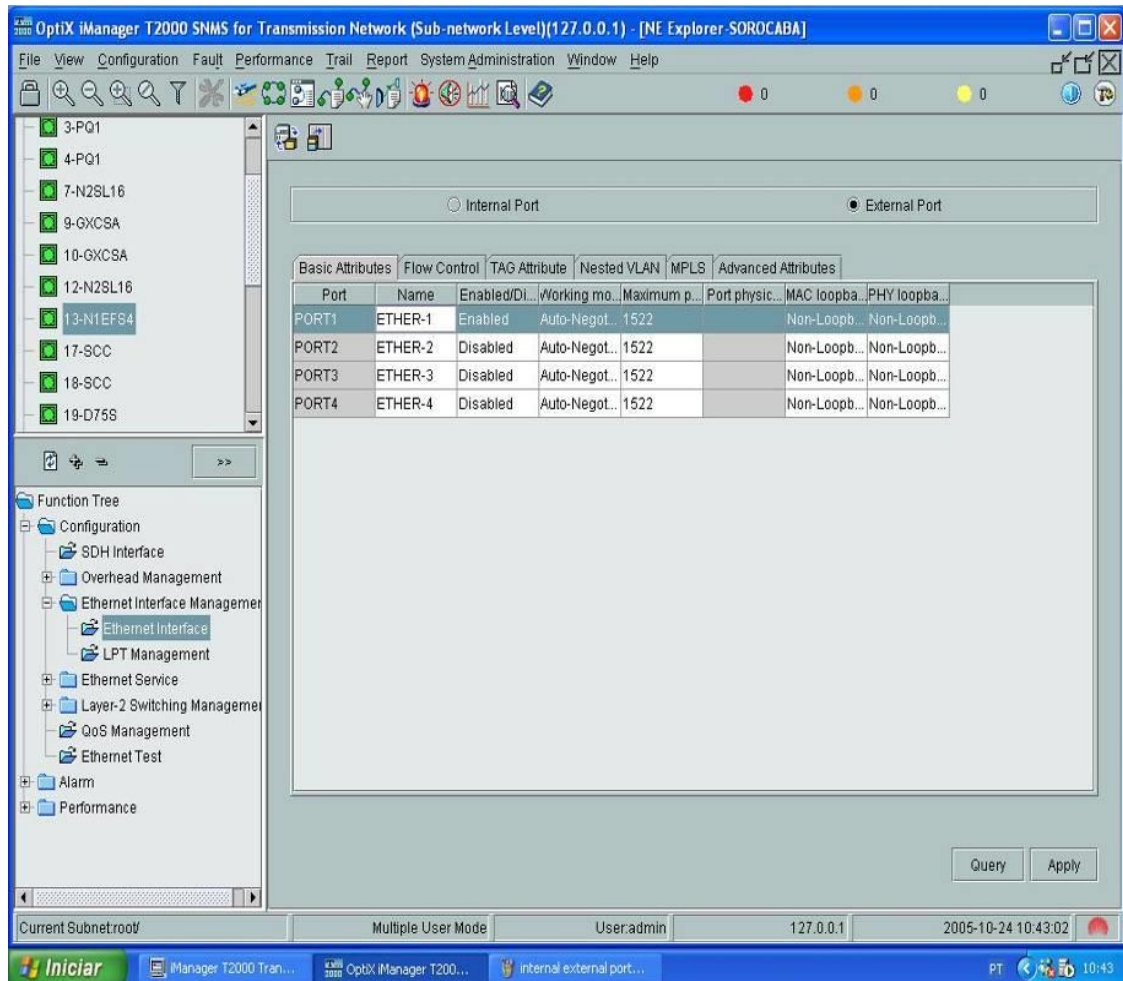


Figura 50. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

En la función Basic Atributes habilite la puerta Ethernet que será utilizada (ver figura 59 y 60).

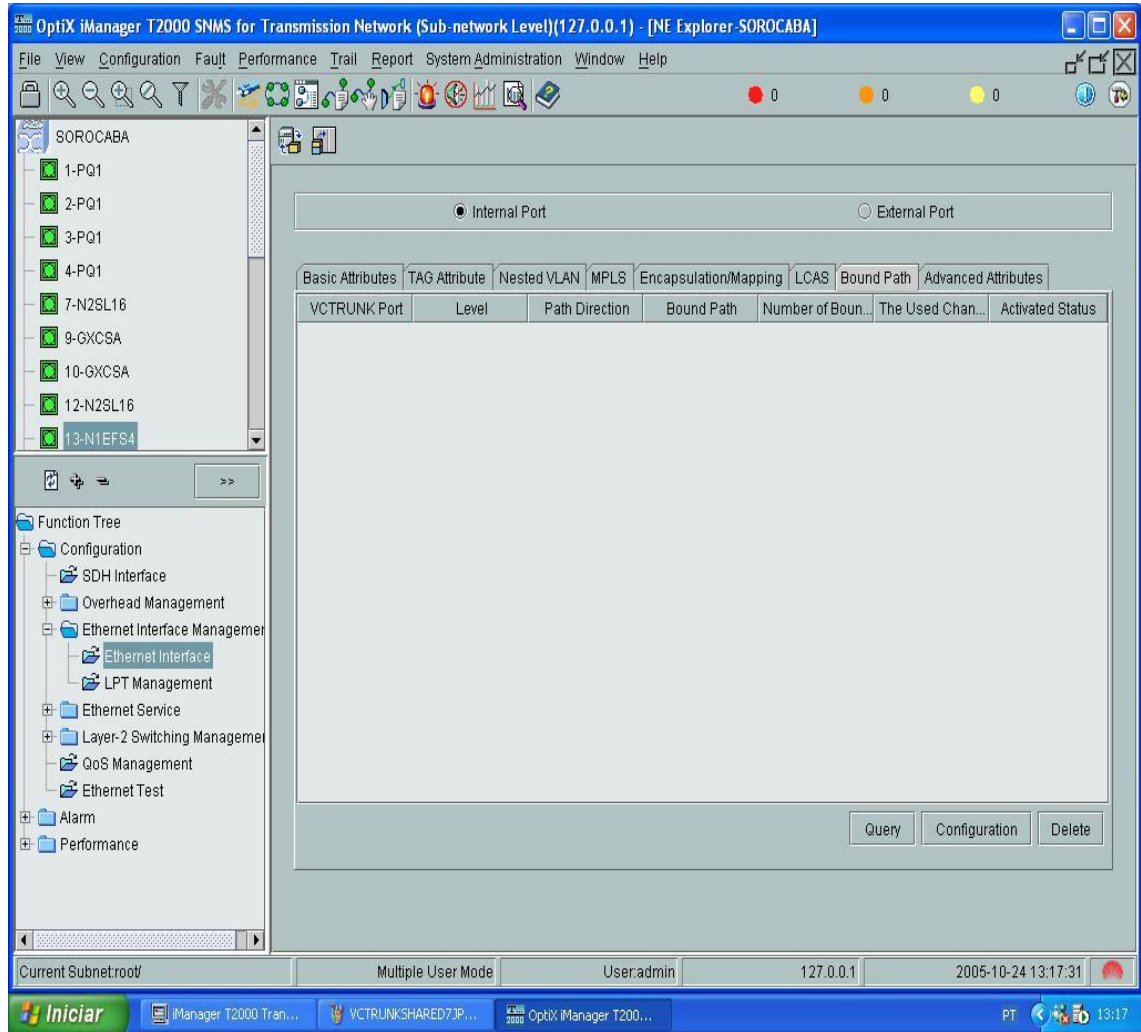


Figura 51. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Seleccione el ítem Bound Path. Presione en Configuration (ver figura 61).

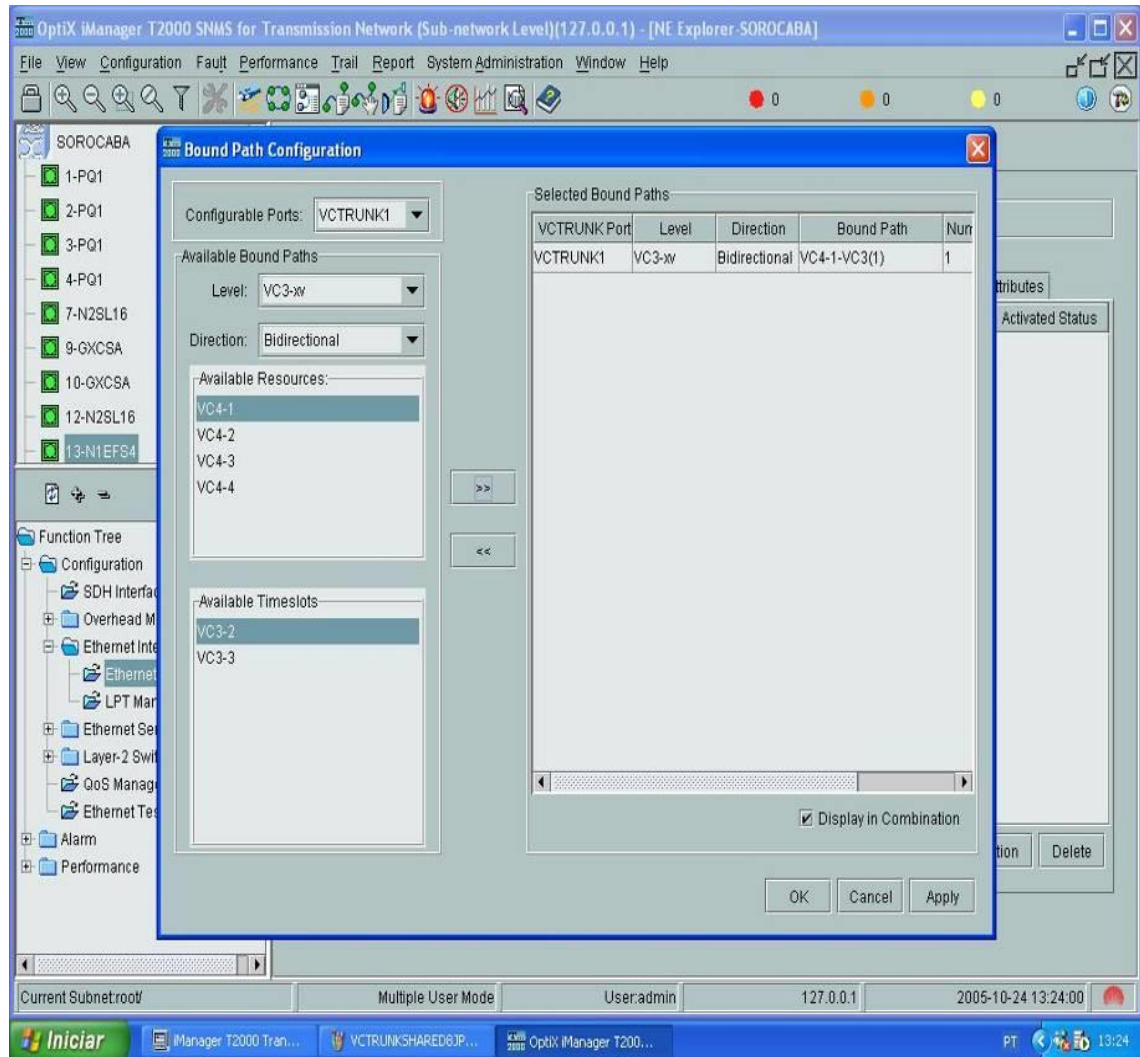


Figura 52. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Seleccione el VCTRUNK, seleccione el nivel (VC12 o VC3), conexión (bidireccional/ uplink/downlink) y VC-4. En la configuración arriba se está utilizando VCTRUNK1, nivel VC-3, conexión bidireccional y VC4-1/VC-3-1 (ver figura 62). [DAJA2008]

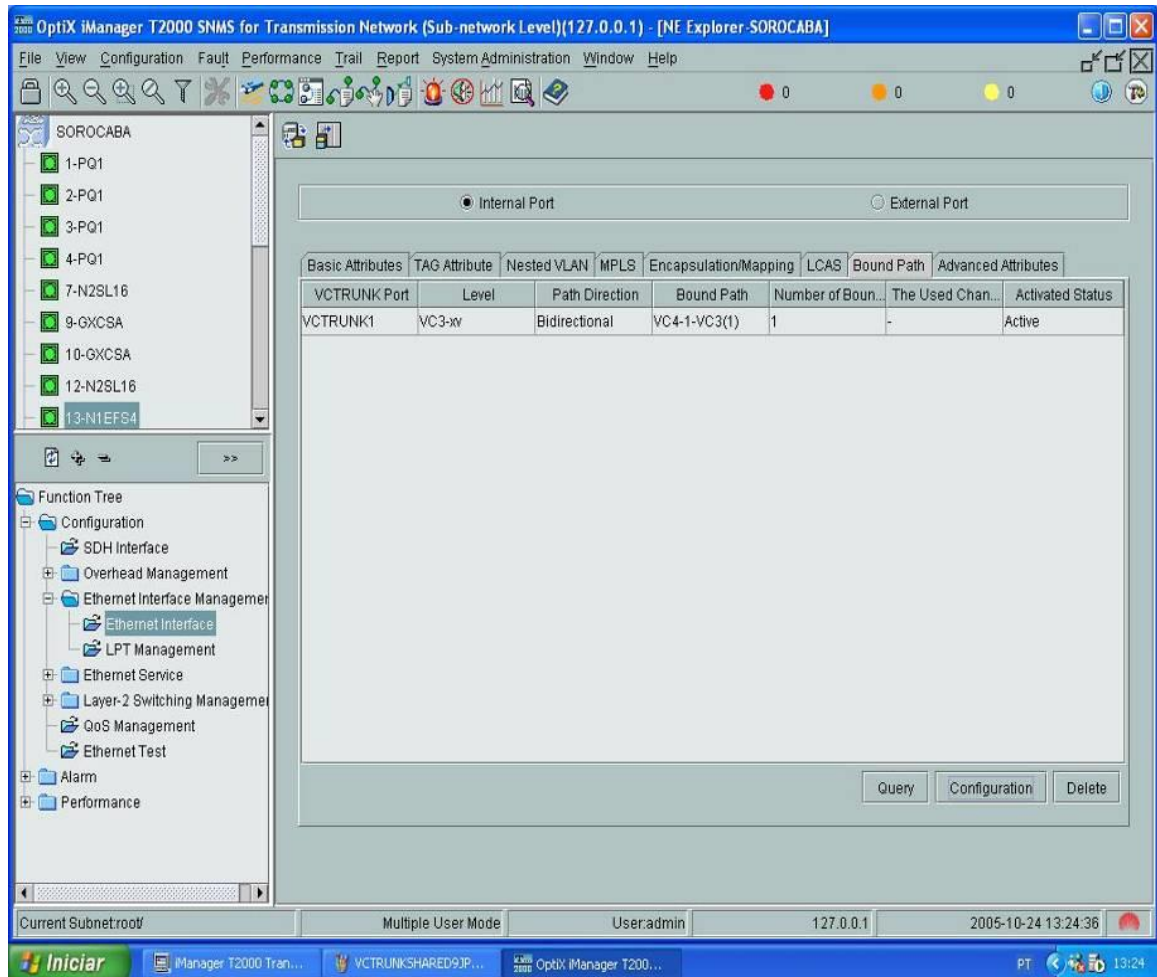


Figura 53. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Informaciones del Bound Path.

Establezca el servicio EPL. Seleccione la función Ethernet Service → Ethernet Leased Line Service → Seleccione la opción NEW (ver figura 63). [INCO2006]

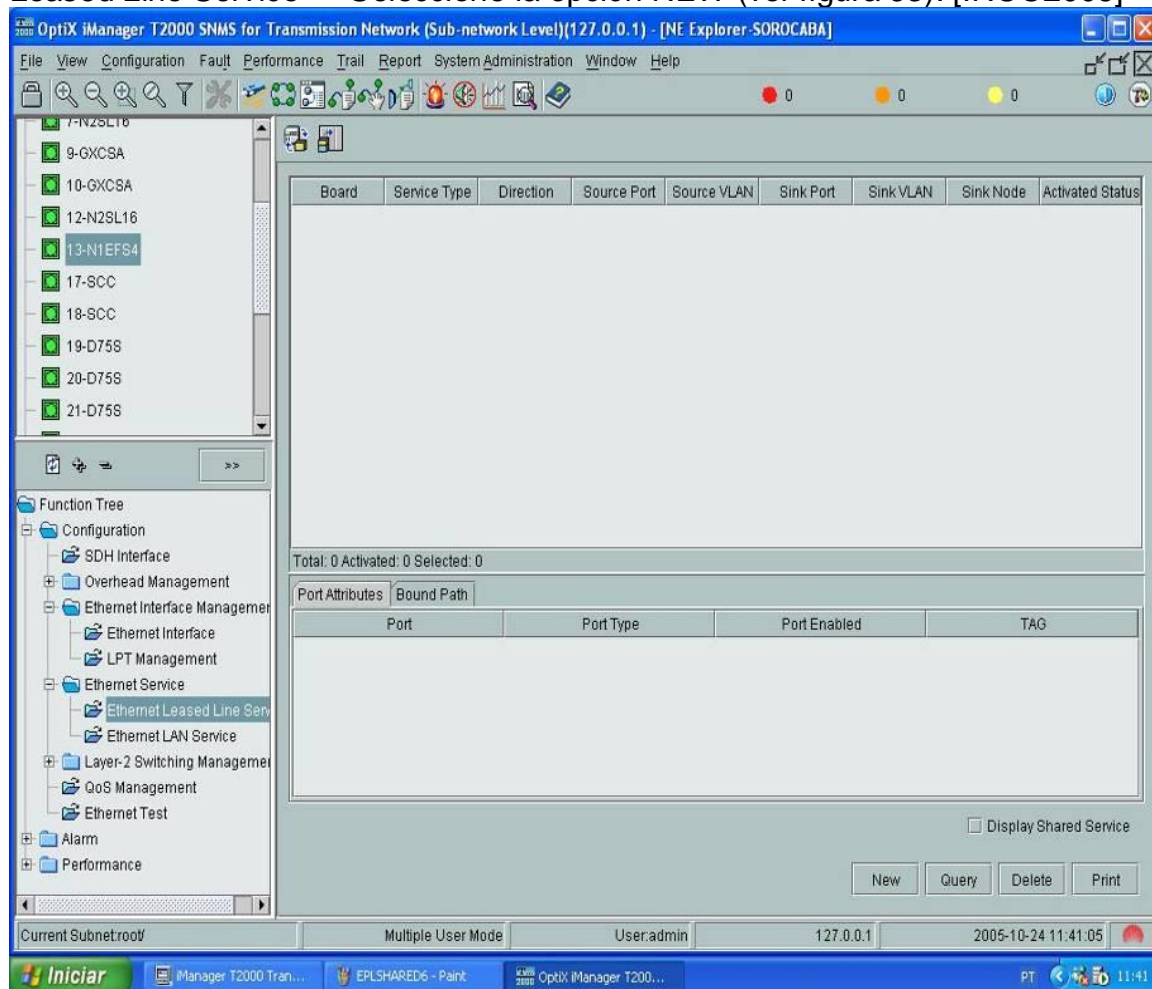


Figura 54. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Creando el Servicio EPL : Seleccione la función Ethernet Service → Ethernet Leased Line → Service Type EPL. Haga la conexión del Port 1 con el VCTRUNK 1 Bidireccional (ver figura 64). [INCO2006]

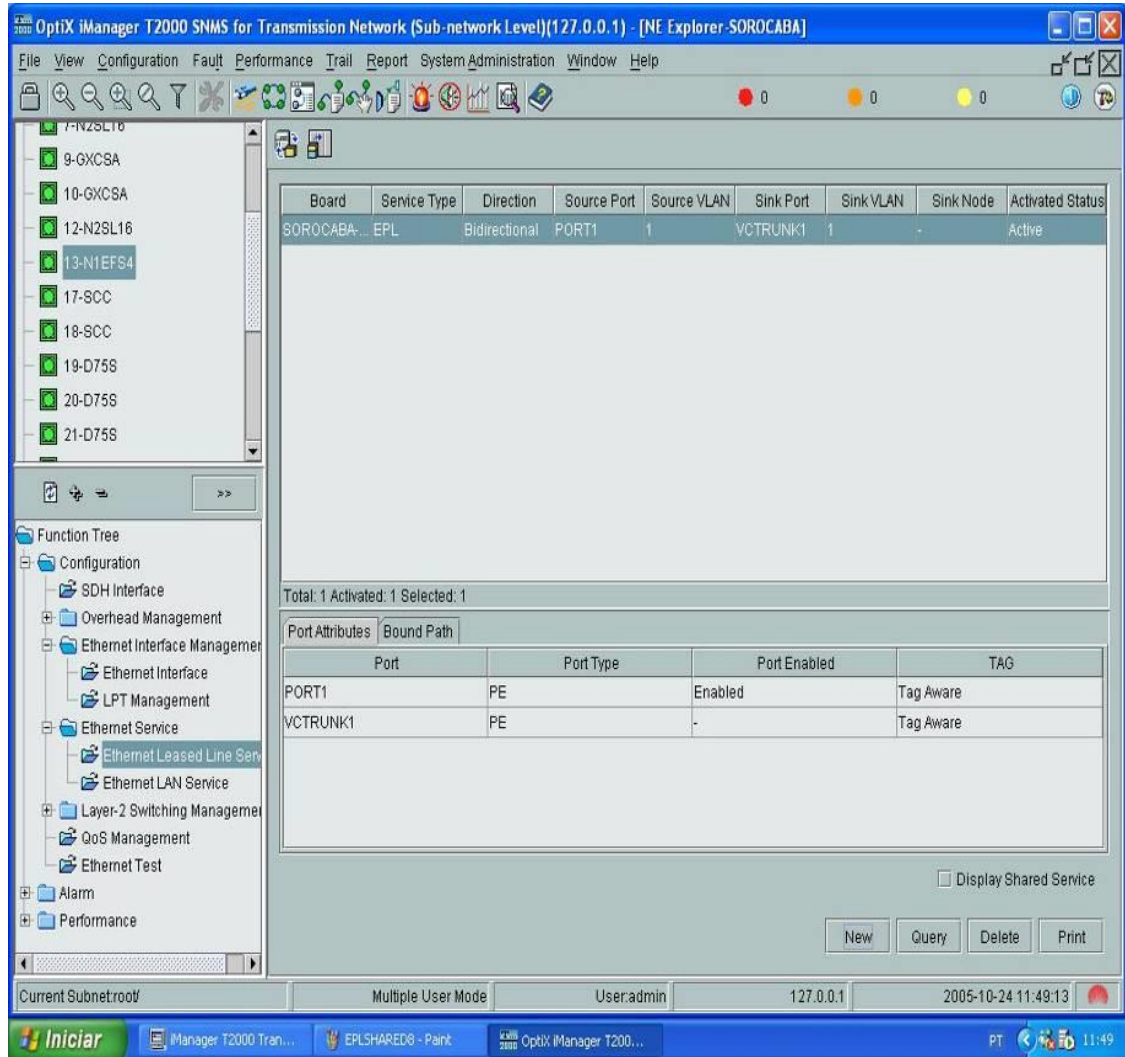


Figura 55. Configuración por medio del T2000. [INCO2006]

Para visualizar el servicio EPL creado elija el menú
ETHERNET SERVICE → Ethernet Leased Line
Service (ver figura 65). [INCO2006]

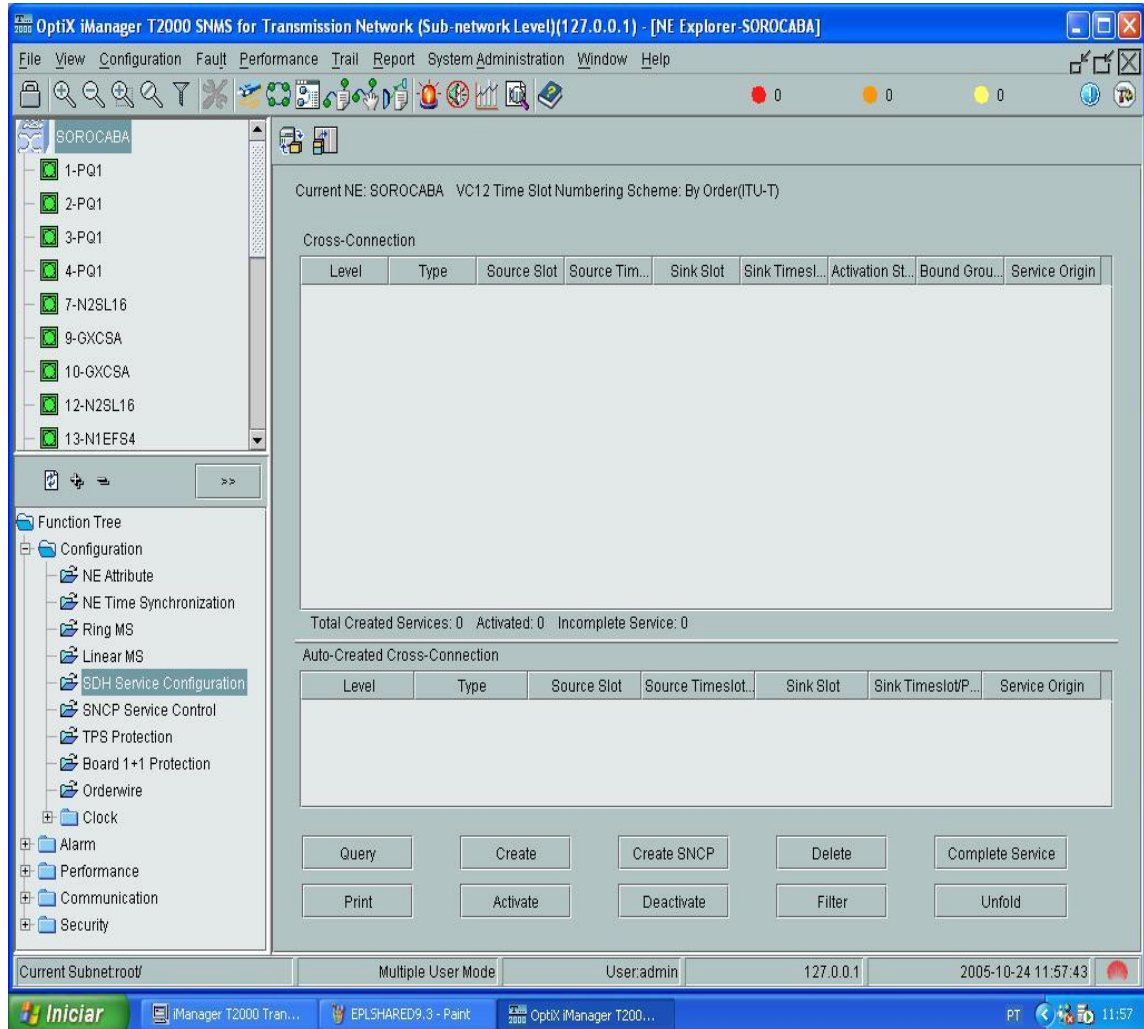


Figura 56. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Se necesita ahora crear el servicio SDH. Para crear seleccione la opción Configuration → SDH Service Configuration. Seleccione CREATE (ver figura 66). [INCO2006]

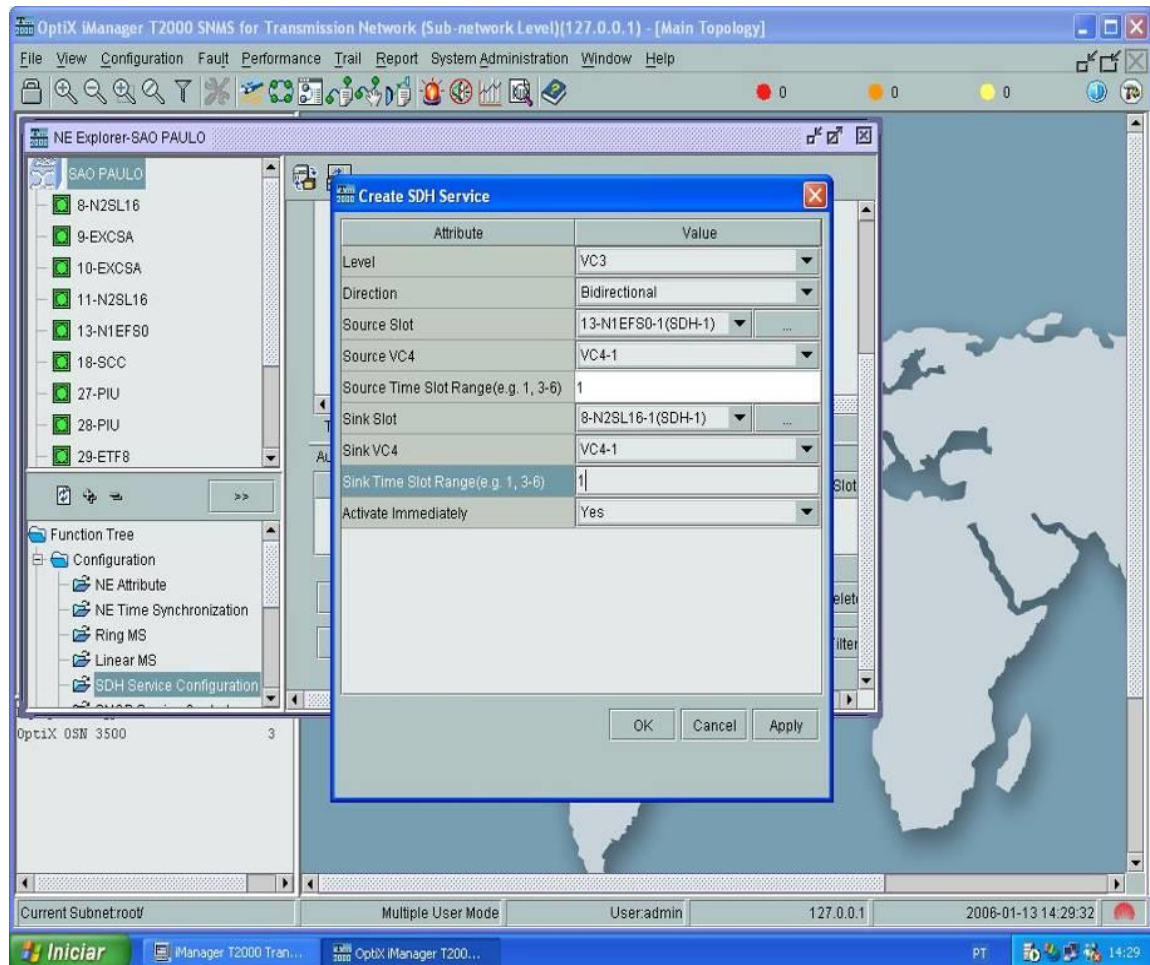


Figura 57. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

Seleccione el nivel (VC12, VC3 o VC4), conexión (bidireccional/unidireccional), tarjeta origen (Source Board) que es la tarjeta Ethernet, VC4 (el mismo VC4 del Bound Path), tarjeta destino (Sink Board), que es la tarjeta SDH. Elija el VC-4. Seleccione yes para Activate y finalmente seleccione Apply (ver figura 67). [INCO2006]

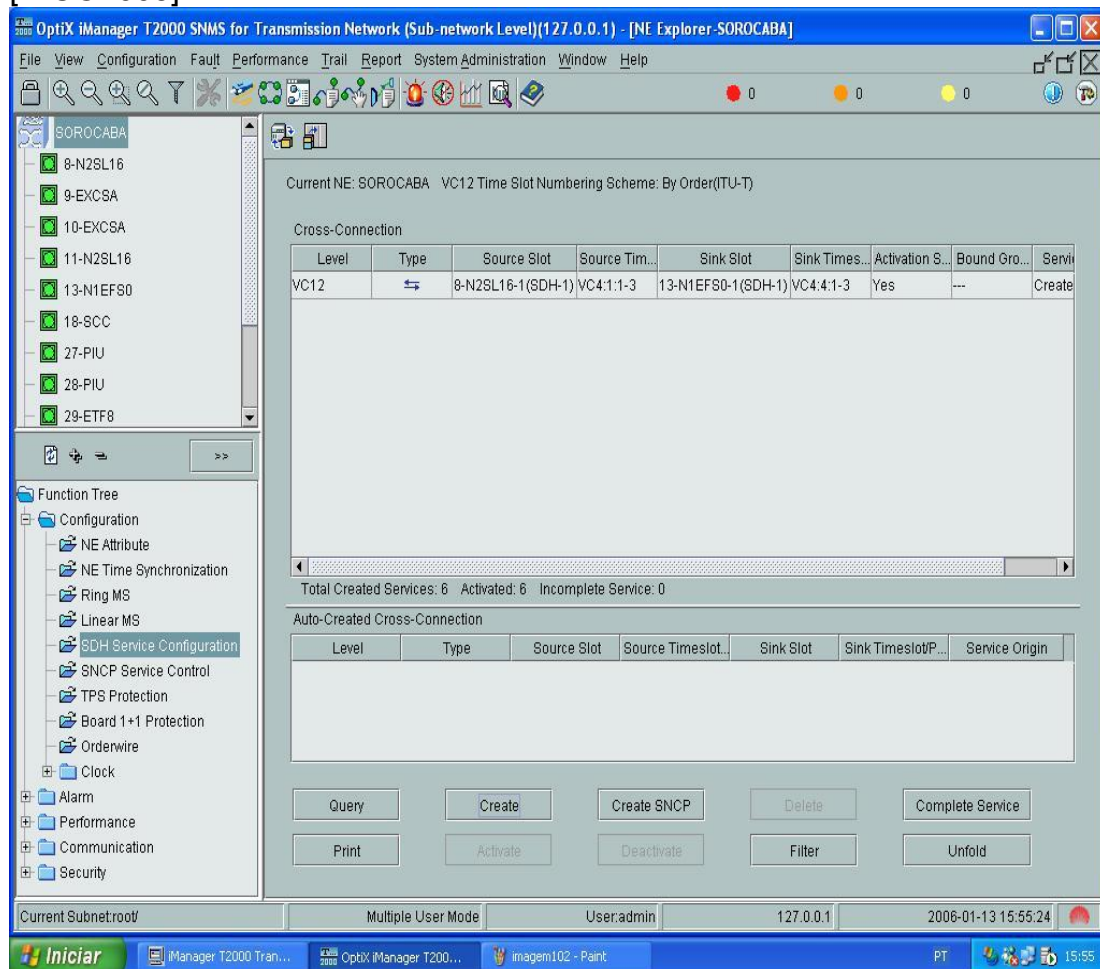


Figura 58. Configuración por medio del T2000. [DAJA2008]

El servicio SDH creado con éxito!

Se necesita seguir el mismo procedimiento y crear el servicio EVPL y SDH en los otros equipos. [INCO2006]

6. CONCLUSIONES

La implementación de este proyecto permitió afianzar todos los conocimientos teóricos relacionados en las redes troncales y la utilización de las diferentes tecnologías ; Sin embargo el principal logro obtenido al realizar el desarrollo , fue el como plantear una solución real a una necesidad de transportar datos a grandes distancias, que implicó , investigación, diseño y desarrollo para obtener un completo sistema de telecomunicaciones.

-Los pasos establecidos en la metodología ayudo a cumplir puntualmente con cada uno de los objetivos planteados en el anteproyecto de grado.

- Se concluye el uso que puede tener todo un STM-1 en sus diferentes velocidades tributarias.

-En aplicaciones reales el tiempo de conmutación de la red es mucho menor que los limites establecidos por la ITU de 50 ms.

-Aunque el anillo óptico es independiente del sistema de gestión T2000, este permite realizar un completo diagnostico y monitoreo de toda la red.

-El equipo Optix metro 100 en aplicaciones reales ,es usado para a nivel de acceso , porque en aplicaciones troncales son implementados equipo de mayor robustez de la familia OSN.

7. RECOMENDACIONES

Para este tipo de sistema , se recomienda que los equipos sean conservados en el rango de temperatura establecido por el fabricante , así como el voltaje especificado en las características técnicas de el equipo se sugiere ir conectada a una UPS regulada.

Es importante el manejo cuidadoso de los patch-cords de fibra óptica, ya que estos son supremamente delicado y si se doblan en ángulo de 90 grados, se producen atenuaciones en el enlace y el posible daño de la fibra.

Se debe tener cuidado que en los láser de el equipo no en los conectores entre polvo , pues esto también causa perdida de potencia en el enlace.

Para un mantenimiento preventivo se sugiere la limpieza los láser y los conectores de los path-cords y el Metro 100 con aire comprimido seco o alcohol Isopropilico.

8. TRABAJO FUTURO

Este trabajo permite desarrollar a futuro proyectos de grado que permitirán afianzar los conocimientos en la tecnología SDH. Por ejemplo se puede implementar un sistema de gestión de red aplicando el protocolo SNMP-Protocolo simple protocolo de gestión de red , que permita un monitoreo de alarmas vía GSM .

También se puede implementar la interconexión con un DSLAM , en el que se pueda , procesar y transportar líneas ADSI y líneas de voz.

Se puede interconectar una planta telefónica de 30 canales de voz en cada uno de los puertos 8 puertos E1s de los equipos para transportar voz en el anillo óptico .

Los equipo permiten realizar enlaces a nivel de radio, utilizando los bytes D4-D12 de los canales de comunicación que soporta el equipo, es decir se puede reemplazar la fibra por radio o hacer un híbrido entre ambos.

Un proyecto mas ambicioso seria el de interconectar el anillo STM-1 a otro troncal anillo mas robusto con velocidades de STM-4 , STM-16 o STM-64 .

9. GLOSARIO

ABSORCIÓN Pérdidas causadas por los átomos que constituyen la fibra. Se trata de impurezas como hierro, cromo, cobalto, cobre, e iones OH que resultan de agua. Absorción intrínseca limita la transparencia de las ventanas del material y dicta la región espectral de operación.

ANÁLOGO Un formato de datos que utiliza variables físicas continuas tal como amplitud de voltaje o variedades de frecuencia que son analógicas a la señal original.

ANILLO Una topología de comunicaciones en que cada estación forma parte de un círculo y luego pasa información a la próxima estación de trabajo.

ASINCRÓNICO Un método de transmisión sin ninguna señal de reloj que usa bitios de comienzo/parada para mandar señales al receptor sobre datos sin consideración de tiempo, de carácter, o de trama anterior.

ANSI AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE Instituto Nacional Americano de Estándar.

BAUDIO Una unidad de velocidad de señales. Velocidad, como se expresa en baudios, es igual al número de elementos señalados por segundo.

BANDWIDTH Ancho de Banda. Capacidad máxima de un medio de transmisión y/o enlace.

BER Una medida de la precisión de una transmisión. Es una proporción de bits recibidos en error a los bits mandados.

BIT Binary Digit. Dígito Binario. Unidad mínima de información, puede tener dos estados "0" o "1".

BYTE 1 Byte es un carácter y equivale a 8 bits, 1Kbyte equivale a 1024 bytes

E1 Conexión dedicada de 1,024Kbps

CODIFICACIÓN QUE NO REGRESA AL NIVEL DE ZERO Un esquema digital de codificación en que la señal nunca regresa a voltaje zero. Un voltaje negativo representa el número binario 'uno' y un voltaje positivo representa el número binario 'zero'.

CODIFICACIÓN MANCHESTER Un esquema digital de codificación en que un cambio en el voltaje ocurre en medio de cada elemento binario enviado. Un cambio de alto - bajo representa el número binario de "zero" y un cambio de bajo - alto significa el número binario "uno".

CPE Equipo provisto por el cliente.

DB-15 Un conector de normas con 15 pin. Usado con los transceptores del Ethernet.

DB-25 Un conector de normas con 25 pin. Usado con las conexiones seriales o paralelas.

DB-9 Un conector de normas con 9 pin. Usado con las conexiones seriales o de anillo Token.

DCE Equipo para terminar los circuitos de datos; también equipo de comunicaciones de datos.

FASTETHERNET Diseño de red Ethernet, donde se alcanzan velocidades de hasta 100 Mbps, comúnmente son inteligentes y se les permite identificar los nodos que trabajarán más rápido que otros.

FIBRA OSCURA Una fibra no usada que ha sido instalada para uso futuro.

FDDI FIBER DIGITAL DEVICE INTERFACE Dispositivo Interface de Fibra (óptica) Digital.

IEEE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Asociación Norteamericana. IEEE 802.3 Protocolo para la red LAN de la IEEE que especifica una implementación del nivel físico y de la subcapa MAC, en la capa de enlace de datos. El IEEE 802.3 utiliza CSMA/CD a una variedad de velocidades de acceso sobre una variedad de medios físicos. Extensiones del estándar IEEE 802.3 especifica implementaciones para Fast Ethernet.

ITU INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS UNION Unión Internacional de Telecomunicaciones. Forma parte de la CCITT. Organización que desarrolla estándares a nivel mundial para la tecnología de las telecomunicaciones.

LONGITUD DE ONDA El término óptico para referirse a frecuencia. En fibras ópticas, generalmente se utilizan las longitudes de 850nm, 1300nm, 1550nm para propósitos de transmisiones. Esto se debe al casamiento de desempeño con fuentes de luz, fibras ópticas, y tecnologías de detectores ópticos. El símbolo λ se usa a menudo para significar longitud de onda.

MEDIDOR DE POTENCIA Un aparato que mide la pérdida de energía en un conector de fibras ópticas, cable óptico, o sistema de fibras ópticas. Se mide en decibels (dB), dBm y vatios.

MEDIO DE TRANSMISIÓN El tipo de sistema de cable/inalámbrico usado para conectar los aparatos de red.

MODO ASINCRÓNICO DE TRANSFERENCIA (ATM) Un protocolo de comunicaciones para cambiar paquetes de longitud fija (53 bits) que puede funcionar a velocidades diferentes sobre medios distintos. Creado para transmisiones de voz, ATM también se usa para llevar datos y paquetes de video; un esquema de transmisión de alta velocidad, orientado en cuanto a la conexión, basado en la llamada, que provee ancho de banda de acuerdo con lo que exige el multimedio (voz, video, o datos).

MULTIPLEXIÓN POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA La combinación de dos o más señales a diferentes frecuencias para que puedan ser transmitidas como una

sola señal. Esto se puede hacer electrónicamente, o se puede realizar ópticamente al usar dos o más fuentes de luz de longitudes de onda distintas. La versión óptica se conoce mejor como 'longitud por división de frecuencia'.

NODO Por definición punto donde convergen más de dos líneas. A veces se refiere a una única máquina en Internet. Normalmente se refiere a un punto de confluencia en una red. Punto de interconexión a una RED.

NWDM Multiplexor por división de longitud de onda angosta.

OTDR Equipo de hacer pruebas que permite al operador caracterizar eventos a lo largo de una fibra mediante el monitoreo de las reflexiones de un pulso transmitido de luz. Un aparato usado para caracterizar una fibra por medio de un pulso óptico transmitido por la fibra. La retrodispersión y reflexiones que resultan se miden como una función de tiempo. El OTDR provee identificación de defectos (puntos de pérdida) y longitud de una fibra.

PACKET Paquete Cantidad mínima de datos que se transmite en una red o entre dispositivos. Tiene una estructura y longitud distinta según el protocolo al que pertenezca. También llamado TRAMA.

PING Packet Internet Groper. Rastreador de Paquetes Internet. Programa utilizado para comprobar si un Host está disponible. Envía paquetes de control para comprobar si el anfitrión está activo y los devuelve.

PROTOCOLO Una cantidad de reglas, convenciones, o procedimientos que tratan el formato y el tiempo de transmisiones de datos entre dos aparatos. Una serie de normas para las convenciones de comunicaciones que fomentan la transferencia correcta y organizada de datos entre estaciones de transferencia.

SOFTWARE Esta palabra inglesa que significa "cosa suave", tiene dos significados: (a) uno amplio, de "procedimientos lógicos, para la cooperación armónica de un grupo de personas y máquinas, persiguiendo un objetivo común"; (b) el otro restringido, de "programas de computadora", o conjunto de instrucciones, que se pone en la memoria de una computadora para dirigir sus operaciones.

RECEPTOR Una unidad electrónica que convierte una señal óptica en una señal eléctrica.

REFLEXIÓN TOTAL INTERNA (TIR) Cien por ciento reflexión y zero por ciento transmisión de luz en el interfaz de dos medios ópticos.

REFLEXIÓN FRESNEL Reflexión de una porción de luz de incidente a un interfaz planar entre dos medios homogéneos que tienen diferentes índices refractivos.

REFLEXIÓN El cambio abrupto de dirección de un rayo de luz en un interfaz entre dos medios no parecidos para que el rayo de luz regrese al medio en donde se originó. Un buen ejemplo de esto es un espejo.

SNR Relación de señal a ruido - La relación de la energía de la señal a la energía del ruido de fondo; usualmente se mide en decibels (dB). Un término usado para describir la calidad de un sistema de transmisiones electrónicas.

T1 Velocidad de transmisión a nivel WAN. Puede transportar datos a una velocidad de 1.54 Mbps a través de una red telefónica.

TCP/IP TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL / INTERNET PROTOCOL Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo Internet. Nombre común para una serie de protocolos desarrollados por DARPA en los Estados Unidos en los años 70, para dar soporte a la construcción de redes interconectadas a nivel mundial. TCP corresponde a la capa (layer) de transporte del model OSI y ofrece transmisión de datos. El IP corresponde a la capa de red y ofrece servicios de datagramas sin conexión. Su principal característica es comunicar sistemas diferentes. Fueron diseñados inicialmente para ambiente Unix por Victor G. Cerf y Robert E. Kahn. El TCP / IP son básicamente dos de los mejores protocolos conocidos.

TELNET Protocolo y aplicaciones que permiten conexión como terminal remota a una computadora anfitriona, en una localización remota.

TRANSCEPTOR Un aparato que hace interfaz entre la red y el aparato local. Tiene capacidad de transmitir y de recibir.

TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA Un método de transmisión en el cual cada carácter de información se sincroniza individualmente, usualmente por medio del uso de elementos de 'comienzo' y 'parada'. (Compárese con 'transmisión sincrónica'.)

TTL TIME TO LIVE Tiempo de Vida. Contador interno que incorporan los paquetes Multicast y determinan su propagación.

10. BIBLIOGRAFÍA

[SDHU1999] SDH Optical Transmission System. Training manual SDH principle.

[UNCA2005] Universidad de Castilla. Departamento de Informática. García Carrasco, José. Redes de interconexión para computadores masivamente paralelos. Septiembre del 2005. <http://ditec.um.es/~jmgarcia/papers/escuela94.pdf> (Navegada el 10 de Noviembre del 2005)

[ANTA2003] Tanenbaun, Andrew S. Redes de computadoras. Pearson Education. Cuarta edición. México 2003

[PCHA1999] Puigdemunt Gelabert, Eduard y Alvarado Sediles, Harlam José. Arquitectura Token-Ring. 1999
http://www.pchardware.org/redes/redes_tokenring.php (Navegada el 10 de enero del 2008)

[ITLP1999] Instituto Tecnológico de La Paz. Bañagas Nevarez, Miguel Angel. Funcionamiento FDDI. Junio de 1999.
http://www.itlp.edu.mx/publica/revistas/revista_isc/anteriores/jun99/fddi.html (Navegada el 10 enero de 2008)

[INCO2006] Installation and commissioning pocket guide. Huawei Technologies. 2006

[HUAW2008] www.huawei.com (Navegada el 15 de abril del 2008)

[DAJA2008] Tablas, graficas y/o imágenes realizadas por Daniel Mercado y Orlando Aguilar

[RAOP2007] http://www.radioptica.com/Fibra/tipos_fibra_optica.asp (Navegada el 01 de mayo de 2008)